

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

**Й. І. Стенцель, О. І. Проказа,
К. А. Літвінов, О. В. Кузнецова**

**КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ
АВТОМАТИЗАЦІЇ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ
СЕЛІТРИ**

Підручник

Севєродонецьк, 2020

УДК 681.2.66 (075.8)

C79

Рекомендовано Вченою радою
Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля
(протокол № 9 від 26.06.2020 р.)

Рецензенти:

Купін А. І., докт. техн. наук, проф., завідувач кафедри комп'ютерних систем та мереж Криворізького національного університету;

Максимов М. В., докт. техн. наук, проф., завідувач кафедри комп'ютерних технологій автоматизації Одеського національного політехнічного університету

Відповідальний редактор

Стенцель Й. І., докт. техн. наук, проф., завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

Стенцель Й. І.

C79 **Комп'ютерні системи автоматизації технологічних процесів виробництва аміачної селітри** : підручник / Й. І. Стенцель, О. І. Проказа, К. А. Літвінов, О. В. Кузнецова ; під ред. проф. Й. І. Стенцеля. — Северодонецьк : Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. — 388 с., 169 іл., табл. 24.

ISBN 978-617-11-0170-8

У підручнику наводяться принципи автоматизації технологічних процесів виробництва аміачної селітри на основі комп'ютерних технологій. Розглядаються системи автоматичного регулювання та контролю технологічних параметрів, а також сигналізації і блокувань. Описується загальна структура комп'ютерної системи автоматизації виробництва аміачної селітри, її особливості та робоче місце оператора. Приводяться технічні засоби побудови такої системи та принципи надання інформації.

Розрахований на студентів спеціальності 151 — Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології, а також на студентів хіміко-технологічних спеціальностей і спеціалістів з проектування та експлуатації комп'ютерних систем автоматизації виробництва аміачної селітри.

УДК 681.2.66 (075.8)

© Стенцель Й. І., Проказа О. І., Літвінов К. А.,
Кузнецова О. В., 2020

© Східноукраїнський національний
університет імені Володимира Даля, 2020

ISBN 978-617-11-0170-8

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР

АВС	— азотно-воднева суміш
АРМ	— автоматизоване робоче місце
АСУ	— автоматизована система управління
БД	— база даних
ВК	— вимірювальний канал
ВМ	— виконавчий механізм
ВО	— виконавчий орган
ВТН	— використання тепла нейтралізації
ГД	— гази дистиляції
ГПА	— газоподібний аміак
ГрБ	— грануляційна башня
ДВ	— діапазон вимірювання
ДСУ	— диспетчерська система управління
ЕКМ	— електроконтактний манометр
ЕРС	— електрорушійна сила
КСА	— комп'ютерна система автоматизації
КСА ТП	— комп'ютерна система автоматизації технологічних процесів
Кт	— клас точності
ЛЗ	— лінія зв'язку
ЛКМ	— ліва клавіша мишки
МГС	— метанольна газова суміш
МЗ	— майстер зміни
МРЧ	— монітор реального часу
НАК	— неконцентрована азотна кислота
НОПС	— нейтралізація та очищення промислових стоків
ОСРЧ	— операційна система реального часу
ПАЗ	— протиаварійний захист
ПЗ	— програмне забезпечення
ПЗО	— пристрій зв'язку з об'єктом
ПК	— персональний комп'ютер
ПКМ	— права клавіша мишки
ПЛК	— програмуючий логічний контролер
ППР	— пневмопривід з позиціонером
ПТК	— програмно-технічний комплекс
РЗД	— ручний задавач
РМО	— робоче місце оператора
САК	— система автоматичного контролю
САР	— система автоматичного регулювання

ТОК — технологічний об'єкт керування
ФХО — фізико-хімічне очищення
ХПВ — хімічна підготовка води
ЦП — центральний процесор
ЦПУ — центральний пульт управління

ВСТУП

В.1. Загальні відомості про виробництва азотного комплексу

Сучасні хімічні виробництва характеризуються великою складністю технологічних процесів і високим рівнем автоматизації, в основі якого є комп'ютерні технології з високонадійними мікропроцесорними системами та відповідним програмним забезпеченням [1–4]. Мікропроцесорні системи в сукупності з хіміко-технологічним процесом складають комп'ютерні системи автоматизації технологічних процесів (КСА ТП). Метою кожної КСА ТП є оптимізація роботи технологічного процесу як об'єкта контролю та регулювання шляхом відповідного вибору управляючих дій. У КСА ТП підготовка рішень щодо управління та дії на технологічний процес як об'єкта контролю та регулювання виконується практично одночасно з виконанням технологічного процесу [5, 6]. Такий режим роботи КСА ТП відноситься до режиму реального часу. У КСА ТП важливе значення мають процеси збору та обробки вимірювальної інформації, її оперативне відображення та видання управляючих дій на виконавчі органи (ВО) технологічного об'єкту керування (ТОК) [7–10]. У зв'язку з широким впровадженням у хімічні виробництва КСА, побудованих на сучасних інтелектуальних системах, висувуються нові вимоги щодо підготовки висококваліфікованих фахівців в області автоматизації хімічних виробництв, серед яких одне з основних місць займають виробництва азотного комплексу. Азотні підприємства являють собою комплекс взаємопов'язаних виробництв [11, 12]. На рис. В.1 показана структурна схема виробництв азотного комплексу, для яких основною сировиною є природний газ і повітря. З природного газу, основним компонентом якого є метан (CH_4), за рахунок його перетворення (конверсії) у присутності води отримується водень (H_2) та оксид вуглецю (CO), а повітря є джерелом кисню (O_2) та азоту (N_2). За рахунок хімічного з'єднання азоту з воднем отримується аміак (NH_3); з'єднання оксиду вуглецю з воднем створює метанол (CH_3OH); а метанолу з оксидами вуглецю — оцтову кислоту (CH_3COOH). При окисленні аміаку киснем повітря отримуються оксиди азоту, а останні з водою створюють азотну кислоту (HNO_3). Таким чином,

усі виробництва, які використовують в якості основної сировини природний газ, пов'язані поміж собою відповідною структурною залежністю.

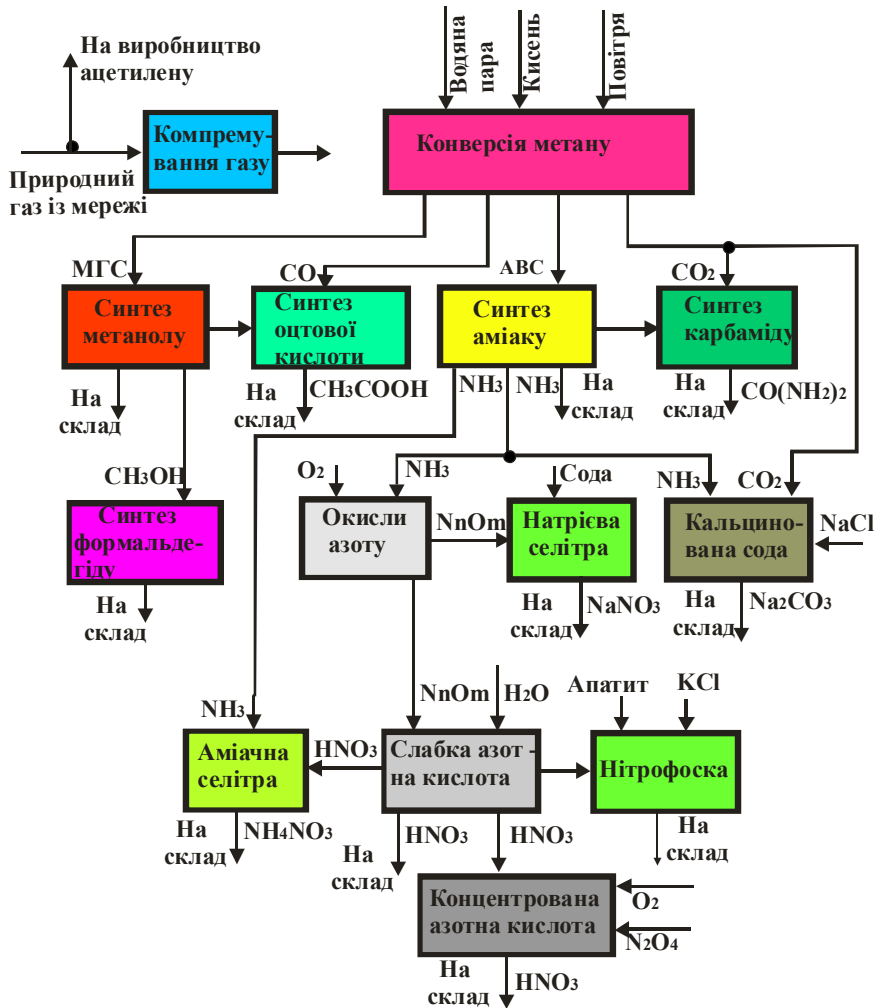


Рис. В.1. Структурна схема виробництв азотного комплексу

Азотний комплекс хімічних виробництв можна розділити на такі групи:

1. Група цехів конверсії природного газу, в яких газові суміші перетворюються в синтез-газ (конвертований газ), тобто в азотно-водневу суміш (АВС) ($N_2 + 3H_2$) і метанольну газову суміш (МГС) $CO + 2,2H_2$).

2. Група виробництв синтезу високого тиску, в яких АВС перетворюється в аміак, МГС — в метанол і вищі спирти, а побічні продукти — оксид вуглецю та метанол в оцтову кислоту, діоксид вуглецю та аміак в карбамід тощо.

3. Кислотно-сольова група виробництв, у яких аміак перетворюється в окисли азоту, а далі в слабку азотну кислоту. Остання при наявності аміаку нейтралізується в аміачну селітру, метанол окислюється до формальдегіду, аміак та двооксид вуглецю (CO_2) у присутності хлористого натрію в кальциновану соду.

Процеси синтезу здійснюються, як правило, при високому тиску (20 МПа — синтез карбаміду та вищих спиртів, 25–32 МПа — синтез метанолу, 30–50 МПа — синтез аміаку). Продукти піролізу природного газу (ацетиленове виробництво) і продукти азотного комплексу (формальдегід, оцтова кислота, метанол) складають основу комплексу органічного синтезу — виробництва мономерів, полімерів тощо. З цим комплексом тісно пов'язані нафтохімічні технології. Таким чином, кожен комплекс характеризується спільними технологічними процесами. Так, наприклад, для азотного комплексу спільними є процес конверсії природного газу; для комплексу органічного синтезу — процес піролізу; для нафтохімічного комплексу — процес крекінгу нафти. У зв'язку з таким розкладом хімічних виробництв будуються й КСА ТП, які мають практично однотипне технічне, програмне, математичне, інформаційне та організаційне забезпечення.

В.2. Сучасні комп'ютерні системи автоматизації технологічних процесів виробництва аміачної селітри

Комп'ютерні системи управління технологічними процесами складаються з таких частин: диспетчерської системи управління (ДСУ), збір даних SCADA — (Supervisory Control And Data Acquisition) та автоматизованої системи управління (АСУ). Виконавчим органом першої частини, як правило, є центральний пульт управління (ЦПУ), до складу якого входить диспетчерський пульт управління, сервери оперативної інформації, архіви тощо, а виконавчим органом другої частини — робоче місце оператора (РМО), комп'ютерні системи автоматизації (КСА), які

можуть працювати як в ручному, так і в автоматичному режимах роботи. Диспетчерська система управління та збір даних SCADA — це процес збору інформації реального часу з виділених точок (об'єктів) для обробки, аналізу та можливого управління технологічними об'єктами. Основна вимога обробки інформації в реальному часі зумовлена необхідністю доставки (видання) всіх необхідних подій (повідомлень) і даних на центральний інтерфейс оператора (диспетчера). У той же час поняття реального часу відрізняється для різних SCADA-систем. Існує два типи управління виділеними об'єктами в системі SCADA: автоматичне та оператором системи. SCADA-система має такі основні функціональні компоненти систем управління та збору даних людина-оператор: комп'ютер взаємодіє з людиною; комп'ютер взаємодіє з об'єктом. Функції людини-оператора в системі диспетчерського управління характеризуються як набір вкладених циклів, у яких оператор виконує такі операції: планує, які наступні дії необхідно виконати; навчає (програмує) комп'ютерну систему на наступні дії; відслідковує результати автоматичної роботи системи; втручається в процес у разі критичних подій, коли автоматика не може впоратися, або при необхідності налагодження (регулювання) параметрів процесу; навчається в процесі роботи (одержує досвід).

Диспетчер у багаторівневій автоматизованій системі контролю та управління технологічними процесами одержує інформацію з екрану монітора або з електронної системи відображення інформації і впливає на об'єкти, що перебувають від нього на значній відстані за допомогою телекомунікаційних систем, контролерів та інтелектуальних виконавчих органів. Необхідною умовою ефективної реалізації диспетчерського управління, що має яскраво виражений динамічний характер, стає робота з інформацією, тобто з процесами збору, передачі, обробки, відображення та надання інформації. Від диспетчера потрібно не тільки професійне знання технологічного процесу, основ управління, але й досвід роботи в інформаційних системах, вміння приймати рішення (у діалозі з персональним комп'ютером) у позаштатних та аварійних ситуаціях. Диспетчер стає головною діючою особою в управлінні технологічним процесом. На даний час SCADA є основним і найбільш перспективним методом автоматизованого управління складними динамічними системами (процесами). Область застосування охоплює складні об'єкти електроводопостачання, хімічні, нафтохімічні та нафтопереробні виробництва, залізничний транспорт, транспортування нафти й газу тощо.

Вибір SCADA-системи являє собою досить важливе завдання, яке можна порівняти з прийняттям рішень в умовах багатокритеріальності, ускладнене неможливістю кількісної оцінки ряду критеріїв через недостатню кількість інформації. КСА за ієрархічною структурою можуть

складатися з двох і більше рівнів. Нижній рівень (контролерний) — це рівень об'єкта. Він включає різні давачі для збирання інформації про хід технологічного процесу, електроприводи та виконавчі органи для реалізації регулюючих і керуючих впливів. Давачі надають інформацію локальним програмуючим логічним контролерам (ПЛК), які можуть виконувати такі функції: збирати та обробляти вимірювальну інформацію про параметри технологічного процесу; управляти електроприводами та іншими виконавчими органами; вирішувати завдання автоматичного логічного управління. Так як інформація в контролерах попередньо обробляється й частково використовується на місці, то істотно знижуються вимоги до пропускну здатності каналів зв'язку. До апаратно-програмних засобів контролерного рівня управління висуваються вимоги щодо надійності, часу реакції на дії виконавчих органів, давачів тощо. ПЛК повинні гарантовано реагувати на зовнішні події, що надходять від об'єкта, за час, визначений для кожної події. Для критичних об'єктів рекомендується використовувати контролери з операційними системами реального часу (ОСРЧ). Контролери під керуванням ОСРЧ функціонують у режимі жорсткого реального часу. До цього класу інструментального програмного забезпечення (ПЗ) відносяться пакети типу ISaGRAF (CJ International France), InConrol (Wonderware, USA), Paradym 31 (Intellution, USA), що мають відкриту архітектуру. Інформація з локальних контролерів може направлятися безпосередньо в мережу ЦПУ, а також через контролери верхнього рівня. Залежно від поставленого завдання контролери верхнього рівня (концентратори, інтелектуальні або комунікаційні контролери) реалізують різні функції. До основних з них відносяться: збирання даних з локальних контролерів; обробка даних; підтримка єдиного часу в системі; синхронізація роботи підсистем; організація архівів за обраними параметрами; обмін інформацією між локальними контролерами та верхнім рівнем; робота в автономному режимі при порушеннях зв'язку з верхнім рівнем; резервування каналів передачі даних та багато інших.

Верхній рівень — ЦПУ включає, насамперед, одну або декілька станцій управління, що являють собою автоматизоване робоче місце (АРМ) диспетчера або оператора. Тут же може бути розміщений сервер бази даних, робочі місця (комп'ютери) для фахівців тощо. Станції управління призначені для відображення ходу технологічного процесу та оперативного управління. Спектр функціональних можливостей визначається самою КСА (реалізований практично у всіх пакетах) і включає таке: автоматизована розробка, що дає можливість створення програмного забезпечення для систем автоматизації без реального програмування; засоби виконання прикладних програм; збирання первинної інформації від пристроїв нижнього рівня; обробка первинної інформації; рестрація

тривог та історичних даних; зберігання інформації з можливістю її наступної обробки (як правило, реалізується через інтерфейси до найбільш популярних баз даних); візуалізація інформації у вигляді мнемосхем, графіків тощо; можливість роботи прикладної системи з наборами параметрів, розглянутих як «єдине ціле» («гесіре» або «установки»).

Усі компоненти КСА об'єднані між собою каналами зв'язку. Великий обсяг інформації, яка надходить з пристроїв уведення/виведення систем управління, визначає наявність у таких системах баз даних (БД). Основне завдання БД — це своєчасне забезпечення користувача всіх рівнів управління необхідною інформацією.

В.3. Система MasterSCADA

Це один із сучасних SCADA і SoftLogic-пакетів для розробки КСА ТП, в якому реалізована сукупність засобів і методів, що забезпечують скорочення трудозатрат і підвищення надійності роботи створюваної системи. MasterSCADA є повнофункціональним SCADA і SoftLogic модульним пакетом програм з розширеною функціональністю. Приймання та передавання даних і повідомлень на базі стандартів OLE for Process Control (OPC) влаштовано в ядрі пакету. Максимальна підтримка стандартів (XML, HTML, ODBC, OLE, COM/DCOM, ActiveX тощо.) та отримання опису інтерфейсів і форматів даних забезпечують усі необхідні можливості для стикування зі зовнішніми програмами та системами. Інтерфейс MasterSCADA, який використовується користувачем, побудований на ідеології «усі в одному». Модулі розширення вбудовані в загальну оболонку. Користувач завжди працює з єдиним зовнішнім виглядом програми, який складається з деревоподібного проекту, палітри бібліотечних елементів і вікна редагування документів. У залежності від типу налагоджувальної властивості або редагуючого документу у вікні редагування відкривається сторінка налагодження необхідної властивості чи необхідний влаштований або зовнішній редактор. Наприклад, влаштований редактор мнемосхем або зовнішній редактор текстових описів (MS Word). Проект має два розділи: «Система» та «Об'єкт». У розділі «Система» описується технічна структура КСА ТП, а у розділі «Об'єкт» — ієрархічна структура технологічного об'єкта, властивості та документи кожного об'єкта. Архітектура побудови проекту передбачає можливість його розробки в режимі з багатьма користувачами. Задача контролю меж і швидкості зміни змінної не вимагає ніяких налагоджень, окрім вибору шкали. При розрахунках та обробці змінних використовуються та формуються ознаки якості (вірогідності) значення.

До найбільш розповсюджених КСА ТП азотного комплексу хімічних виробництв відносяться:

1. Genesis 32. Виробник «Iconics». Основна особливість: частина контролерів на рівні мікроядра забезпечує зв'язок з «Genesis». Основним елементом системи є мікроядро.

2. Citect. Для створення інтерфейсу оператора необхідно використати віртуальний зовнішній пристрій (Generic, або OPC). Для створення проєкту в «Citect» використовуються три програмних компоненти:

- «Citect Explorer» — створення сторінок проєкту, вибір компонентів системи (пристрої, змінні, (теги), сервері, плати введення/виведення) — основний засіб управління проєктом;

- «Citect Builder» — для перегляду і створення елементів системи, а також помилок компіляції;

- «Citect Runtime» — система запуску додатку, розробленого в SCADA та її перевірка функціонування в режимі реального часу та режимі емуляції.

При використанні нетривіальних функцій управління здійснюється програмування проєкту. Програмування функцій виконується на вбудованій мові — «Cicode», а виклик редактора здійснюється з «Citect Explorer».

3. InTouch має широке використання в металургійній, машинобудівній, харчовій, фармацевтичній, хімічній, енергетичній та інших галузях промисловості. Входить до комплексу «FactorySuite». Комплекс «FactorySuite» компанії Wonderware призначений для розробки систем автоматизації промислових виробництв, які охоплюють усі напрямки виробництва — від управління технологічними процесами до управління виробництвом.

Розділ 1

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

1.1. Фізико-хімічні основи виробництва аміачної селітри

Метод виробництва полягає в отриманні розчину аміачної селітри шляхом нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти (НАК) газоподібним аміаком (ГПА) в апаратах використання тепла нейтралізації (ВТН) з наступним випаровуванням розчину у випарних апаратах і гранулюванням плаву в грануляційних башнях (ГрБ). Гігроскопічність аміачної селітри є однією з основних негативних властивостей і однією з причин її злежуваності. Аміачна селітра випускається двох марок: А — для промисловості та Б — для сільського господарства. Виробництво аміачної селітри (гранульованої) складається з одного технологічного потоку та має такі технологічні стадії [13]:

1. Нейтралізація НАК аміаком і газами дистиляції (ГД) в апаратах ВТН.

2. Приготування магнезитової витяжки.

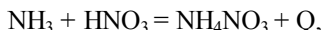
3. Донеітралізація азотної кислоти аміаком та уведення магнезитової витяжки.

4. Концентрування слабких розчинів аміачної селітри.

5. Випаровування розчину аміачної селітри та гранулювання.

6. Нанесення антизлежуючої добавки та пакування аміачної селітри.

У результаті хімічної реакції НАК з ГПА, створюється розчин аміачної селітри [14, 15]:



де $Q = 144936$ Дж/моль — кількість виділеної теплоти.

Показники якості аміачної селітри приведені в табл. 1.1.

Фізико-хімічні властивості гранульованої аміачної селітри приведені в табл. 1.2.

Таблиця 1.1

Показники якості аміачної селітри

Назва показника	Норма для марки			
	А	Б		
		Вищий гатунок	Перший гатунок	Другий гатунок
1. Сумарна масова доля нітратного та амонійного азоту в перерахунку: - на NH_4NO_3 у сухій речовині	не менше 98%	не нормується		
- на азот у сухій речовині	не норм.	не менше 34,4%	не менше 34,4%	не менше 34,4%
2. Масова доля води з домішками нітратів кальція та магнія	не більше 0,3%	не більше 0,3%	не більше 0,3%	не більше 0,3%
3. рН 10%-ного водного розчину	не менше 5,0%	не менше 5,0%	не менше 5,0%	не менше 5,0%
4. Масова доля речовин, не розчинних у 10%-ному розчині азотної кислоти	не більше 0,2%	не нормується		
5. Гранулометричний склад: - масова доля гранул розміром від 1 до 3 мм	не менше 93%	не нормується		
- масова доля гранул розміром від 1 до 4 мм	не норм.	не менше 95%	не менше 95%	не менше 95%
у т. ч.:				
- гранул розміром від 2 до 4 мм	не норм.	не менше 80%	не менше 50%	не норм.
- масова доля гранул розміром менше 1 мм	не більше 4%	не більше 3%	не більше 3%	не більше 4%
- масова доля гранул розміром більше 6 мм	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Таблиця 1.2

Фізико-хімічні властивості аміачної селітри [12]

Найменування властивості (константи), од. вим.	Значення фізичної величини з граничними відхиленнями
1	2
Молекулярна маса	80,043
Густина істинна, т/м^3	1,690–1,725
Густина насипна при вологості гранульованого продукту 1% і 20°C , т/м^3 :	
- при щільній упаковці	1,164
- при нещільній упаковці	0,826

1	2
Температура плавлення, °С	169,6–170 При перевищенні температури — ам. селітра розкладається, при нагріванні вище 300 — вибухає
Теплота плавлення, кДж/кг	73,21
Теплота створення, (кристалічна, форма IV) при 25°С та 0,101 МПа, кДж/моль	365,6

Гігроскопічність аміачної селітри відноситься до однієї з основних негативних властивостей та є однією з причин її злежуваності. Злежуваність аміачної селітри зумовлена багатьма причинами, до основних з яких відносяться:

- підвищення вологи в готовому продукті;
- механічна хрупкість гранул;
- зміна кристалічних модифікацій солі;
- гігроскопічність.

Для зменшення впливу гігроскопічності аміачної селітри на злежуваність її упаковують у поліетиленову тару. Крім того, для зменшення злежуваності в аміачну селітру додають магnezитову домішку, приготовлену в лужному середовищі з рН 7,02–8,0.

1.2. Технологічний процес підготовки неконцентрованої азотної кислоти, газоподібного амміаку та газів дистиляції

НАК зі складу цеху азотної кислоти з масовою долею не менше 58%, оксидів азоту не більше 0,1%, масовою концентрацією йонів хлору не більше 20,0 мг/дм³, тиском не менше 0,4 МПа (4,0 кгс/см²), пройшовши фільтр, поступає в розподільчий колектор, з котрого поступає в апарати ВТН. На трубопроводі НАК є дренаж, з якого кислота направляється в резервні сховища слабкого розчину. ГД, що містять пари аміаку, азотної кислоти та аміачної селітри, під тиском не більше 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) і температурою не вище 100°С подаються в апарати ВТН. Витрата ГД не більше 5000 м³/год. Із загального колектора ГПА під тиском 0,17–0,25 МПа (1,7–2,5 кгс/см²) і температурою не нижче 10°С через випаровувач рідкого аміаку поступає в підігрівач ГПА. Випаровувач аміаку у нижній частині має змійовик, що обігривається парою з тиском не більше 0,55 МПа (5,5 кгс/см²). Він має запобіжні клапани, котрі спрацьовують при підвищенні тиску аміаку вище 0,28 МПа (2,8 кгс/см²). З метою запобігання

попадання рідкого аміаку в лінію подачі ГПА в апарати ВТН передбачене видавання рідкого аміаку з випаровувача аміаку в сховище аміачної води. Рівень у випаровувачі аміаку (400–700 мм) постійно контролюється. Підігрівач аміаку являє собою вертикальний кожухотрубний теплообмінник, у міжтрубний простір якого подається пара під тиском не вище 0,55 МПа (5,5 кгс/см²). Паровий конденсат з підігрівача аміаку та з випаровувача виводиться в збірник чистого конденсату або, у випадку його забруднення, у збірник конденсату. ГПА після підігрівача з температурою не вище 80°C і тиском 0,17–0,25 МПа (1,7–2,5 кгс/см²) поступає в розподільчий колектор. Температура ГПА після підігрівача підтримується постійною. На розподільчому колекторі встановлена діафрагма для вимірювання об'ємної витрати аміаку та аналізна точка для визначення масової концентрації мастила й об'ємної долі інертних газів в ГПА. З розподільчого колектора ГПА подається: в апарати ВТН, донейтралізатори, на ГрБ, у гідрозатвори-донейтралізатори, в нейтралізатори плаву. Норми технологічного режиму вузла підготовки матеріальних потоків приведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Норми технологічного режиму підготовки матеріальних потоків

Назва стадії та потоків реагентів	Найменування параметра, од. вим.	Границі допустимих значень параметрів
1. Газы дистиляції на вході в цех аміачної селітри	Тиск, МПа	не більше 0,3
	Температура, °С	не більше 100
	Об'ємна доля, %: - аміаку - діоксиду вуглецю - вологи	не менше 80 не більше 8,0 не більше 15,0
	Масова концентрація, мг/м ³ : - мастила - карбаміду	не більше 22,0 не більше 0,1
2. Нейтралізація НАК газами дистиляції в апаратах ВТН	Витрата газів дистиляції, м ³ /год.	не більше 5000
	Температура, °С	не більше 160,0
	Тиск, МПа	не більше 0,02
	Масова доля аміачної селітри в розчині, %	не менше 75,0
3. Газоподібний аміак на вході в цех	Тиск, МПа	0,17–0,25
	Об'ємна доля інертів, %	не більше 1,0
	Масова концентрація мастила, мг/м ³	не більше 22,0
4. Пара в підігрівач аміаку	Тиск, МПа	не більше 0,55

Технічні характеристики обладнання відділення підготовки матеріальних потоків приведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Технічні характеристики обладнання відділення підготовки матеріальних потоків

Номер позиції	Найменування обладнання	Основні технічні характеристики обладнання
25	Випаровувач рідкого аміаку	Вертикальний апарат. Призначений для розділення рідкого аміаку від газоподібного з наступним випаровуванням рідкого аміаку. Діаметр — 956 мм; висота — 3500 мм. Місткість — 2,5 м ³ . Матеріал: Сталь 20
26	Підігрівач аміаку	Вертикальний кожухотрубний теплообмінник. Призначений для підігрівання газоподібного аміаку, який подається в апарати ВТН. Р _{роб} — 0,55 МПа (5,5 кгс/см ²). Поверхня теплообміну — 30 м ² . Матеріал: Ст.3; 09Г2С

1.3. Технологічний процес нейтралізації азотної кислоти газоподібним аміаком та газами дистиляції в апаратах ВТН

НАК зі складу цеху з масовою долею не менше 58%, оксидів азоту не більше 0,1%, масовою концентрацією йонів хлору не більше 20,0 мг/дм³, тиском не менше 0,4 МПа (4,0 кгс/см²), пройшовши фільтр, поступає в розподільчий колектор, з якого направляється в апарати ВТН 22/1-3 і 22/4,5. ГД під тиском не більше 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) і температурою не більше 100°C поступають в апарати ВТН 22/1-5. Витрата газів дистиляції не більше 5000 м³/год. ГПА і ГД поступають у кільцевий барботер, який розташований у нижній частині реакційної склянки апаратів ВТН 22/1-3 і 22/4,5. У результаті хімічної реакції створюється розчин аміачної селітри (далі у таблицях ам. селітри) [14, 15]. Кількість ГПА, яка поступає в апарат ВТН, не має перевищувати паспортної величини, яка дорівнює 10000 м³/год. Для безпечного ведення процесу нейтралізації газами дистиляції передбачене подавання в апарати ВТН азоту, в кількості не менше 500 м³/год у кожний, котрий працює на газах дистиляції. Тиск азоту і його температура на вході в цех не нормуються. Для зменшення злежуваності аміачної селітри в апарати ВТН подається розчин магnezитової витяжки. Апарат ВТН являє собою циліндричну посудину, в

якій установлена реакційна склянка. НАК і ГПА або аміакомісткі гази подаються в барботери, що розташовані в реакційній склянці один над одним. Барботери забезпечують зустрічне подавання реагентів в диспергованому стані.

Реакційна склянка внизу має отвори, через котрі в нього поступає циркулюючий розчин аміачної селітри, який заповнює кільцевий простір між корпусом апарату та реакційною склянкою. Циркуляція розчину забезпечується підйомною силою, яка створюється в реакційній зоні за рахунок пароутворення. Кратність циркуляції залежить від інтенсивності пароутворення (вона підвищується з ростом масової концентрації азотної кислоти і температури підігріву початкових реагентів). Циркуляція позитивно впливає на повноту реакції нейтралізації. Реакція нейтралізації супроводжується значним виділенням тепла, що використовується для виділення частини води, яка вноситься з кислотою [16–18]. Температура розчину в апараті ВТН підтримується не вище 160°C. Для зменшення температури в апаратах ВТН передбачена подача слабого розчину аміачної селітри зі сховища 29/1-3 насосом 42/5. У випадку підвищення температури у ВТН більше 165°C автоматично припиняється подача НАК і ГПА в апарати ВТН. Одночасно відкривається відсікач на лінії конденсату сокової пари у ВТН і з напірного баку Е-100 в реакційну зону апарату подається конденсат сокової пари. Розчин аміачної селітри з масовою долею не менше 75% і масовою концентрацією НАК не більше 5 г/дм³ з апаратів ВТН 22/1-5 поступає у донейтралізатори 21/1-4. Норми технологічного режиму нейтралізації НАК ГПА та газами дистиляції приведені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Норми технологічного режиму нейтралізації НАК ГПА та газами дистиляції

Назва стадії та потоків реагентів	Найменування параметра, од. вим.	Номінальне значення	Границі допустимих значень параметрів
1. Нейтралізація НАК ГПА	Масова концентрація аміаку в конденсаті сокової пари після сепараторів 27/1,2, г/дм ³ - азотної кислоти - аміачної селітри		не більше 2,0 не більше 1,8 не більше 5,0
2. Донейтралізація розчину ам. селітри в донейтралізаторах 21/1-4	Рівень, мм	674–2426	600–2500
	Масова концентрація, г/дм ³ - аміаку - азотної кислоти - оксиду магнія		не більше 0,05 не більше 1,2 1,6–4,0
	Масова доля ам. селітри, %		не менше 75,0

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу нейтралізації НАК ГПА і газами дистиляції приведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу нейтралізації НАК ГПА і газами дистиляції

Номер позиції	Найменування обладнання	Основні технічні характеристики обладнання
1	2	3
21	Донейтралізатор	Вертикальний циліндричний зварний апарат. Призначений для донейтралізації розчину ам. селітри, який поступає з апаратів ВТН і для змішування магнетитової витяжки з розчином аміачної селітри. Діаметр 2940 мм; висота 300 мм. Місткість 20 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
22	Апарат ВТН	Вертикальний циліндричний зварний апарат. Нижнє днище пласке, верхнє — сферичне. Призначений для отримання розчину ам. селітри шляхом нейтралізації НАК ГПА. Усередині знаходиться реакційна склянка діаметром 2400 мм; висотою 6600 мм. Місткість склянки 3,0 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
29	Резервне сховище слабого розчину ам. селітри	Горизонтальний зварний апарат зі сферичними кришками. Призначений для зберігання слабого розчину ам. селітри. Діаметр 3000 мм; довжина 14000 мм. Місткість 90 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
27	Сепаратор сокової пари	Вертикальний зварний апарат, днище та кришка конічні. Призначений для часткової конденсації сокової пари, а також для відділення розчину ам. селітри від сокової пари після апаратів ВТН. Робочий тиск 0,02 МПа (0,2 кгс/см ²). Діаметр 3200 мм; висота 6410 мм. Місткість 20 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
54	Збірник конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат зі сферичними днищами. Призначений для проміжного зберігання конденсату сокової пари з апаратів ВТН, випарки ІІІ ступеня, упарювальних апаратів 44/1,2. Діаметр 2450 мм; висота 3160 мм; місткість 15 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
15	Збірник слабого розчину ам. селітри	Вертикальний, циліндричний зварний апарат. Кришка та днище пласкі. Призначений для збору конденсату сокової пари з колектора сокової пари, з сепаратора 67. Діаметр 2200 мм; висота 3100 мм; місткість 2 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

1	2	3
84	Малогабаритний швидкоісний конденсатор	Горизонтальний кожухотрубний апарат з висококомпактним нерегулярним трубним пучком, зібраним з особливо тонкостінних труб. Призначений для конденсації сокової пари: - апарат 84/1-10: марка ТТАІ П-2-150/1200 (164); діаметр 150 мм; довжина трубного пучка 1200 мм; - апарат 84/11: марка ТТАІ П-150/2600А; діаметр 150 мм, довжина трубного пучка 2600 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
82	Фільтр	Горизонтальний циліндричний апарат з конічним металевим фільтром. Діаметр комірки сітки 2×1 мм. Призначений для тонкої фільтрації оборотної води від механічних домішок: - 82/1: діаметр 400 мм, довжина 850 мм; - 82/2,3: діаметр 300 мм, довжина 750 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
40	Вакуум-насос	Призначений для підтримування вакууму в системі випарника ІІІ ступеня, конденсації сокової пари за рахунок відсмоктування інертних газів з поверхневих конденсаторів. Масова подача 1650 м ³ /год; тип РМК-4; електродвигун: МА36-51, потужність 75 кВт, n=12,3 с ⁻¹ , U=380 В. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
59	Холодильник	Вертикальний кожухотрубний апарат. Призначений для охолодження конденсату, який подається на вакуум-насоси та в цех НОПС. Діаметр 1000 мм; довжина 4703 мм. Поверхня теплообміну 74 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
58	Збірник замкненого циклу	Зварний апарат прямокутної форми. Призначений для збору конденсату після вакуум-наосу. Діаметр 2000 мм; висота 1750 мм; місткість 5,5 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
60	Центробіжний насос	Призначений для відкачування конденсату з збірника замкненого циклу: - 60/1: тип АХЕ 40-25-60. Масова подача 6,3 м ³ /год, напір 32 м, потужність 1,8 кВт, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип АІ N=40 кВт, U=380 В, n=48 с ⁻¹ ; - 60/2: тип АХЕ 50-32-160 Масова подача 12,5 м ³ /год, напір 2 м, потужність 2,6 кВт, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: ВАО-52-2У-2 N=13 кВт, U=380 В, n=48,7 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
67	Сепаратор на загально-цеховій свічі	Вертикальний циліндричний зварний апарат зі сферичною кришкою та днищем. Призначений для уловлювання бризок конденсату з сокової пари перед викидом в атмосферу. Діаметр 2100 мм; висота 3400 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

1	2	3
413	Напірний бак конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Призначений для рівномірної подачі конденсату сокової пари в сепаратори випарника III ступеня та для промивання обладнання і комунікацій. Діаметр 1140 мм; висота 1200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
615	Збірник	Призначений для збору слабого розчину ам.селітри після скрубера-сепаратора та апарату для уловлювання аерозолів ам.селітри, а також для рівномірного подавання розчину на циркуляційні насоси, котрі подають розчин на зрошення скрубера-сепаратора та апарату для уловлювання аерозолів ам.селітри. Діаметр 2400 мм; висота 2200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
123	Бак кислого конденсату	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для збирання кислого конденсату при промиванні обладнання. Діаметр 2400 мм; висота 2200 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
61	Дренажний бак	Вертикальний циліндричний апарат. Дно і кришка плоскі. Призначений для збирання розчину ам.селітри під час зупинки насосів 42 і насосів упарених розчинів 64, після промивання підлог та обладнання. Діаметр 1000 мм; висота 1000 мм; місткість 0,8 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T

Конденсат сокової пари у напірний бак подається насосом зі сховища. Рівень у напірному баку має бути в межах 400–1600 мм. Для запобігання переливу конденсату під час заповнення напірного баку передбачена лінія переливу з напірного баку в сховище 29. Передбачена подача парового конденсату в лінії виходу розчину аміачної селітри з апаратів ВТН і в аміачні барботери для їх промивання при запусках і зупинках з метою запобігання кристалізації ліній і барботерів. Сокова пара, що створюється у результаті кипіння розчину за рахунок тепла реакції нейтралізації, з апаратів ВТН поступає у сепаратори сокової пари 27/1,2.

Сепаратор має три сітчасті тарілки, на двох з котрих укладені охолоджувальні оборотною водою зміювики. Частина сокової пари конденсується, за рахунок чого на тарілках створюється шар конденсату, барботуючи крізь який, сокова пара промивається. У верхній частині сепараторів розміщено відбійник з іглопробивного полотна, на якому проходить відділення та виведення бризок розчину аміачної селітри. З сепараторів сокова пара поступає у загальний колектор сокової пари.

Тиск сокової пари після апаратів ВТН повинний бути не більше 20 кПа ($0,2 \text{ кгс/см}^2$). Сокова пара з донейтралізаторів викидається в атмосферу по свічі. Сконденсована в загальному колекторі сокова пара (конденсат) дренується в резервне сховище слабкого розчину 29/1,2, збірник конденсату 54, збірник слабкого розчину аміачної селітри 15.

Сокова пара з загального колектора поступає на малогабаритні швидкісні конденсатори 84/1-11 або загальноцехову свічу. В якості охолоджувальної рідини на малогабаритних швидкісних конденсаторах використовується вода оборотного циклу. Тиск оборотної води на вході в цех не менше $0,26 \text{ МПа}$ ($2,6 \text{ кгс/см}^2$). Температура оборотної води на вході в цех не більше 28°C , а на виході з цеху не більше 35°C . Оборотна вода через два фільтри 82/1-3 поступає на конденсатори, а після малогабаритних швидкісних конденсаторів у скидний колектор оборотного циклу. Конденсат сокової пари з конденсаторів 84/1-11 з температурою $80\text{--}90^\circ\text{C}$ направляється в збірник конденсату 54.

Відсмоктування інертів з малогабаритних швидкісних конденсаторів виконується вакуум-насосами 40/1-3. В якості робочої рідини на вакуум-насосах використовується конденсат сокової пари. Також може використовуватися вода з оборотного циклу. Конденсат сокової пари на вакуум-насоси подається по замкнутому циклу: конденсат з лінії нагнітання насосів поступає на холодильники 59/1,2,3, де охолоджується оборотною водою та подається на вакуум-насоси.

Конденсат після вакуум-насосів поступає в збірник замкнутого циклу 58. Із збірника 58 насосами 60/1,2 конденсат відсмоктується в збірник конденсату 54 або через холодильник 59/3 може подаватися на вакуум-насоси. Несконденсована в малогабаритних швидкісних конденсаторах сокова пара через сепаратор 67 загальноцехової свічі скидається в атмосферу. Масова концентрація аміаку в соковій парі повинна бути не більше 180 мг/м^3 . Розчин аміачної селітри з сепаратора 67 поступає в збірник 15 слабкого розчину аміачної селітри. Туди ж поступає розчин з колектора сокової пари. Із локальних збірників насосами розчин відкачується в загальний збірник. У загальний збірник конденсату сокової пари поступає перелив з напірного баку конденсату ГрБ3. Із загального збірника конденсат сокової пари насосами подається в напірний бак конденсату 413 ГрБ3, у збірник 615, у бак кислого конденсату 123, у відділення приготування магнезитової витяжки. Цей же розчин використовується при промиванні «зваженого» шару та конусів ГрБ3 і ГрБ4.

У резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри 29/1-2 насосом подається циркуляційний розчин. Цим же насосом відкачується розчин аміачної селітри з апаратів ВТН 22/1-5 і донейтралізаторів 22/1-4 при їх

зупинці. У сховище 29/1,2 поступає розчин аміачної селітри, який сконденсувався у сокопроводі з апаратів ВТН, а також розчин, що створився при промиванні конусів і решітки «зваженого» шару ГрБ3. У резервне сховище поступає розчин, який створився при промиванні конусів і решітки «зваженого» шару ГрБ4, азотна кислота з дренажу лінії НАК. У резервне сховище поступає НАК з піддонів апаратів ВТН, з дренажу лінії азотної кислоти на ГрБ3, конденсат зі збірника 54 у випадку його забруднення, розчин аміачної селітри, який створився в сокопроводі з апаратів ВТН, паровий конденсат з випарних апаратів при їх запуску та зупинці, розчин нітрату амонію. Розчин, який використовується для промивання вакуум-насосів від солей жорсткості, зі збірника замкнутого циклу 58 поступає в сховище 29/2. Розчин, який утворився при промиванні обладнання, комунікацій, з дренажного баку 61 насосом відкачується в сховище 29.

Для нейтралізації надлишку кислоти в розчині аміачної селітри після апаратів ВТН передбачена подача ГПА через барботер у нижню частину донейтралізаторів. Нейтралізація здійснюється до масової концентрації у розчині аміачної селітри азотної кислоти не більше $1,2 \text{ г/дм}^3$ або аміаку не більше $0,05 \text{ г/дм}^3$. Для покращення якості гранульованої аміачної селітри в донейтралізатори або апарати ВТН зі сховища центробіжним насосом подається магнезитова витяжка.

1.4. Технологічний процес приготування магнезитової витяжки

Процес розкладання магнезиту азотною кислотою здійснюється в реакторах періодичної дії 1А/1-3 і проводиться в декілька наступних операцій:

1. Приготування розчину азотної кислоти з масовою долею HNO_3 від 25 до 30%.

2. Завантаження в приготовлений розчин HNO_3 магнезиту з одночасним перемішуванням повітрям.

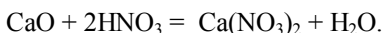
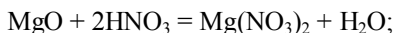
3. Перемішування розчину повітрям до кінцевого розкладання магнезиту.

4. Освітлення отриманого магнезитового розчину від нерозчинних частинок шляхом відстоювання.

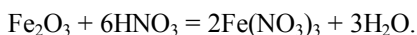
5. Зливання освітленого розчину магнезитової витяжки з реактора у відстійник 2А.

6. Зливання рідких відходів магнезитової витяжки в автоцистерну та відправлення їх на фізико-хімічне очищення (ФХО) цеху нейтралізації та очищення промислових стоків (НОПС) або в накопичувач.

Магнезит із залізничної цистерни технологічним повітрям з гребінки подається в силос 6А/1,2. Реактор 1А/1-3 заповнюється конденсатом сокової пари, яка подається насосом 20/1,2 з збірника конденсату сокової пари 18/1, 2. З метою зменшення вмісту азоту амонійного у рідких відходах магнезитової витяжки передбачена подача парового конденсату з лінії нагнітання насоса 57/1,2 у лінію конденсату сокової пари. У барботер реактора 1А/1-3 подають технологічне повітря. Потім по трубопроводу у реактор подається азотна кислота. При досягненні масової долі кислоти 25–30% подача в реактор азотної кислоти припиняється. У приготовлений у реакторі 1А/1-3 розчин азотної кислоти з силоса 6А/1,2 технологічним повітрям подається магнезит. Розкладання каустичного магнезиту в азотній кислоті проходить за реакціями:



Оксиди заліза (алюмінію, рідкоземельних металів) частково розкладаються азотною кислотою за формулою



Подавання магнезиту в реактор дозують з надлишком проти стехіометрії до рН середовища розчину 7,02–8,0. Після припинення подачі магнезиту розчин витримують при температурі 70–90°C на протязі 1–2 годин з постійним перемішуванням повітрям. Рівень у реакторі 1А/1-3 підтримується не більше 5500 мм. Викидні газу з реакторів 1А/1-3 через сепаратор 8А поступають на загальноцехову свічу та скидаються в атмосферу. Після перемішування повітрям розчин магнезитової витяжки відстоюється в реакторі не менше 6 годин. Потім магнезитова витяжка з масовою концентрацією нітрату магнію в перерахунку на оксид магнію — 100–145 г/дм³ з реактора зливається у відстійник 2А. Рівень у відстійнику магнезитової витяжки 2А має бути не більше 4500 мм.

З відстійника освітлений розчин магнезитової витяжки відводиться центробіжним насосом 4А/1,2 у сховище магнезитової витяжки 65/1, звідки поступає у сховище магнезитової витяжки 65/2. Рівень у сховищі магнезитової витяжки 65/1 і 65/2 має бути не більше 4500 мм, масова концентрація нітрату магнію у перерахунку на оксид магнію

100,0–145,0 г/дм³, заліза у перерахунку на оксид заліза не більше 0,009 г/дм³, рН 7,02–8,0. Рідкі відходи магnezитової витяжки з конусної частини реактора 1А/1-3 об'ємом 4–6 м³ шламовим насосом 5А виводяться в контейнер або автоцистерну. Сюди ж насосом 5А виводиться конденсат сокової пари під час промивання реакторів 1А/1-3. Рідкі відходи магnezитової витяжки з масовою концентрацією азоту амонійного не більше 120 мг/дм³, азоту нітратного не більше 100 г/дм³ і рН 6,5–8,5 вивозяться на ФХО цеху НОПС, звідки по шламовій лінії разом зі шламом, який створюється на ФХО, виводиться в шламонакопичувач. Для запобігання ущільнення колоїдного осадку після відкачування розчину магnezитової витяжки до вивантаження рідких відходів у нижню частину реактора подається повітря.

У донейтралізатор 3А, рівень у якому не має перевищувати 2800 мм, поступає розчин після промивання фільтрів з ГрБ4. Конденсат сокової пари з сокопроводу після сепаратора 8А поступає на загальноцехову свічу, звідки відкачується центробіжним насосом 4А/1,2 у реактор 1А/1-3 для приготування розчину магnezитової витяжки. У донейтралізатор 3А зливається освітлений розчин магnezитової витяжки з реактора 1А/1-3 при ремонті відстійника 2А, звідки відкачується центробіжним насосом 4А/1, 2 у сховище магnezитової витяжки 65/1. Масова концентрація оксидів азоту зі свічі відстійника та донейтралізатора магnezитової витяжки не більше 2040 мг/м³, зі свічі сховища магnezитової витяжки не більше 251 мг/м³. Норми технологічного режиму приготування магnezитової витяжки приведені в табл. 1.7.

Таблиця 1.7

Норми технологічного режиму приготування магnezитової витяжки

Назва стадії та потоків реагентів	Найменування параметра, од. вим.	Границі допустимих значень параметрів
1. Приготування розчину магnezитової витяжки в реакторах	Рівень, мм	не більше 5500
	Масова доля азотної кислоти, %	25–30
	Масова концентрація оксиду магнію, г/дм ³	100–145
	рН	7,02–8,0
2. Розчин магnezитової витяжки у відстійнику	Рівень, мм	не більше 4500
3. Розчин магnezитової витяжки в донейтралізаторі	Рівень, мм	не більше 2800

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу приготування магнетитової витяжки приведені в табл. 1.8.

Таблиця 1.8

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу приготування магнетитової витяжки

Номер позиції	Найменування обладнання	Основні технічні характеристики обладнання
1	2	3
65	Сховище магнетитової витяжки	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Призначений для зберігання магнетитової витяжки. Висота 4900 мм; діаметр 5000 мм; місткість 96 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
66	Центробіжний насос	Призначений для подачі магнетитової витяжки в донейтралізатор. Тип МОР-80; масова подача 60 м ³ /год. Електродвигуни: - 66/1: тип 5А160 52У3, N=15 кВт, U=380 В, n=48,8 с ⁻¹ ; - 66/2: тип КОМ, N=15 кВт, U=380 В, n=47,5 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
1-А	Реактор	Вертикальний зварний апарат. Кришка — пласка, днище — конусне. Призначений для розкладання магнетиту в азотній кислоті та отримання розчину магнетитової витяжки. Діаметр 3000 мм; висота циліндричної частини 3500 мм; висота конуса 2000 мм; місткість 28 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
2-А	Відстійник магнетитової витяжки	Вертикальний зварний апарат. Призначений для відділення нерозчинних речовин у магнетитовій витяжці, яка подається з реакторів. Кришка та днище апарата пласкі. Діаметр 4013 мм; висота 4500 мм; місткість 57 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
3-А	Донейтралізатор магнетитової витяжки	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Призначений для зберігання магнетитової витяжки. Діаметр 2891 мм; висота 3000 мм; місткість 19,7 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
4-А	Центробіжний насос	Призначений для відкачування розчину магнетитової витяжки в сховище 65. Потужність 15 кВт; масова подача 15 м ³ /год. Електродвигун: тип: АО2-52/4, N=10 кВт, U=220/380 В, n=24,2 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T

1	2	3
6-А	Силос	Вертикальний циліндричний зварний апарат. Кришка — плоска, днище — конусне. Призначений для зберігання магнезитового каустичного порошка. Діаметр 5700 мм; висота циліндричної частини 6550 мм; висота конічної частини 4950 мм; висота загальна 11500 мм; місткість 200 м ³ . Матеріал: сталь Ст.3
8-А	Сепаратор	Вертикальний циліндричний зварний апарат. Кришка та днище — сферичні. Призначений для уловлювання сконденсованих парів азотної кислоти перед скиданням пари на свічу. Висота 2450 мм; діаметр 800 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

Масова концентрація оксиду магнію MgO у розчині аміачної селітри в донейтралізаторах має бути 1,6–4,0 г/дм³, мастила — не більше 7 мг/кг, масова доля аміачної селітри — не менше 75%. Рівень розчину в донейтралізаторах має бути 600–2500 мм. Передбачена подача магнезитової витяжки в збірники упареного розчину аміачної селітри. З донейтралізаторів і збірника центробіжними насосами розчин аміачної селітри з масовою долею аміачної селітри не менше 75% подається в напірний бак. Відкачування розчину аміачної селітри з донейтралізаторів для їх випорожнення виконується насосом слабких лугів у резервне сховище слабого розчину аміачної селітри.

1.5. Концентрування слабого розчину аміачної селітри та відкачування конденсату упарювання

З напірного баку 43 розчин аміачної селітри поступає в збірник упареного розчину 63/1, 2 і по переливній лінії в донейтралізатори 21/1-4. Рівень розчину в збірнику упареного розчину 63 знаходиться в межах 1000–2700 мм, а в напірному баку 43 визначається за наявністю переливу. Температура розчину аміачної селітри в напірному баку 43 не нормується. Норми технологічного режиму концентрування слабого розчину аміачної селітри та відкачування конденсату упарювання приведені в табл. 1.9.

Таблиця 1.9

**Норми технологічного режиму концентрування слабого розчину
аміачної селітри та відкачування конденсату упарювання**

Назва стадії та потоків реагентів	Найменування параметра, од. вим.	Номінальне значення	Границі допустимих значень параметрів
1. Розчин ам. селітри в збірнику розчину 41	Рівень, мм	675–2425	600–2500
2. Розчин ам. селітри в збірнику упареного розчину 63/1, 2.	Рівень, мм	1078–2622	1000–2700
	Масова доля ам. селітри, %		не менше 78,0
	Масова концентрація аміаку, г/дм ³		не більше 0,2
3. Конденсат сокової пари в усереднюючій ємності Е-5; Е-6/1, 2	Рівень, мм	626–2374	600–2400
	Рівень, мм	826–3174	800–3200

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу концентрування слабого розчину аміачної селітри та відкачування конденсату упарювання приведені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10

**Технічні характеристики обладнання технологічного процесу концентрування
слабого розчину аміачної селітри та відкачування конденсату упарювання**

Номер позиції	Найменування обладнання	Основні технічні характеристики обладнання
1	2	3
15	Збірник слабого розчину ам. селітри	Вертикальний, циліндричний зварний апарат. Кришка та днище плоскі. Призначений для збору конденсату сокової пари з колектора та сепаратора 67. Діаметр 2200 мм; висота 3100 мм; місткість 12 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
18	Збірник конденсату сокової пари	Вертикальний, циліндричний зварний апарат. Кришка та днище плоскі. Призначений для збору конденсату сокової пари після поверхневих конденсаторів апаратів ВТН. Діаметр 3000 мм; висота 4050 мм; місткість 30 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
27	Сепаратор сокової пари	Вертикальний зварний апарат, днище і кришка конічні. Призначений для часткової конденсації сокової пари, а також для відділення розчину ам. селітри від сокової пари після апаратів ВТН. Робочий тиск 0,02 МПа (0,2 кгс/см ²). Діаметр 3200 мм; висота 6410 мм; місткість 20 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

1	2	3
29	Резервне сховище слабого розчину ам. селітри	Горизонтальний зварний апарат з сферичними кришками. Призначений для зберігання слабого розчину ам. селітри. Діаметр 3000 мм; довжина 14000 мм; місткість 90 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
32	Напірний бак	Вертикальний циліндричний зварний апарат, ізольований. Призначений для рівномірної подачі слабого розчину ам. селітри в упарювальні апарати 44/1, 2. Діаметр 2000 мм; висота 2120 мм; місткість 6,7 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
40	Вакуум-насос	Призначений для підтримування вакууму в системі випарника III ступеня, конденсації сокової пари за рахунок відсмоктування інертних газів з поверхневих конденсаторів. Масова подача 1650 м ³ /год. Тип РМК-4. Електродвигун: 40/1-3 МА36-51, потужність 75 кВт, n=12,3 с ⁻¹ , U=380 В. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
41	Збірник розчину ам. селітри	Вертикальний зварний циліндричний апарат. Кришка та днище пласкі. Призначений для проміжного зберігання розчину ам. селітри. Діаметр 3000 мм; висота 3000 мм; Місткість 20 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
42/1-3	Насос	Центробіжний насос, призначений для подачі розчину ам. селітри з збірника розчину 41 і донейтралізаторів 21 у напірний бак 43. Тип насосу RN 65/200B (фірма FRIATEC). Масова подача 60 м ³ /год, напір 40 м, потужність 17 кВт. Електродвигун: Siemens 1MA6 тип 200L, N=20 кВт, U=380 В, n=48,3 с ⁻¹ . Матеріал: сталь 1,4408 (аналог 10X13H3)
42/4	Насос	Центробіжний насос, призначений для циркуляції слабого розчину ам. селітри з резервного сховища слабого розчину ам. селітри 29 через напірний бак 32 в упарювальні апарати 44/1, 2. Тип насосу RN 65/200B (фірма FRIATEC). Масова подача 60 м ³ /год, напір 40 м, потужність 17 кВт. Електродвигун: Siemens 1MA6 тип 200L, N=20 кВт, U=380 В, n=48,3 с ⁻¹ . Матеріал: сталь 1,4408 (аналог 10X13H3)
42/5	Насос	Центробіжний насос, призначений для подачі розчину ам. селітри у напірний бак 43, у ВТН, у сховище слабого розчину, з резервних сховищ слабого розчину ам. селітри, з апаратів ВТН при відкачуванні з них розчину

1	2	3
		Тип насосу RN 65/200В(фірма FRIATEC). Масова подача 60 м ³ /год, напір 40 м, потужність 17 кВт. Електродвигун: Siemens 1MA6, тип 200L, N=20 квт, U=380 В, n=48,3 с ⁻¹ . Матеріал: сталь 1,4408 (аналог 10X13Н3)
43	Напірний бак	Вертикальний циліндричний зварний апарат. Кришка та днище пласкі. Призначений для перерозподілення розчину ам. селітри між донейтралізаторами 21 і збірниками упареного розчину ам. селітри 63/1, 2. Діаметр 2200 мм; висота 2120 мм; місткість 8 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18Н10Т
44	Упарювальний апарат	Горизонтальний двоходовий кожухотрубний теплообмінник з плаваючою голівкою. Тиск у міжтрубному просторі 0,9 МПа (9 кгс/см ²). Призначений для упарювання слабого розчину ам. селітри до концентрації не меншої 45%. Діаметр 800 мм; довжина 5255 мм; поверхня теплообміну 75 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18Н10Т
45	Сепаратор доупарювального апарату	Вертикальний циліндричний зварний апарат з сферичними днищами. Призначений для відділення розчину ам. селітри від сокової пари. Діаметр 1200 мм; висота 3000 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18Н10Т
46	Гідрозатвор доупарювального апарату	Вертикальний циліндричний зварний апарат. Кришка та днище пласкі. Призначений для запобігання попадання сокової пари в збірники упареного розчину ам. селітри. Діаметр 150 мм; висота 2500 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18Н10Т
49	Поверхневий конденсатор	Горизонтальний кожухотрубний теплообмінник із сферичними кришками. Призначений для конденсації пари вторинного кипіння після розширювачів 52 і 53. Поверхня теплообміну 367 м ² ; діаметр 1200 мм; довжина 5335 мм. Матеріал: сталь 09Г2С; Ст.3
50	Парозволочувач	Вертикальний циліндричний зварний апарат із сферичними днищами. Призначений для зволоження перегрітої пари, яка подається в упарювальні апарати 44/1, 2. Робочий тиск 0,9 МПа (9 кгс/см ²). Діаметр 1000 мм; висота 1800 мм. Матеріал: сталь Ст.3

1	2	3
51	Парозволожувач	Вертикальний циліндричний зварний апарат із сферичними днищами. Призначений для зволоження перегрітої пари, яка подається у випарний апарат з падаючою плівкою та підігрівач повітря на ГрБЗ. Робочий тиск 1,3 МПа (13 кгс/см ²). Діаметр 800 мм; висота 2229 мм. Матеріал: сталь Ст.3
52	Розширювач конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат із сферичними днищами. Призначений для створення пари вторинного кипіння з конденсату, який подається з випарних апаратів випарника III ступеня та упарювальних апаратів за рахунок зміни тиску до 0,04 МПа (0,4 кгс/см ²). Діаметр 1000 мм; висота 2018 мм. Матеріал: сталь Ст.3
53	Розширювач конденсату	Призначений для створення пари вторинного кипіння з тиску 0,04 МПа (0,4 кгс/см ²) з конденсату випарного апарату з падаючою плівкою та підігрівачів повітря за рахунок кипіння пари при зниженні тиску. Діаметр 1200 мм; висота 2017 мм. Матеріал: сталь Ст.3
54	Збірник конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат із сферичними днищами. Призначений для проміжного зберігання конденсату сокової пари з апаратів ВТН, випарника III ступеня, упарювальних апаратів 44/1, 2. Діаметр 2450 мм; висота 3160 мм; місткість 15 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
55	Збірник чистого конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Призначений для проміжного зберігання конденсату. Діаметр 2510 мм; висота 2100 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
56	Центробіжний насос	Призначений для подачі конденсату сокової пари в усереднюючі ємності. Тип насосу RN 50/200B (фірма FRIATEC). Масова подача 40 м ³ /год, напір 40 м, потужність 9,2 кВт. Електродвигун: Siemens IMA6 тип 160L, N=12,5 кВт, U=380 В, n=48,3 с ⁻¹ . Матеріал: сталь 1,4408 (аналог 10X13H3)
58	Збірник замкнутого циклу	Зварний апарат прямокутної форми. Призначений для збирання конденсату після вакуум-насосу. Діаметр 2000 мм; висота 1750 мм; місткість 5,5 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T

1	2	3
59	Холодильник	Вертикальний кожухотрубний апарат. Призначений для охолодження конденсату, який подається на вакуум-насоси та в цех НОПС. Діаметр 1000 мм; довжина 4703 мм; поверхня теплообміну 74 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
60	Центробіжний насос	Призначений для відкачування конденсату з збірника замкнутого циклу: - 60/1: тип АХЕ 40-25-60; масова подача 6,3 м ³ /год, напір 32 м, потужність 1,8 кВт, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип АІ, N=40 кВт, U=380 В, n=48 с ⁻¹ ; - 60/2: тип АХЕ 50-32-160. Масова подача 12,5 м ³ /год, напір 32 м, потужність 2,6 кВт, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: ВАО-52-2У-2, N=13 кВт, U=380 В, n=48,7 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
61	Дренажний бак	Вертикальний циліндричний апарат. Дно і кришка пласкі. Призначений для збирання розчину ам.селітри під час зупинки насосів 42 і насосів упарених лугів 64, після промивання підлог та обладнання. Діаметр 1000 мм; висота 1000 мм; місткість 0,8 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
63	Збірник упареного розчину	Горизонтальний зварний апарат із сферичними днищами. Призначений для проміжного зберігання упареного розчину ам. селітри. Діаметр 3000 мм; висота 9250 мм; місткість 65 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
64	Центробіжний насос	Призначений для подачі упареного розчину ам.селітри в напірний бак ІІІ ступеня: - 64/1, 2: тип KRS-100/270; масова подача 60 м ³ /год, напір 90 м. Електродвигун: тип 2В250, N=75 кВт, U=380 В, n=49,6 с ⁻¹ . - 64/3: тип KRS-100/270; масова подача 60 м ³ /год, напір 90 м. Електродвигун: тип 4АМ250, N=90 кВт, U=380 В, n=49,7 с ⁻¹ ; - 64/5: тип KRS-100/270; Масова подача 60 м ³ /год, напір 90 м. Електродвигун: тип КР 280-3/2, N=80 кВт, U=380 В, n=49,7 с ⁻¹ ; - 64/1а, 4: тип RN 65/250В; Масова подача 60 м ³ /год, напір 90 м, N=42,9 кВт, n=48,3 с ⁻¹ . Електродвигун: тип Siemens ІМАС, N=58 кВт, U=380 В, n=49,7 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т, сталь 1,4408 (аналог 10Х13Н3)

1	2	3
84	Малогабаритний швидкісний конденсатор	Горизонтальний кожухотрубний апарат з висококомпактним нерегулярним трубним пучком, зібраним з особливо тонкостінних труб. Призначений для конденсації сокової пари: - 84/1-10: марка ТТАІ П-2-150/1200 (164); діаметр 150 мм. довжина трубного пучка 1200 мм; - 84/11: марка ТТАІ П-150/2600А; діаметр 150 мм, довжина трубного пучка 2600 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
Е-5	Усереднююча ємність	Горизонтальний циліндричний зварний апарат з еліптичними днищами. Служить для збирання та розбавлення конденсату сокової пари перед видачею в цех НОПС до установлених норм. Габаритні розміри: 9800×2956×3710 мм. Місткість 50 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
Е-6	Усереднююча ємність	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Служить для збирання та розбавлення конденсату сокової пари перед видачею у цех НОПС до установлених норм. Діаметр 2800 мм, висота 4000 мм; місткість 24,6 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
Іг	Напірний бак	Вертикальний циліндричний апарат, ізольований. Призначений для рівномірної подачі упареного розчину у випарні апарати ІІІ ступеня з сепаратором. Діаметр 2200 мм; висота 3400 мм; місткість 12,6 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
402	Напірний бак випарника ІІІ ступеня	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими кришкою та днищем, ізольований. Призначений для рівномірної подачі упареного розчину у випарні апарати. Діаметр 2000 мм; висота 3200 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
607	Парозволожувач	Вертикальний циліндричний зварний апарат з сферичними днищами, ізольований. Призначений для зволоження перегрітої пари, яка подається у випарні апарати з сепаратором ІІІ ступеня випарника. Діаметр 1000 мм; висота 3100 мм. Матеріал: сталь 09Г2С; Сталь 20
407	Поверхневий конденсатор	Вертикальний кожухотрубний теплообмінник з сферичними кришками. Призначений для створення вакууму в системі за рахунок конденсації сокової пари після випарних апаратів з сепараторами. Діаметр 1000 мм, висота 5200 мм; поверхня теплообміну 234 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

Для нейтралізації надлишку кислоти в розчині аміачної селітри передбачена подача аміаку в збірники упареного розчину. Нейтралізація здійснюється до масової концентрації аміаку в розчині не більше $0,2 \text{ г/дм}^3$. У збірники упареного розчину 63/1, 2 поступає розчин аміачної селітри з переливних ліній напірних баків 402 і 1г ГрБ3 і ГрБ4 відповідно. У збірники упареного розчину передбачена також подача магnezитової витяжки. Масова доля аміачної селітри в збірниках 63/1, 2 має бути не менше 78%.

Із збірників розчин аміачної селітри подається насосами у напірний бак ГрБ4 і в напірний бак ГрБ3. Розчин аміачної селітри з ліній нагнітання насосів при їх зупинці, а також конденсат після промивання ліній нагнітання насосів або перевірки ліній нагнітання на проходність перед запуском насосів збирається в дренажний бак 61. Розчин з дренажного баку витискується повітрям під тиском не більше $0,07 \text{ МПа}$ у резервне сховище слабого розчину аміачної селітри.

У цех із загальної мережі підприємства поступає пара під тиском не менше $1,5 \text{ МПа}$ (15 кгс/см^2), редукується до тиску не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2) і не більше $0,9 \text{ МПа}$ (9 кгс/см^2). Пара під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2) поступає через парозволожувач, де зволожується паровим конденсатом, на ГрБ3 для обігріву випарного апарату з падаючою плівкою 603 і підігрівачів повітря поз. 604. Температура пари на виході з парозволожувача 51 дорівнює $190\text{--}200^\circ\text{C}$. Пара під тиском не більше $0,9 \text{ МПа}$ (9 кгс/см^2) подається у парозволожувач 50, де зволожується паровим конденсатом із парозволожувача 607 ГрБ3 і з температурою не вище 180°C поступає на обігрів випарних апаратів. У випарних апаратах проходить випаровування розчину, який подається через напірний бак насосом з резервного сховища слабого розчину аміачної селітри. З випарних апаратів розчин повертається у сховище 29. Тиск гріючої пари не більше $0,9 \text{ МПа}$ ($9,0 \text{ кгс/см}^2$). Температура розчину в апаратах 44/1, 2 не більше 140°C . При досягненні концентрації не менше 45% і температури не менше 80°C розчин з резервного сховища через апарати ВТН подається у донейтралізатори. Паровий конденсат з випарних апаратів, з ГрБ3 і ГрБ4 поступає в розширювачі конденсату 52, 53, де в результаті зниження тиску до $0,04 \text{ МПа}$ ($0,4 \text{ кгс/см}^2$) конденсат закипає зі утворенням вторинної пари, що конденсується в поверхневому конденсаторі 49, який охолоджується оборотною водою. Конденсат з поверхневого конденсатора поступає в збірник чистого конденсату 55. Паровий конденсат з розширювачів 52, 53 направляється в збірник чистого конденсату 55. У збірник конденсату 54 поступає конденсат з поверхневих конденсаторів 407/1, 2 ГрБ3, зі збірника конденсату ГрБ4, розчин з сокопроводу апаратів ВТН, з малогабаритних швидкісних конденсаторів 84, а також зі збірника замкнутого циклу 58.

Конденсат сокової пари зі збірника 54 насосами відкачується в усереднюючі ємності, а також використовується для підживлення збірника замкнутого циклу 58.

На лінії подачі конденсату в усереднюючі ємності розміщений змішувач, у який подається оборотна вода з цеху водооборотного циклу (ВОЦ) для розчинення конденсату до установлених норм вмісту азоту амонійного та азоту нітратного. Масова концентрація азоту амонійного має бути не більше 840 мг/дм^3 та азоту нітратного — не більше 740 мг/дм^3 . Конденсат сокової пари з усереднюючих ємностей насосами відкачується в цех НОПС, а також використовується для промивання решітки «зваженого» шару та конусів ГрБ3. При підвищенні масової концентрації азоту амонійного вище 840 мг/дм^3 , азоту нітратного вище 740 мг/дм^3 у конденсаті, що видається з ємностей у цех НОПС, передбачена подача парового конденсату або оборотної води в збірник 54 та оборотної води в лінію конденсату в цех НОПС.

1.6. Упарювання розчину аміачної селітри у випарних апаратах III ступеня та гранулювання

Із збірників упареного розчину 63/1, 2 розчин аміачної селітри з масовою долею NH_4NO_3 не менше 78,0% насосами подається в напірний бак ГрБ3 і ГрБ4. На ГрБ3 процес випаровування протікає таким чином [16]. З напірного баку 402 розчин аміачної селітри поступає у випарні апарати 601/1, 2. Надлишок розчину по переливній лінії з напірного баку поступає у збірник упареного розчину 63/1, 2. Рівень у напірному баку 402 визначається за наявністю переливу. Випаровування розчину у випарному апараті виконується під вакуумом не менше 0,052 МПа (400 мм рт. ст.). У міжтрубний простір випарних апаратів подається насичена пара під тиском не більше 1,2 МПа (12 кгс/см^2) і температурою не вище 195°C з парозволожувача 607. Паровий конденсат з випарних апаратів через відділювач парового конденсату 608 видається у парозволожувач 607. Після парозволожувача 607 паровий конденсат поступає у парозволожувач 50. При запусках і зупинках агрегату випаровування III ступеня паровий конденсат із парозволожувача 607 направляється в розширювач парового конденсату 52. В аварійних випадках передбачена дренажна лінія парового конденсату в оборотну воду. Норми технологічного режиму упарювання розчину аміачної селітри у випарних апаратах III ступеня і гранулювання приведені в табл. 1.11.

**Норми технологічного режиму упарювання розчину аміачної селітри у
випарних апаратах III ступеня і гранулювання**

Назва стадії та потоків реагентів	Найменування параметра, од. вим.	Номінальне значення	Границі допустимих значень параметрів
1	2	3	4
1. Розчин ам. селітри в напірному баку 1г, 402	Температура, °С	113–157	110–160
2. Плав ам. селітри після випарних апаратів з сепаратором 2г, 601	Температура, °С	162,7–167,3	160–170
3. Конденсат сокової пари після поверхневих конденсаторів 1г, 407	Масова концентрація, г/дм ³ : аміаку		не більше 2,0
	азотної кислоти		не більше 1,0
	ам. селітри		не більше 6,0
4. Повітря на нагнітанні вентиляторів 605/ 1, 2, 6г/1, 2	Тиск, МПа (мм. вод. ст.)		не більше 0,006 (600,0)
5. Повітря після підігрівача повітря 604, 5г	Температура, °С	183,0–187,0	180,0–190,0
6. Пара на вході у парозволожувач 51, 55г	Тиск, МПа (кгс/см ²)		не більше 1,3 (13,0)
7. Пара на виході з парозволожувача 51, 55г (на підігрівачі повітря та випарний апарат з падаючою плівкою)	Температура, °С	193,0–197,0	190,0–200,0
8. Плав ам. селітри на виході з випарного апарату з падаючою плівкою 603, 4г	Температура, °С	173–182	170–185
9. Пара у парозволожувач 607, 16г	Тиск, МПа (кгс/см ²)		не більше 1,2 (12,0)
10. Пара після парозволожувача 607, 16г (на випарні апарати III ступеня 601, 2г)	Температура, °С		не більше 195,0
11. Пароповітряна суміш на виході з апарату для вилучення аерозолів ам. селітри 617, 46г	Температура, °С		не більше 80,0
	Масова концентрація, мг/м ³ : аміаку		не більше 200,0
	ам. селітри		не більше 160,0

1	2	3	4
12. Плав ам. селітри з нейтралізатора плаву перед гранулятором	Масова доля, %:		
	ам. селітри		не менше 99,5
	аміаку		не більше 0,05
	азотної кислоти		не більше 0,02
13. Повітря з витяжних вентиляторів ГрБЗ і ГрБ4 408,12г	Масова концентрація, мг/кг:		
	мастила		не більше 7,0
	Масова концентрація, мг/м ³ :		
	ам. селітри		не більше 180,0

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу упарювання розчину аміачної селітри у випарних апаратах III ступеня та гранулювання приведені в табл. 1.12.

Таблиця 1.12

Технічні характеристики обладнання технологічного процесу упарювання розчину аміачної селітри у випарних апаратах III ступеня та гранулювання

Номер позиції	Найменування обладнання	Основні технічні характеристики обладнання
1	2	3
Вузол упарювання ГрБЗ		
402	Напірний бак випарника III ступеня	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими кришкою та днищем. Апарат ізольований. Призначений для рівномірної подачі упареного розчину у випарні апарати. Діаметр 2000 мм; висота 3200 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
601	Випарний апарат з сепаратором	Вертикальний кожухотрубний теплообмінник плівкового типу. Призначений для упарювання розчину ам. селітри з масовою долею аміачної селітри від 85% до 98,5%. Виконаний разом з сепаратором. Діаметр 600 мм; висота 11163 мм; поверхня теплообміну 141 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 08X22H6T; сталь Ст.3
602	Гідрозатвор-донеітралізатор	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для підтримання вакууму у системі та для нейтралізації надлишкової азотної кислоти в плаві ам. селітри, яка поступає у випарний апарат з падаючою плівкою, газоподібним аміаком. Діаметр 700 мм; висота 1000 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T

Продовження табл. 1.12

1	2	3
603	Випарний апарат з падаючою плівкою	Вертикальний циліндричний апарат, виконаний з сепаратором у верхній частині. Середня частина апарату — випарювальна. Нижня частина — доупарювальна. Апарат має дві тарілки провального типу, з розташованими на них змійовиками. Апарат призначений для кінцевого доупарювання плаву ам. селітри з масовою долею ам. селітри від 98,5% до 99,5%. Діаметр 1400 мм; поверхня теплообміну 164 м ² ; висота 11060 мм; діаметр сепараційної частини 3200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
604	Підігрівач повітря	Горизонтальний кожухотрубний апарат, ізольований. Призначений для підігріву повітря, яке подається у випарний апарат з падаючою плівкою. Поверхня теплообміну 150 м ² ; діаметр 800 мм; довжина 5020 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T; 09Г2С; сталь Ст.3
605	Вентилятор центробіжний	Призначений для подачі повітря у випарний апарат з падаючою плівкою. Напір 600 мм вод. ст.; продуктивність 10000 м ³ /год; тип ВВД-11. Електродвигун: тип: 4А280L43, N=45 кВт, n=24,6 с ⁻¹ , U=220/380 В. Матеріал: сталь Ст.3
606	Нейтралізатор плаву	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для рівномірної подачі плаву в гранулятор і для нейтралізації плаву газоподібним аміаком після випарного апарату з падаючою плівкою. Діаметр 1200 мм; висота 1200 мм; місткість 1,25 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
99	Гранулятор	Грануляційна установка ВВГ-500/585. Призначена для отримання однорозмірних (монодисперсних) крапель плаву при гранулюванні ам. селітри. Продуктивність корзин: № 1 20-30 т/г, № 2 30–40 т/г. Фільтри-гомогенізатори 80–100 т/г. Електродвигун гранулятора: тип АІР 71В2У3, N=1,1 кВт, U=380 В, n=4,7 с ⁻¹ ; фільтра-гомогенізатора: тип АІММ 112М4У25, N=5,5 кВт, U=380 В, n=24 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
405	Сепаратор випарника ІІІ ступеня	Вертикальний циліндричний зварний апарат зі сферичними днищами. Призначений для відділення крапель плаву ам. селітри від сокової пари, яка виходить з індивідуальних сепараторів апаратів випарника ІІІ ступеня. Діаметр 2000 мм; висота 3666 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T

1	2	3
406	Гідрозатвор	Вертикальний зварний апарат. Призначений для підтримування вакууму в системі випарника III ступеня. Діаметр 600 мм; висота 1200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
407	Поверхневий конденсатор	Вертикальний кожухотрубний теплообмінник зі сферичними кришками. Призначений для створювання вакууму в системі за рахунок конденсації сокової пари після випарних апаратів з сепараторами. Діаметр 1000 мм, висота 5200 мм; поверхня теплообміну 234 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
408	Осьовий вертикальний вентилятор	Призначений для вилучення гарячого повітря з гранбашні. Напір 50 мм вод. ст. Продуктивність 60000 м ³ /год. Електродвигун: тип 2B250M8-Y2-5, N=45 кВт, n=12,25 с ⁻¹ , U=380 В. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
413	Напірний бак конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Призначений для рівномірної подачі конденсату сокової пари в сепаратори випарника III ступеня і для промивання обладнання та комунікацій. Діаметр 1140 мм; висота 1200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
607	Парозволожувач	Вертикальний циліндричний зварний апарат зі сферичними днищами, ізольований. Призначений для зволоження перегрітої пари, яка подається у випарні апарати з сепаратором III ступеня випарника. Діаметр 1000 мм; висота 3100 мм. Матеріал: сталь 09Г2С і сталь 20
608	Відділювач парового конденсату	Призначений для рівномірної подачі парового конденсату на зрошення парозволожувача 607. Діаметр 1000 мм; висота 1880 мм. Матеріал: сталь Ст.3
92	Апарат охолодження ам. селітри у «зваженому» шарі	Призначений для охолодження гранул ам. селітри. Діаметр решітки 7500 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
93	Вентилятор центробіжний	Призначений для подачі повітря на апарат охолодження ам. селітри у «зваженому» шарі. Тип ВДН-20 Масова подача 230000 м ³ /год, напір 460 мм вод. ст. Електродвигун: тип ДАЗО-4-400У-6У1, N=400 кВт, n=16,5 с ⁻¹ , U=6000 В. Матеріал: сталь Ст.3

1	2	3
81	Грануляційна башня	Вертикальна циліндрична споруда висотою 40,5 м, яка переходить у нижній частині в бункер, що являє собою два усічених конуси, розміщених послідовно з зазорами та переходячих в апарат охолодження ам. селітри у «зваженому» шарі. На верхньому перекритті встановлено технологічне обладнання та гранулятор. Діаметр 16000 мм; висота центральної частини 27000 мм; висота конусної частини 13500 мм. Матеріал: сталь Ст.3; нержавіюча сталь 12X18H10T; бетон; футерівка з кислотостійкої цегли
610	Центробіжний насос	Призначений для відкачування розчину ам. селітри після промивання апарату охолодження у «зваженому» шарі. Тип X 45/31. Масова подача 45 м ³ /год, напір 31 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип АО2-42/2, N=19 кВт, U=380 В, n=48,5 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
611	Збірник	Призначений для збирання розчину ам. селітри після промивання «зваженого» шару. Діаметр 1500 мм; висота 2000 мм; місткість 3,5 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
615	Збірник	Призначений для збирання слабкого розчину ам. селітри після скрубера-сепаратора та апарату для вилучення аерозолів ам. селітри, а також для рівномірної подачі розчину на циркуляційні насоси, що подають розчин на зрошення скрубера-сепаратора та апарату для вилучення аерозолів ам. селітри. Діаметр 2400 мм; висота 2200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
616	Скрубер-сепаратор	Горизонтальний циліндричний апарат. Призначений для очищення пароповітряної суміші після випарного апарату з падаючою плівкою від пилу ам. селітри та вилучення аміаку. Діаметр 1400 мм; довжина 3625 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
617	Апарат для вилучення аерозолів ам. селітри	Призначений для вилучення аерозолів ам. селітри та аміаку на барботажній тарілці апарату і скловолокнистому фільтрі. Діаметр 2800 мм, висота 4120 мм, місткість 17 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
614	Центробіжний насос	Призначений для подачі слабкого розчину ам. селітри на зрошення скрубера-сепаратора та апарату для вилучення аерозолів ам. селітри. Тип X 90/85. Масова подача 90 м ³ /год, Напір 85 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигуни: - 614/1: тип ВАО-81-2-2У2. N=40 кВт, U=380 В, n=49,2 с ⁻¹ ; - 614/2: тип ВАО 50. N=30 кВт, U=380 В, n=50 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T

1	2	3
123	Бак кислого конденсату	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для збирання кислого конденсату при промиванні обладнання. Діаметр 2400 мм; висота 2200 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
613	Центробіжний насос	Призначений для подачі кислого конденсату на промивання обладнання та комунікацій. Тип MOR 65. Масова подача 15 м ³ /год, напір 60 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип ВАО-42/2, N=7,5 кВт, U=380 В, n=48,3 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
Вузол упарювання з гранбашнею ГрБ4		
1г	Напірний бак	Вертикальний циліндричний апарат, ізольований. Призначений для рівномірної подачі упареного розчину у випарні апарати III ступеня з сепаратором. Діаметр 2200 мм; висота 3400 мм; місткість 12,6 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
2г	Випарний апарат з сепаратором	Вертикальний кожухотрубний теплообмінник плівкового типу. Призначений для упарювання розчину ам. селітри масовою долею від 85% до 98,5%. Виконаний разом з сепаратором. Діаметр 600 мм; висота 11165 мм; поверхня теплообміну 141 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 08X22H6T; сталь Ст.3
3г	Гідрозатвор-донеїтралізатор	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для підтримування вакууму в системі і для нейтралізації надлишкової азотної кислоти в плаві ам. селітри газоподібним аміаком. Діаметр 700 мм; висота 1000 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
4г	Випарний апарат з падаючою плівкою	Вертикальний циліндричний апарат, виконаний з сепаратором у верхній частині. Середня частина апарату — випарна. Нижня частина апарату — доупарювальна, має дві тарілки провального типу з розташованими на них змійовиками. Апарат призначений для кінцевого доупарювання плаву ам. селітри з масовою долею від 98,5% до 99,5%. Діаметр 1400 мм; висота 11060 мм; поверхня теплообміну 164 м ² . Діаметр сепаруючої частини 3200 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12X18H10T
5г	Підігрівач повітря	Горизонтальний кожухотрубний теплообмінник ізольований. Призначений для підігріву повітря, яке подається у випарний апарат з падаючою плівкою. Поверхня теплообміну 150 м ² ; діаметр 800 мм; довжина 5020 мм. Матеріал: сталь Ст.3, 09Г2С, сталь 20

Продовження табл. 1.12

1	2	3
6г	Вентилятор центробіжний	Призначений для подачі повітря у випарний апарат з падаючою плівкою. Тип ВВД-11. Масова подача 10000 м ³ /год, напір 600 мм вод. ст. Електродвигун: тип 4А 200L4У3, N=45 кВт, U=380 В, n=24,5 с ⁻¹ . Матеріал: сталь Ст.3
7г	Нейтралізатор плаву	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для рівномірної подачі плаву в гранулятор і для нейтралізації плаву газоподібним аміаком після випарного апарату з падаючою плівкою. Діаметр 200 мм; висота 1200 мм; місткість 1,25 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
8г	Гранулятор центробіжний	Призначений для розподілення крапель плаву за всім перетином гранбашні. Привід — мотор, ремінна передача. Масова подача 15–40 т/год. Електродвигун: тип АОЛ 2-32-6. N=0,7 кВт, U=380 В, n=25 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
9г	Промивач сокової пари	Циліндричний апарат тарільчастого типу. Призначений для промивання сокової пари конденсатом сокової пари. Діаметр 2600 мм; висота 4400 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
10г	Гідрозатвор	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для підтримування вакууму в промивачах сокової пари. Діаметр 1000 мм; висота 1015 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
11г	Конденсатор поверхневий	Вертикальний кожухотрубний теплообмінник зі сферичними кришками. Призначений для створення вакууму в системі за рахунок конденсації сокової пари після випарних апаратів з сепаратором. Діаметр 1000 мм; висота 5200 мм; поверхня теплообміну 234 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т; сталь Ст.3
12г	Осьовий вентилятор	Призначений для вилучення гарячого повітря з гранбашні. Тип «NEMA» С-1530. Масова подача 100000 м ³ /год, напір 500 Па. Електродвигун: тип В-200М-842, N=45 кВт, n=12,25 с ⁻¹ , U=380 В. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
14г	Бак конденсату	Вертикальний циліндричний зварний апарат з плоскими днищами. Призначений для подачі конденсату сокової пари в сепаратори випарних апаратів і для промивання обладнання та комунікацій. Діаметр 1000 мм; висота 1800 мм; місткість 1,4 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

1	2	3
16г	Парозволожувач	Вертикальний циліндричний зварний апарат зі сферичними днищами, ізольований. Призначений для зволоження перегрітої пари, яка подається у випарні апарати з сепаратором. Діаметр 1000 мм; висота 3200 мм. Матеріал: сталь 09Г2С
7г	Відділювач парового конденсату	Призначений для рівномірної подачі парового конденсату на зрошення парозволожувача 16г. Діаметр 1000 мм; висота 1880 мм. Матеріал: сталь 09Г2С
18г	Збірник конденсату	Призначений для збирання конденсату сокової пари, який подається на вакуум насоси. Діаметр 2400 мм; висота 2200 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
19г	Теплообмінник	Призначений для охолодження конденсату сокової пари, який подається на вакуум-насоси. Діаметр 600 мм; висота 2890 мм; поверхня теплообміну 32 м ² . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
20г	Насос центробіжний	Призначений для подачі охолодженого конденсату сокової пари на вакуум-насоси та його відкачування: - 20г/1: тип АХЕ 65-40-200. Масова подача 25 м ³ /год, напір 50 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип 4А100L2У3, N=11,5 кВт, U=380 В, n=50 с ⁻¹ ; - 20г/2: тип АХЕ 40-25-160. Масова подача 6,3 м ³ /год, напір 32 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип 4А100L2У3, N=5,5 кВт, U=380 В, n=50 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
21г	Апарат охолодження ам. селітри у «зваженому» шарі	Призначений для охолодження гранул ам. селітри. Діаметр решітки 7500 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
23г	Вентилятор центробіжний	Призначений для подачі повітря на охолодження ам. селітри у «зваженому» шарі. Тип ВДН-20. Масова подача 230000 м ³ /год. Електродвигун: тип ДАЗ0-4-400У-6У1. N=400 кВт, U=6000 В, n=16,7 с ⁻¹ . Матеріал: сталь Ст.3
28г	Насос центробіжний	Призначений для відкачування розчину ам. селітри після промивання «зваженого» шару. Тип АХ(О) 65-40-200. Масова подача 48 м ³ /год, напір 50 м, n=16,7 с ⁻¹ . Електродвигун: тип В100L2У3, N=5,5 кВт, U=380 В, n=47,3 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

1	2	3
29г	Збірник	Призначений для збирання розчину ам.селітри при промиванні «зваженого» шару. Діаметр 1200 мм; висота 1800 мм; місткість 2 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
39г	Вакуум-насос	Призначений для підтримання вакууму в системі шляхом відсмоктування інертних газів з поверхневих конденсаторів. Тип ЦА-1-00.03.ВД. Масова подача 30 м ³ /год. Електродвигун: тип ІМІ. N=75 кВт, n=16,4 с ⁻¹ , U=380 В. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
40г	Ємність для промивання фільтрів	Призначена для промивання фільтрів, забруднених механічними домішками. Діаметр 1500 мм; висота 1205 мм; місткість 2 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
41г	Бак-фільтр	Вертикальний циліндричний апарат з вмонтованим у ньому змінним рукавним фільтром. Діаметр 500 мм; висота 600 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
43г	Насос центробіжний	Призначений для подачі конденсату сокової пари в напірний бак, у збірник 44, в апарат для вилучення аерозолів ам.селітри: - 43г/1: тип Х(О) 50-32-250. Масова подача 12,5 м ³ /год, напір 80 м, n=48 с ⁻¹ ; - 43г/2: тип АХ 65-40-200. Масова подача 25 м ³ /год, напір 50 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип ВАО62-2-У2, N=17 кВт, U=380/660 В, n=49 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
44г	Збірник розчину ам.селітри	Призначений для збирання слабкого розчину ам.селітри після скрубера-сепаратора, апарату для вилучення аерозолів ам.селітри, сепараційної частини випарного апарату з падаючою плівкою. Діаметр 2400 мм; висота 2200 мм; місткість 10 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
45г	Скрубер-сепаратор	Горизонтальний циліндричний апарат. Призначений для очищення пароповітряної суміші після випарного апарату з падаючою плівкою від пилу ам.селітри та вилучення аміаку. Діаметр 1400 мм; довжина 3615 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
46г	Апарат для вилучення аерозолів ам.селітри	Призначений для вилучення аерозолів ам.селітри та аміаку на барботажній тарілці та скловолокнистому фільтрі. Діаметр 2800 мм, висота 4120 мм; місткість 17 м ³ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т

1	2	3
47г	Насос центробіжний	Призначений для подачі циркуляційного розчину ам. селітри на зрошення скрубера-сепаратора, апарату для вилучення аерозолів ам. селітри, сепараційної частини випарного апарату з падаючою плівкою. Тип АХОЕ 65-40-200. Масова подача 25 м ³ /год, напір 80 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигуни: - 47г/1: тип ВАО-52-2У, N=7,5 кВт, U=380 В, n=48,7 с ⁻¹ ; - 47г/2: тип ВАО-42, N=7,5 кВт, U=380 В, n=50 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
48г	Бак кислого розчину	Вертикальний циліндричний апарат. Призначений для збирання розчину ам. селітри при промиванні обладнання. Діаметр 2180 мм; висота 3400 мм. Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
49г	Насос центробіжний	Призначений для подачі кислого розчину ам. селітри на промивання обладнання та комунікацій. Тип АХ(О) 50-32-200. Масова подача 12,5 м ³ /год, напір 50 м, n=48 с ⁻¹ . Електродвигун: тип АІР 160S2, N=15 кВт, U=380 В, n=48,5 с ⁻¹ . Матеріал: нержавіюча сталь 12Х18Н10Т
55г	Парозволожувач	Вертикальний циліндричний апарат з сферичними днищами, ізольований. Призначений для зволоження перегрітої пари, яка подається у випарний апарат з падаючою плівкою і в підігрівачі повітря. Діаметр 1000 мм; висота 2860 мм. Матеріал: сталь 09Г2С; Ст.3

Частина парового конденсату з випарних апаратів через конденсатовідвідник поступає в розширювач парового конденсату 52. Відділювач парового конденсату 608 з'єднаний з лінією подачі зволоженої пари з парозволожувача 607 у випарні апарати вирівнюючою лінією.

Сокова пара з сепараторів випарних апаратів III ступеня поступає в загальні сепаратори 405/1,2 для кінцевого відділення крапель аміачної селітри від сокової пари. Для запобігання кристалізації плаву в лінії від загальних сепараторів до гідрозатвору 406 у сепаратори подається конденсат сокової пари з напірного баку 413 або слабкий розчин аміачної селітри з лінії нагнітання циркуляційних насосів 614/1,2. Розчин аміачної селітри з сепараторів 405/1,2 через гідрозатвор 406 поступає в переливну лінію з напірного баку 402 і направляється в збірник упареного розчину 63/1,2.

Сокова пара з сепаратора 405/1,2 поступає в міжтрубний простір поверхневих конденсаторів 407/1,2, де конденсується, за рахунок чого

створюється вакуум в системі. У трубний простір поверхневих конденсаторів 407/1,2 подається оборотна вода. Несконденсована пара та інертні гази з поверхневих конденсаторів поступають на всмоктування вакуум-насосів. Конденсат сокової пари з поверхневих конденсаторів 407/1,2 з масовою концентрацією аміаку не більше 2 г/дм^3 , азотної кислоти — не більше 1 г/дм^3 , аміачної селітри — не більше 6 г/дм^3 поступає в збірник конденсату 54. Передбачене промивання поверхневих конденсаторів закисленим розчином, що містить $180\text{--}300 \text{ г/дм}^3$ азотної кислоти, зі сховища магnezитової витяжки 65/2.

Плав аміачної селітри з масовою долею NH_4NO_3 $98,0\text{--}98,5\%$, аміаку не більше $0,2\%$ і температурою $160\text{--}170^\circ\text{C}$ з нижньої частини сепаратора випарного апарату 601/1, 2 поступає в гідрозатвор-донецитралізатор 602/1, 2. У гідрозатворі-донецитралізаторі проходить нейтралізація азотної кислоти, яка створюється при частковому розкладанні аміачної селітри у випарному апараті.

З гідрозатвору-донецитралізатора плав по колектору поступає в кільцевий розподільвач випарного апарату з падаючою плівкою 603. Плав попадає на розподільчу тарілку апарату та рівномірно, тонкою плівкою, стікає по внутрішній поверхні зверху вниз. Збільшення концентрації плаву проходить за рахунок процесу масопередачі між гарячим повітрям, яке направляєється зустрічно по трубах з температурою $180\text{--}190^\circ\text{C}$, і плавом. Через низьку відносну вологість повітря поглинає воду з плавом. Температура плавом підтримується паром, яка подається в міжтрубний простір під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2) і температурою $190\text{--}200^\circ\text{C}$. Повітря нагрівається в підігрівачах 604/1, 2 до температури $180\text{--}190^\circ\text{C}$ вологою паром під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2) і температурою не більше $190\text{--}200^\circ\text{C}$. Зволожена пара під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2) і температурою $190\text{--}200^\circ\text{C}$ подається у випарний апарат з падаючою плівкою 603 і підігрівачі повітря 604/1, 2. Паровий конденсат із випарного апарату з падаючою плівкою 603 і підігрівачів повітря 604 подається в парозволожувач 51 або, через конденсатовідвідник, у розширювач парового конденсату 53.

Із середньої частини випарного апарату з падаючою плівкою плав поступає в нижню доупарюючу частину, яка призначена для доупарювання плавом до масової долі NH_4NO_3 не нижче $99,5\%$ за рахунок масообміну між плавом і гарячим повітрям. Доупарююча частина має дві тарілки провального типу з розташованими на них змійовиками, в які подається пара під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2). Конструкція тарілок забезпечує створення стійкого пінного режиму, і, відповідно, інтенсивної масопередачі. Повітря забирається з атмосфери і вентилятором 605/1, 2 через підігрівачі повітря 604/1, 2 подається у випарний апарат з падаючою

плівкою 603. Тиск повітря на нагнітанні вентиляторів 605/1, 2 не більше 0,006 МПа (600 мм вод. ст.).

Пароповітряна суміш з середньої частини випарного апарату з температурою 140–170°C поступає у верхню очищуючу частину, яка призначена для відділення бризок аміачної селітри від пароповітряної суміші, звідки з температурою 140–170°C поступає в скруббер-сепаратор 616. У змішувачі скрубера-сепаратора в результаті інтенсивної взаємодії газового потоку та зрошуючого розчину проходить насичення вологою газу, зниження температури з 170°C до 80°C, зволоження та збільшення частинок аміачної селітри. Далі потік проходить через пакет вертикально розташованих рамок з намотаними на них ситчастими металевими рукавами. Рамки рясно зрошуються слабким розчином аміачної селітри. Потім потік подається в сепаратор, де під дією інерційних і гравітаційних сил проходить відділення та виведення бризок розчину аміачної селітри.

Зі скрубера-сепаратора 616 пароповітряна суміш поступає в апарат вилучення аерозолів аміачної селітри 617. Вилучення аерозолів аміачної селітри проходить на фільтрі, який складається з двох чохлаів іглопробивного фільтруючого скловолокна, надітих на каркас. Між фільтрами встановлено розділюючий каркас. На барботажній тарілці апарату аерозольного очищення 617 проходить уловлювання аміаку з пароповітряної суміші. На барботажну тарілку подається розчин аміачної селітри з масовою концентрацією NH_4NO_3 не більше 200 г/дм³ зі збірника 615. Тиск розчину аміачної селітри на лінії нагнітання насоса 614/1, 2 не менше 0,15 МПа (1,5 кгс/см²). Для підтримання масової концентрації аміачної селітри в циркуляційному розчині не більше 200 г/дм³ у збірник 615 подається конденсат сокової пари. Частина розчину виводиться з системи подачею слабого розчину аміачної селітри в загальні сепаратори 405 і в збірники упареного розчину через переливну лінію з напірного баку 402. Циркуляційний розчин у збірнику 615 закислюється слабкою азотною кислотою. У бак кислого конденсату 123 і збірник 615 для підкислення розчинів подається по трубопроводу слабка азотна кислота.

З нижньої частини випарного апарату 603 плав аміачної селітри поступає в нейтралізатор плаву 606, звідки по трубопроводу поступає у фільтр-гомогенізатор грануляційної установки, потім у корзину гранулятора. Масова доля аміачної селітри в плаві не менше 99,5%, аміаку — не більше 0,05%, азотної кислоти не більше 0,02%, масова концентрація мастила не більше 7 мг/кг. Для нейтралізації плаву в нейтралізатор 606 подається ГПА.

Для промивання обладнання та комунікацій від плаву при зупинці подається конденсат сокової пари у сепаратори випарних апаратів 601/1, 2, у лінію подачі упареного розчину з напірного баку 402, у трубку частину випарних апаратів та в сепараційну частину випарного апарату з падаючою плівкою. Конденсат сокової пари з лінії нагнітання подається також на форсунки скрубера-сепаратора 616 і на барботажну тарілку апарату аерозольного очищення 617. З напірного баку 413 конденсат подається в загальні сепаратори 405/1, 2, у сепараційну частину випарного апарату з падаючою плівкою 603 при спрацюванні клапана на блокування перевищення температури плаву на виході з випарного апарату з падаючою плівкою. Слабкий розчин аміачної селітри насосами 614/1, 2 подається в загальні сепаратори 405/1, 2, на форсунки скрубера-сепаратора 616 і на барботажну тарілку апарату аерозольного очищення 617. Промивання теплообмінних поверхонь випарного апарату 601/1, 2 і випарного апарату з падаючою плівкою 603 кислим розчином виконується таким чином. Циркуляційний кислий розчин з баку кислого конденсату 123 насосом 613 подається в нижню частину випарного апарату 601/1, 2, піднімається по трубках в сепаратор і повертається в бак кислого конденсату, а також у випарний апарат з падаючою плівкою 603. Розчин по кільцевому плавопроводу подається на розподільчу решітку, стікаючи вниз, омиваючи трубки та барботажні тарілки, з нижньої частини повертається в бак кислого конденсату. Кислий розчин готується в баці 123. Рівень кислого конденсату в баку 123 має бути 400–1500 мм.

На ГрБ4 процес упарювання розчину проходить таким чином. З напірного баку розчин аміачної селітри поступає у випарні апарати 2г/1, 2. Надлишок розчину по переливній лінії з напірного баку поступає в збірник упареного розчину 63/1, 2. Рівень у напірному баку 1г визначається за наявністю перелива, а температура розчину має бути 110–160°C. Упарювання розчину у випарному апараті проводиться під вакуумом 0,052 МПа (400 мм рт. ст.). У міжтрубний простір випарних апаратів подається насичена пара під тиском не більше 1,2 МПа (12 кгс/см²) і температурою не більше 195°C з парозволожувача. Паровий конденсат з випарних апаратів 2г/1, 2 видається в розширювач парового конденсату 52 і через відділювач парового конденсату 17г у парозволожувач 16г.

Сокова пара з сепаратора випарного апарату 2г/1, 2 III ступеня поступає в промивачі сокової пари 9г/1, 2 для кінцевого відділення крапель аміачної селітри від сокової пари. Для запобігання кристалізації плаву в лінії від промивачів сокової пари до гідрозатвору 10г у промивачі подається конденсат сокової пари зі збірника конденсату 18г або слабкий розчин аміачної селітри з лінії нагнітання циркуляційних насосів 47г/1, 2. Розчин аміачної селітри з промивачів 9г/1, 2 крізь гідрозатвор 10г поступає

в переливну лінію з напірного баку 1г і направляється в збірник упареного розчину 63/1, 2. Сокова пара з промивачів 9г/1, 2 поступає в міжтрубний простір поверхневих конденсаторів 11г/1, 2, де конденсується, за рахунок чого створюється вакуум у системі. У трубний простір поверхневих конденсаторів 11г/1, 2 подається оборотна вода. Несконденсована пара та інертні гази з поверхневих конденсаторів поступають на всмоктування вакуум-насосів 39г/1, 2. В якості робочої рідини на вакуум-насоси подається конденсат сокової пари зі збірника конденсату 18г центробіжними насосами 20г/1, 2, охолоджений у теплообміннику 19г оборотною водою. Конденсат сокової пари з поверхневих конденсаторів 11г/1, 2 з масовою концентрацією аміаку не більше 2 г/дм^3 , азотної кислоти — не більше 1 г/дм^3 , аміачної селітри — не більше 6 г/дм^3 поступає в збірник конденсату 18г. Передбачене промивання поверхневих конденсаторів кислим розчином, що містить $180\text{--}300 \text{ г/дм}^3$ азотної кислоти.

Плав аміачної селітри з масовою долею NH_4NO_3 $98,0\text{--}98,5\%$, аміаку не більше $0,2\%$ і температурою $160\text{--}170^\circ\text{C}$ з нижньої частини сепаратора випарного апарату 2г/1, 2 поступає в гідрозатвор-донецитралізатор 3г/1, 2, де проходить нейтралізація кислоти, яка створилася при частковому розкладанні аміачної селітри у випарному апараті, аміаком.

З гідрозатвора-донецитралізатора 3г/1, 2 плав по колектору поступає в кільцевий розподільувач випарного апарату з падаючою плівкою 4г. Плав попадає на розподільчу решітку апарату та рівномірно, тонкою плівкою, стікає по внутрішній поверхні трубок зверху вниз. Збільшення концентрації плаву проходить за рахунок процесу масопередачі між гарячим повітрям, що протитоком проходить по трубках з температурою $180\text{--}190^\circ\text{C}$, і плавом. Через низьку відносну вологість повітря поглинає воду з плаву. Температура плаву підтримується парою, яка подається в міжтрубний простір. Повітря нагрівається в підігрівниках зволоженою парою. Остання під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2) і температурою $190\text{--}200^\circ\text{C}$ подається у випарний апарат з падаючою плівкою 4г і підігрівачі повітря 5г/1, 2.

З середньої частини випарного апарату з падаючою плівкою плав поступає в нижню доупарювальну частину, яка призначена для доупарювання плаву до масової долі NH_4NO_3 не нижче $99,5\%$ за рахунок масообміну між плавом і гарячим повітрям. Доупарювальна частина має дві тарілки провального типу з розташованими на них змійовиками, у які подається пара під тиском не більше $1,3 \text{ МПа}$ (13 кгс/см^2). Конструкція тарілок забезпечує створення стійкого пінного режиму і, відповідно, досягнення інтенсивної масопередачі. Повітря забирається з атмосфери і вентилятором 6г/1, 2 через підігрівачі 5г подається у випарний апарат з падаючою плівкою 4г.

Пароповітряна суміш з середньої частини випарного апарату з падаючою плівкою поступає у верхню очищувальну частину, яка призначена для відділення бризок аміачної селітри від пароповітряної суміші, звідки поступає в скруббер-сепаратор 45г. У змішувачі скруббера-сепаратора в результаті інтенсивної взаємодії газового потоку та зрошувального розчину проходить насичення вологою газу, зниження температури потоку з 170°C до 80°C, зволоження та укрупнення частинок аміачної селітри. Далі потік проходить через пакет вертикально розташованих рамок з намотаними на них сітчастими металевими рукавами. Рамки рясно зрошуються слабким розчином аміачної селітри. Потім потік направляється в сепаратор, де під дією інерційних і гравітаційних сил проходить відділення бризок розчину аміачної селітри.

Зі скрубера-сепаратора 45г пароповітряна суміш поступає в апарат уловлювання аерозолів аміачної селітри 46г. Уловлювання аерозолів аміачної селітри проходить на фільтрі, який складається з двох чохлав іглопробивного фільтруючого скловолокна, надітих на каркас. Між фільтрами встановлено розділюючий каркас. Температура пароповітряної суміші в апараті для уловлювання аерозолів аміачної селітри 46г має бути не більше 80°C. На барботажній тарілці апарату аерозольного очищення 46г проходить уловлювання аміаку з пароповітряної суміші. На барботажну тарілку подається розчин аміачної селітри з масовою концентрацією аміачної селітри не більше 200 г/дм³ з збірника 44г насосами 47г/1, 2. Для підтримання масової концентрації аміачної селітри в циркуляційному розчині не більше 200 г/дм³ у збірник 44г подається конденсат сокової пари з лінії нагнітання центробіжних насосів 43г/1, 2. Частина розчину виводиться з системи подачею слабого розчину аміачної селітри в промивачі 9г/1, 2 та збірники упареного розчину через переливну лінію з напірного баку 1г. Циркуляційний розчин у збірнику для розчину аміачної селітри 44г закислюється азотною кислотою. Масова концентрація азотної кислоти в розчині — 1,0–15,0 г/дм³, аміак відсутній.

З нижньої частини випарного апарату 4г з падаючою плівкою плав аміачної селітри по трубопроводу з температурою 170–185°C поступає в нейтралізатор плаву 7г. Для цього в нейтралізатор 7г подається ГПА. З нейтралізатора 7г плав по трубопроводах поступає в бак фільтрів, проходить через фільтри та поступає на центробіжний гранулятор 8г, рівень у якому має бути не більше 430 мм.

Для промивання забруднених фільтрів встановлена спеціальна ємність 40г. Масова доля аміачної селітри в плаві має бути не менше 99,5%, аміаку — не більше 0,05%, азотної кислоти — не більше 0,02%, масова концентрація мастила — не більше 7 мг/кг. Конденсат сокової пари з лінії нагнітання насосів 43г/1, 2 подається в бак для промивання фільтрів

40г, у бак кислого розчину 48г, у збірник для розчину аміачної селітри 44г, у скруббер-сепаратор 45г, для промивання ліній нагнітання насосів упарених лугів 64/1, 2. Для промивання тепломасообмінних поверхонь випарних апаратів 2г/1, 2, 4г існує схема циркуляції кислого розчину з баку 48г центробіжним насосом 49г. Промивання випарних апаратів 2г/1, 2 проводиться знизу вверху. Кислий розчин подається в нижню частину апарату, поступає в сепаратор і з нього направляється в бак кислого розчину 48г через зливну лійку. Випарний апарат 4г промивається зверху вниз. Кислий розчин подається на розподільчу тарілку, стікає вниз, промиває трубки і тарілки та направляється в бак кислого розчину 48г. Кислий розчин для промивання готується в баку кислого розчину 48г. Бак 48г заповнюється конденсатом до 60% об'єму подачею азотної кислоти. Масова концентрація азотної кислоти доводиться до 180–300 г/дм³. Розчин з баку кислого розчину 48г, з ємності для промивання фільтрів 40г, з нейтралізатора плаву 7г, залишки розчину після промивання випарного апарату 4г направляються у донейтралізатор магnezитової витяжки 3А. У цю ж лінію зливається кислота з дренажа на лінії азотної кислоти ГрБ4.

Плав аміачної селітри з нейтралізаторів плаву 606 на ГрБ3 і 7г на ГрБ4 подається в центробіжні гранулятори 99 і 8г. Струмина плаву, яка виходить з отворів гранулятора, приймає хвилеподібну форму, дробиться та під дією сил поверхневого натягнення створюються краплі. Для рівномірного дроблення струмини приміняється пневматичний вібратор. Краплі плаву при падінні з висоти обдуваються протитоком холодного повітря, створюваного витяжними вентиляторами, застигають та формуються в гранули. При цьому вони злегка просушуються, якщо відносна вологість повітря нижче 70%. Цей процес називається гранулюванням.

Процес охолодження гранул аміачної селітри на грануляційних башнях протікає таким чином. У нижній частині грануляційної башні встановлено апарат охолодження гранул аміачної селітри у «зваженому» шарі. Під решітку подається повітря центробіжними вентиляторами 93 /1, 2 на ГрБ3 і 23г/1, 2 на ГрБ4. На грануляційних башнях є осові вентилятори з викидними трубами: 6 шт. на ГрБ3 408 і 4 шт. на ГрБ3 12г. Вивантаження аміачної селітри з апарату охолодження на стрічкові конвеєри виконується через воронку в центрі решітки. Розміри та якість гранул залежить від температури плаву, умов протікання процесу гранулювання та наявності в плаві аміачної селітри домішок, що впливають на зміну структури її кристалів. З конвеєрів аміачна селітра поступає в накопичувальні бункери пакувальних напівавтоматів, де пакується в поліетиленові або поліпропиленові мішки. Через конвеєри напівавтоматів мішки з аміачною селітрою поступають на конвеєри складу.

Розділ 2

АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

2.1. Архітектура комп'ютерної системи автоматизації

КСА ТП виробництва аміачної селітри являє собою розподілену систему контролю та управління, яка складається з робочих місць [17, 18]:

- майстра зміни (МЗ);
- оператора стадії нейтралізації НАК;
- оператора випарювання;
- оператора гранулювання ГрБ3;
- оператора гранулювання ГрБ4.

Мнемосхема архітектури КСА ТП виробництва аміачної селітри приведена на рис. 2.1.

Кожне робоче місце (нейтралізації, випарювання, гранулювання ГрБ3 і ГрБ4) дозволяє управляти технологічним процесом. Робоче місце оператора стадії нейтралізації НАК та випарювання показані на мнемосхемі як робоче місце ВТН. Робоче місце МЗ дозволяє виконувати функції диспетчеризації всього цеху, а також функції резервування інших робочих місць за інтерфейсами зв'язку оператора з контролерами. Тобто з робочого місця МЗ можна управляти всім технологічним процесом виробництва аміачної селітри. На всіх робочих місцях основним інтерфейсом зв'язку оператора з технологічним процесом є персональний комп'ютер (ПК). На кожне робоче місце надається така інформація:

- поточне значення параметрів технологічного процесу в цифровому вигляді;
- зміни значень параметрів технологічного процесу в часі, як у цифровій формі, так і у вигляді трендів;
- стан технологічного обладнання, положення відсічних клапанів і стан технічних засобів системи;

- досягнення параметрами процесу технологічних (попереджувальних) та аварійних уставок сигналізації «max» або «min»;
- стан режиму роботи систем автоматичного регулювання (САР);
- поточні та архівні порушення технологічного процесу;
- стан локальних систем захисту;
- архівна інформація (історія ведення технологічного процесу).

Надання інформації здійснюється на моніторах реального часу (МРЧ) операторських станцій і принтері. На екрані монітора надання інформації здійснюється шляхом наявності фрагментів мнемосхем, трендів реального часу, трендів історії, індикаторів порушень, а також текстових повідомлень про порушення.

2.2. Фрагменти мнемосхем

Фрагменти мнемосхем є основною формою зв'язку оператора з технологічним процесом. З їх допомогою оператор отримує оперативну інформацію щодо поточного стану технологічного процесу та може впливати на нього. На кожному фрагменті зліва є дисплейна лінійка з кнопками, за допомогою яких можна перейти на будь-який фрагмент мнемосхеми. Назва фрагменту відображається на відповідній кнопці. Окрім того можна викликати вікно повідомлень або вікно поточних порушень, історію, групи регуляторів тощо. У верхній частині фрагменту відображається така інформація (рис. 2.2):

- до якої частини технологічного процесу відноситься даний фрагмент;
- індикатор аварійної сигналізації;
- найменування фрагменту;
- управління САР.



Рис. 2.2. Дисплейна лінійка на фрагментах мнемосхем

Індикатор аварійної сигналізації, що відображається на всіх фрагментах, призначений для оперативного надання інформації про досягнення окремими параметрами уставок аварійної сигналізації та спрацювання систем протиаварійного захисту (ПАЗ), реалізованих як на локальних засобах, так і за допомогою програмно-технічного комплексу (ПТК). При відсутності аварійної ситуації фон індикатора відображається сірим кольором Ав. сигнал.. При аварійній сигналізації за одним або

декількома параметрами та спрацювання блокування індикатор починає миготіти, змінює колір на **червоний** і видається звуковий сигнал, який відповідає аварійній ситуації. Миготіння індикатора **Ав. сигнал.** припиняється при квітуванні параметра (за яким спрацювала сигналізація) кнопкою. Якщо параметрів декілька, то миготіння припиняється тільки після квітування порушень всіх параметрів. Для надання інформації про стан зв'язку з контролером, про стан вихідних модулів і про режим «утримання» регуляторів розроблений рядок сигналізації, що з'являється на будь-якому фрагменті при наявності порушень (при відсутності зв'язку з контролером, або при відмові вихідного модуля, або при переході регулятора на режим «утримання»). Даний рядок сигналізації з'являється у верхній частині екрану на найменуванні фрагменту (рис. 2.3).

Фон рядка сигналізації є **червоним**, повідомлення видається **білим** кольором. Рядок сигналізації складається з трьох частин: зліва видається кількість надісланих повідомлень про порушення, у центрі — найменування повідомлення, справа — до якого робочого місця (ВТН, ГрБ3 чи ГрБ4) відноситься дане повідомлення, наприклад:

3	Нема зв'язку з контролером ВТН
---	--------------------------------

Усі повідомлення видаються в один рядок, тобто накладаються одне на інше. Тому вони виводяться на мнемосхему за пріоритетом: найвищий пріоритет має повідомлення про порушення зв'язку з контролером, далі надаються повідомлення про відмови вихідних модулів, найнижчий пріоритет має повідомлення про режим «утримання» регуляторів. Повідомлення про порушення зв'язку видається в рядок сигналізації у наступному вигляді:

- для робочого місця ВТН:

1	Нема зв'язку з контролером ВТН
---	--------------------------------

- для робочого місця ГрБ3:

1	Нема зв'язку з контролером Грб3
---	---------------------------------

- для робочого місця М3 у випадку, якщо немає зв'язку з трьома контролерами:

3	Нема зв'язку з контролером ВТН
---	--------------------------------

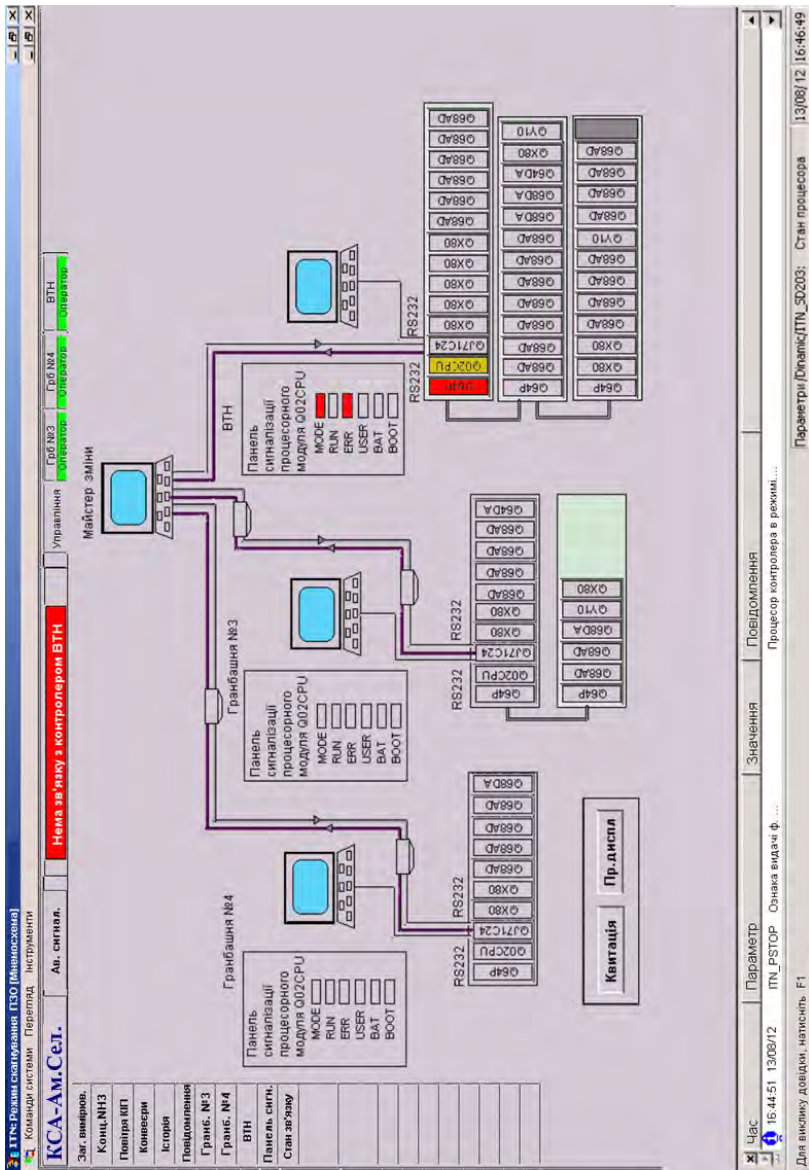


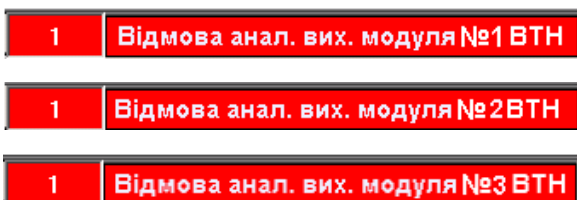
Рис. 2.3. Мнемосхема КСА ТП при відсутності зв'язку з контролером ВГН

Пріоритет відображення повідомлення на моніторі майстра зміни є таким:

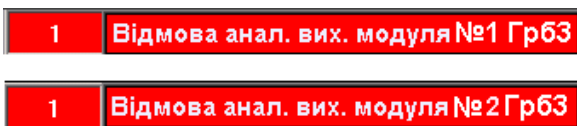
- повідомлення по робочому місцю ВТН;
- повідомлення по робочому місцю ГрБ3;
- повідомлення по робочому місцю ГрБ4.

У разі відмови вихідного аналогового модуля контролера на фрагменті мнемосхеми у верхньому рядку сигналізації відображається інформація про порушення та номер відмовленого модуля. У разі відмови аналогового вихідного модуля, у рядку сигналізації надається повідомлення у наступному вигляді:

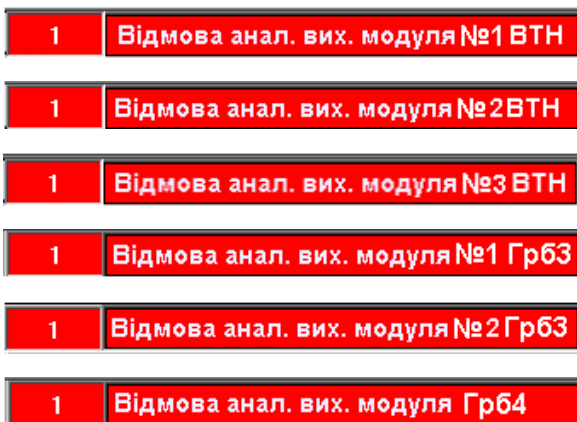
- для робочого місця ВТН:



- для робочого місця ГрБ3:



- для робочого місця МЗ:



Пріоритет відображення повідомлення:

а) повідомлення по робочому місцю ВТН:

- модуль № 1;

- модуль № 2;

- модуль № 3;

б) повідомлення по робочому місцю ГрБ3:

- модуль № 1;

- модуль № 2;

в) повідомлення по робочому місцю ГрБ4.

При надходженні повідомлення з більш високим пріоритетом, попереднє повідомлення закривається, але у кількості повідомлень воно буде враховано. При виявленні переходу САР на режим «утримання», на фрагменті мнемосхеми у верхньому рядку сигналізації видається інформація про кількість порушень, найменування про перехід САР на режим утримання, шифр САР, при якому надпис з кількістю повідомлень миготить. Повідомлення в рядку сигналізації видається у вигляді:



Дане повідомлення буде видаватися для будь-якого регулятора САР, якщо він перейшов на режим «утримання». Пріоритет відображення повідомлень є таким:

1. Повідомлення щодо утримання САР на робочому місці ВТН:

T19, P50, P51, F63, F22, L33, L29, Q85_1, L1_1,
F20-1, F20-2, F20-3, F20-4, F20-5, L47.

2. Повідомлення щодо утримання САР на робочому місці ГрБ3:

P51_1, T103_1, T100_2, T100_1, L161, L122, L121, P110.

3. Повідомлення щодо утримання САР на робочому місці М3:

T19, P50, P51, F63, F22, L33, L29, Q85_1, L1_1,
F20-1, F20-2, F20-3, F20-4, F20-5, L47, P51_1, T103_1, T100_2, T100_1,
L161, L122, L121, P110, L10, L8, L4, L3, P40, L2, P1.

У нижній частині фрагменту мнемосхеми є лінійка, на якій розміщені кнопки для квітування звукової сигналізації **Квітація**, викликання на екран монітора оперативного тренду параметрів **ТРЕНДИ**, переходу на попередній дисплей **Пр.диспл** (рис. 2.4).

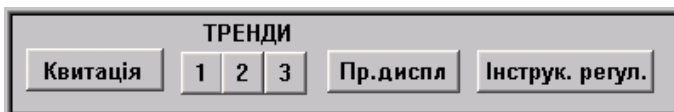


Рис. 2.4. Дисплейна лінійка мнемосхеми

На фрагментах, де є параметри регулювання, на нижній лінійці розміщена кнопка, за допомогою якої можна викликати вікно з короткою інструкцією щодо управління регуляторами **Інструк. регул.** За кожним контрольованим параметром на фрагментах мнемосхем надається така інформація:

- ідентифікатор (позиція) параметра;
- поточне значення величини параметра в технічних одиницях у заданому форматі та його стан;
- поточний стан технологічних параметрів у вигляді символів («НОРМА», «МАКС», «МІН»).

Інформація відображається у фоновому прямокутнику. Значення параметра та стан технологічних параметрів надаються в спеціальному полі прямокутника. Наприклад:



За параметрами, які характеризують досягнення блокувальним параметром аварійної уставки (спрацювання локальної системи захисту), у полі прямокутника відображається величина уставки аварійної сигналізації **QH68 14.000**. Стан технологічних параметрів у залежності від типу порушення відображається кольором поля прямокутника та миготінням.

При відсутності порушення, тобто коли параметр є в нормі, колір поля — **зелений**. Для відображення порушень прийняті такі кольори поля:

- **червоний** — аварійна сигналізація;
- **жовтий** — технологічна сигналізація;
- **білий** — відмова давача або відмова модуля;
- **темно-бузковий** — відсутність зв'язку;
- **синій** — параметр виключений з опитування.

На рис. 2.5 показані кольорові відображення елементів КСА та трубних проводок; на рис. 2.6 — принцип накладання мнемосхем при

діагностиці роботи технологічного обладнання та елементів і блоків ПТК; на рис. 2.7 — мнемосхема КСА ТП стадії випарювання та підігріву ГПА; на рис. 2.8 — мнемосхема КСА ТП стадії нейтралізації НАК ГПА; на рис. 2.9 — мнемосхема КСА ТП стадії донейтралізації аміачної селітри; на рис. 2.10 — мнемосхема попереднього упарювання плаву аміачної селітри; на рис. 2.11 — мнемосхема доупарювання та гранулювання аміачної селітри.

Окрім мнемосхем основних стадій виробництва аміачної селітри, КСА ТП має низку мнемосхем для технологічних процесів окремих відділень і вузлів, до яких відносяться:

- відділення концентрування аміачної селітри (рис. 2.12);
- відділення приготування магнезитової витяжки аміачної селітри (рис. 2.13);
- відділення аерозольного очищення аміачної селітри (рис. 2.14);
- вузол конденсації сокової пари (рис. 2.15);
- вузол сепарації сокової пари (рис. 2.16);
- вузол підготовки плаву аміачної селітри до гранулювання (рис. 2.17);
- вузол доупарювання плаву аміачної селітри (рис. 2.18);
- вузол розгонки газового конденсату (рис. 2.19);
- конвеєрний вузол (рис. 2.20).

Мнемосхема управління та діагностики стану трубних проводок показана на рис. 2.21; складу та діагностики технічних засобів КСА — на рис. 2.22, системи блокувань та спрацювання блокування — на рис. 2.23.

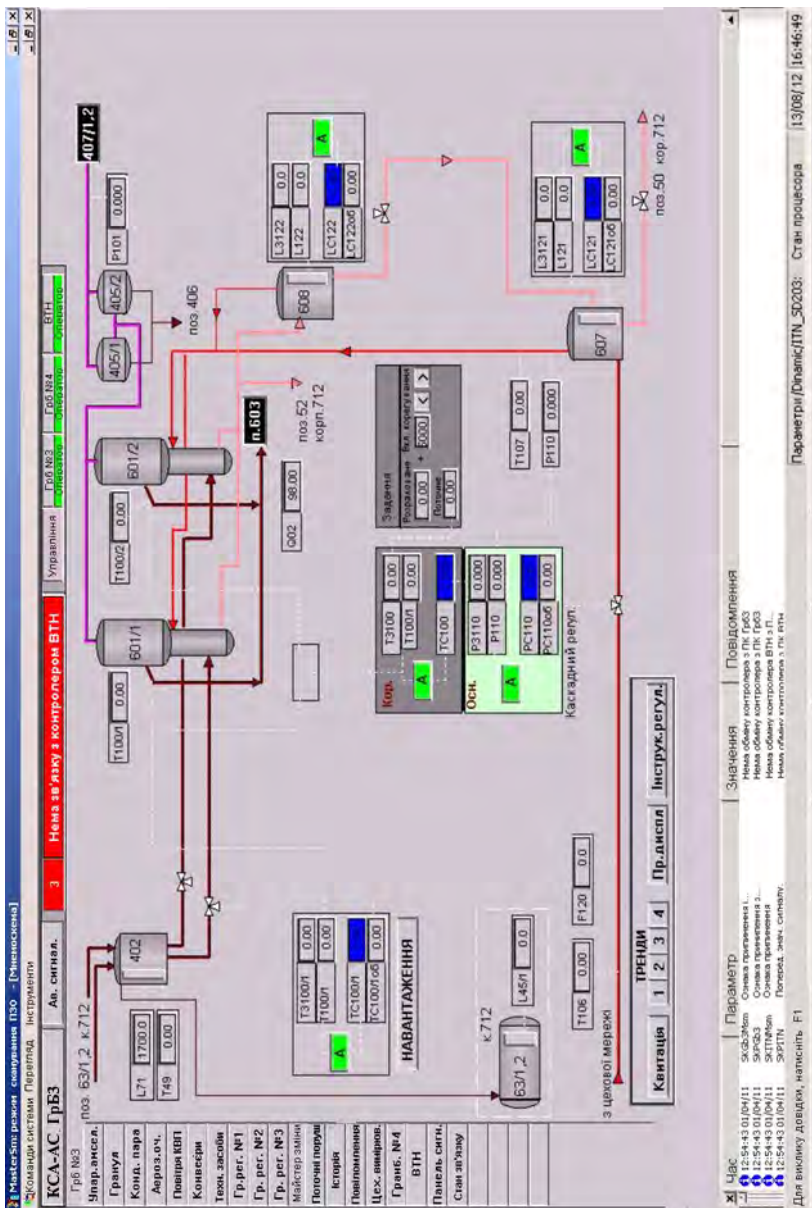


Рис. 2.5. Кольорові відображення елементів КСА і трубних проводок на мнемосхемах

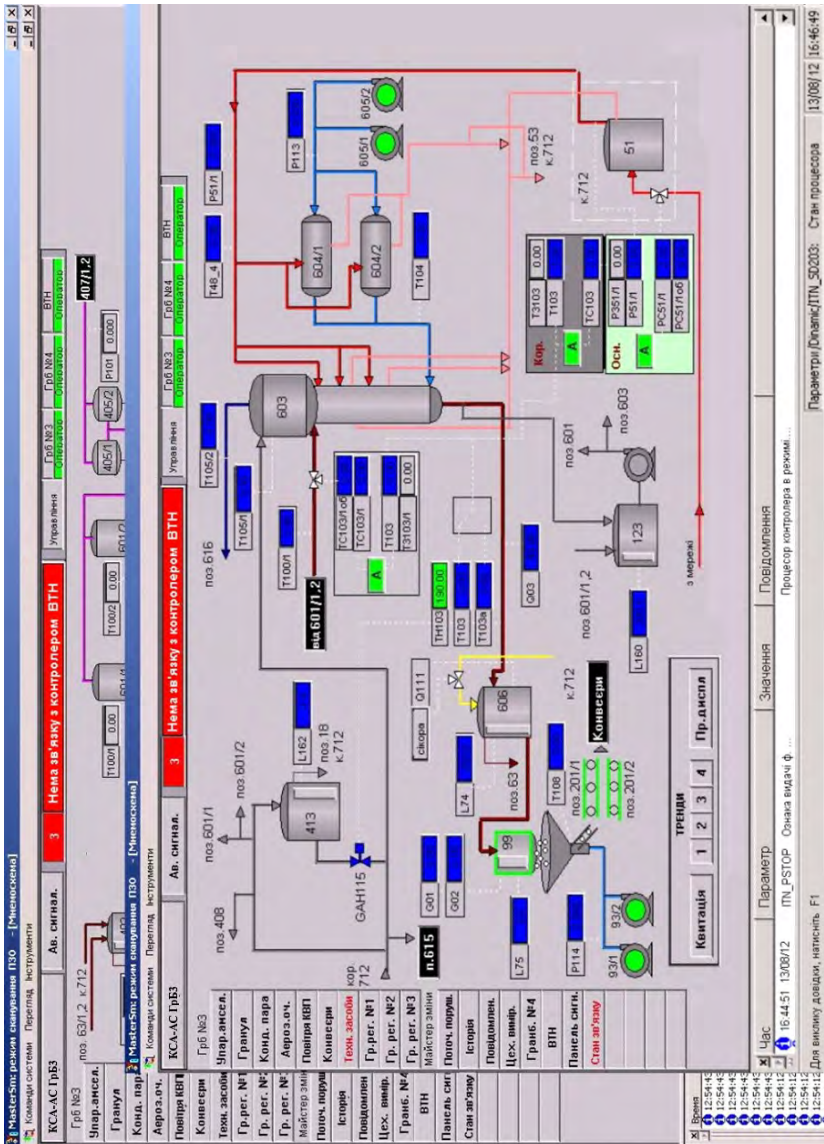


Рис. 2.6. Принцип накладання вікон на основну мнемосхему

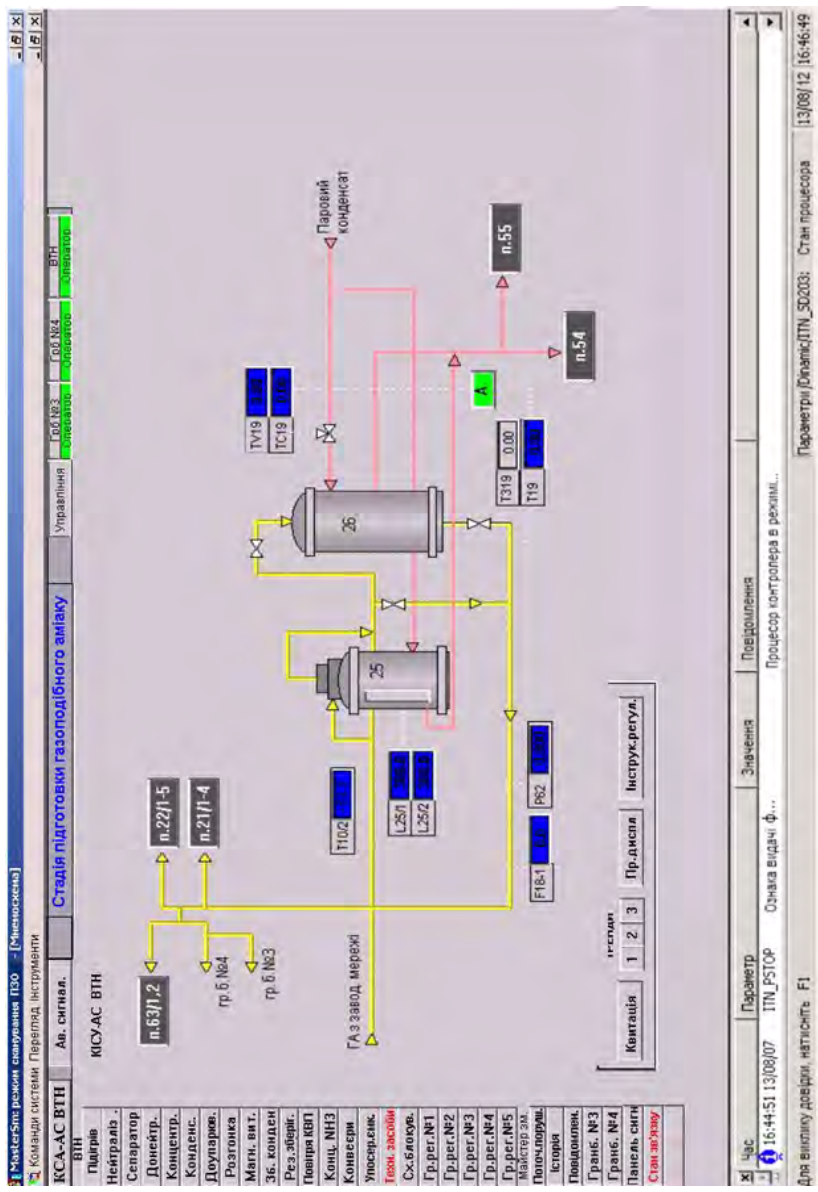


Рис. 2.7. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП підготовки ГПА

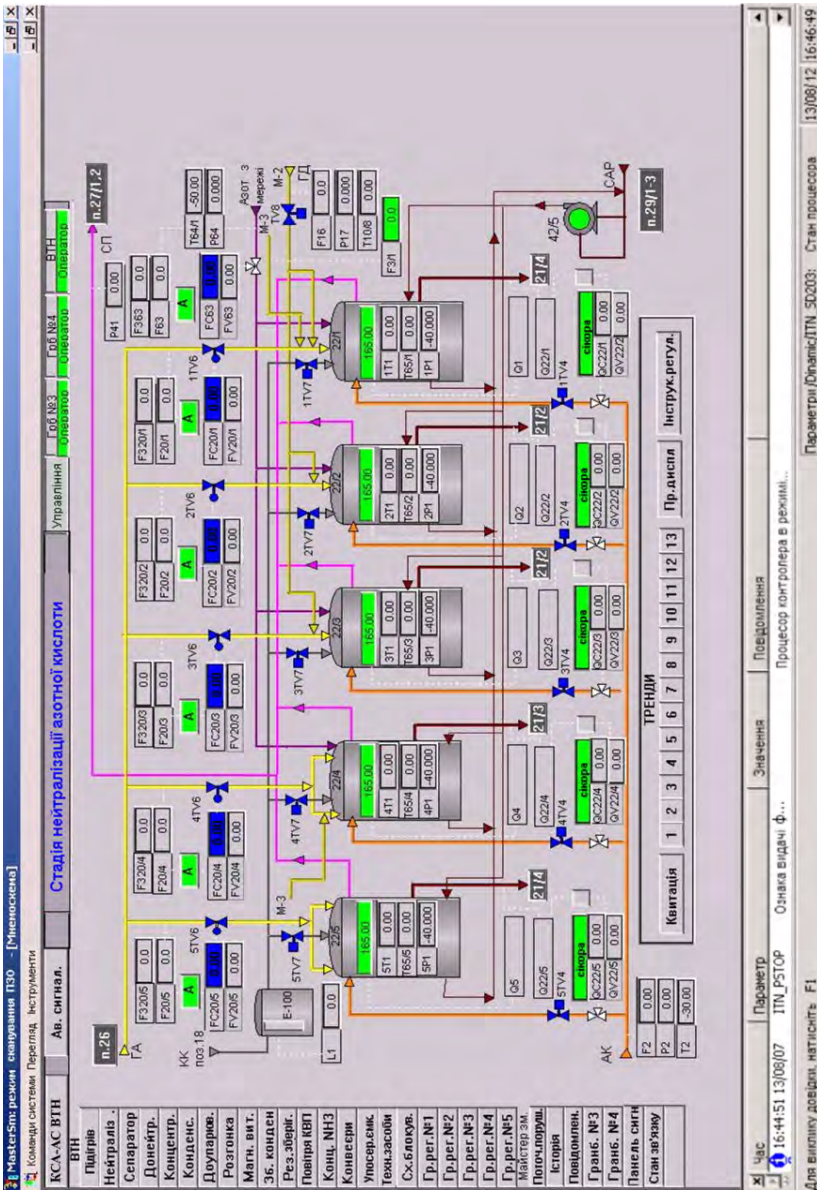


Рис. 2.8. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП нейтралізації НАК ПТА

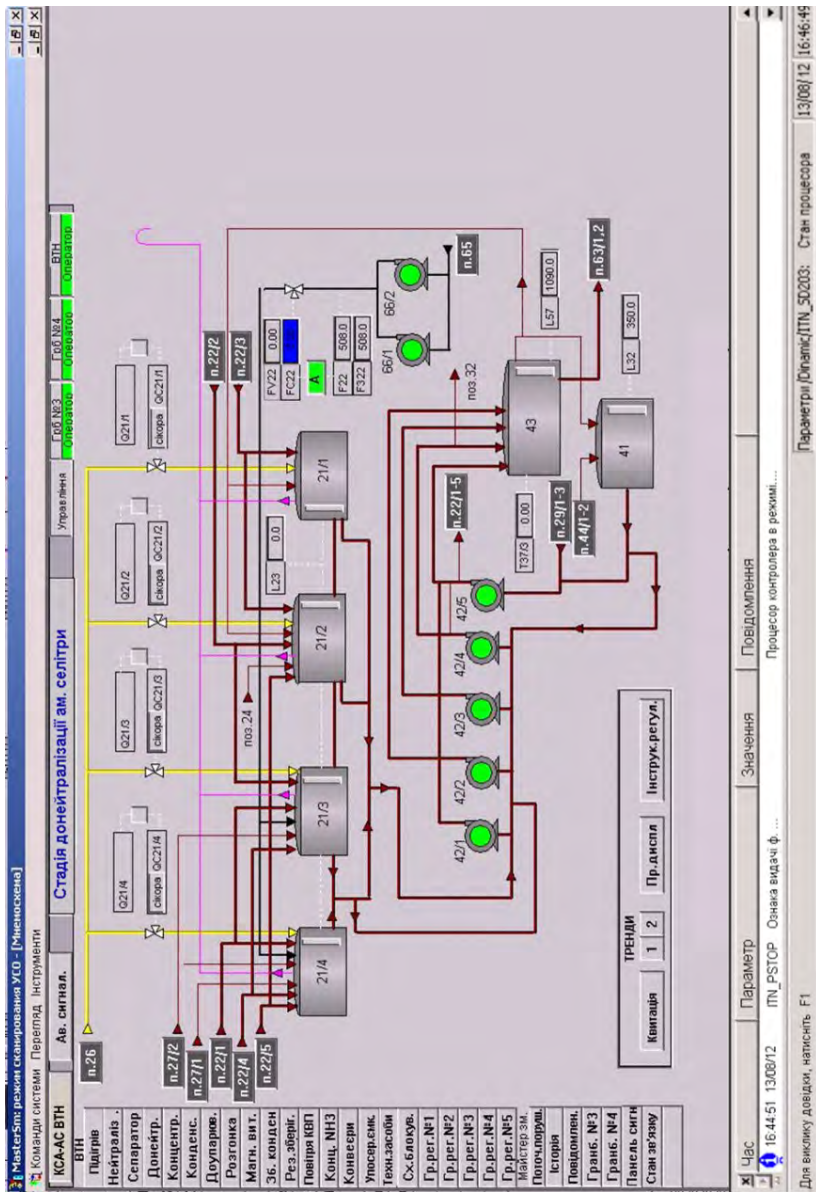


Рис. 2.9. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП донейтралізації плаву аміачної селітри

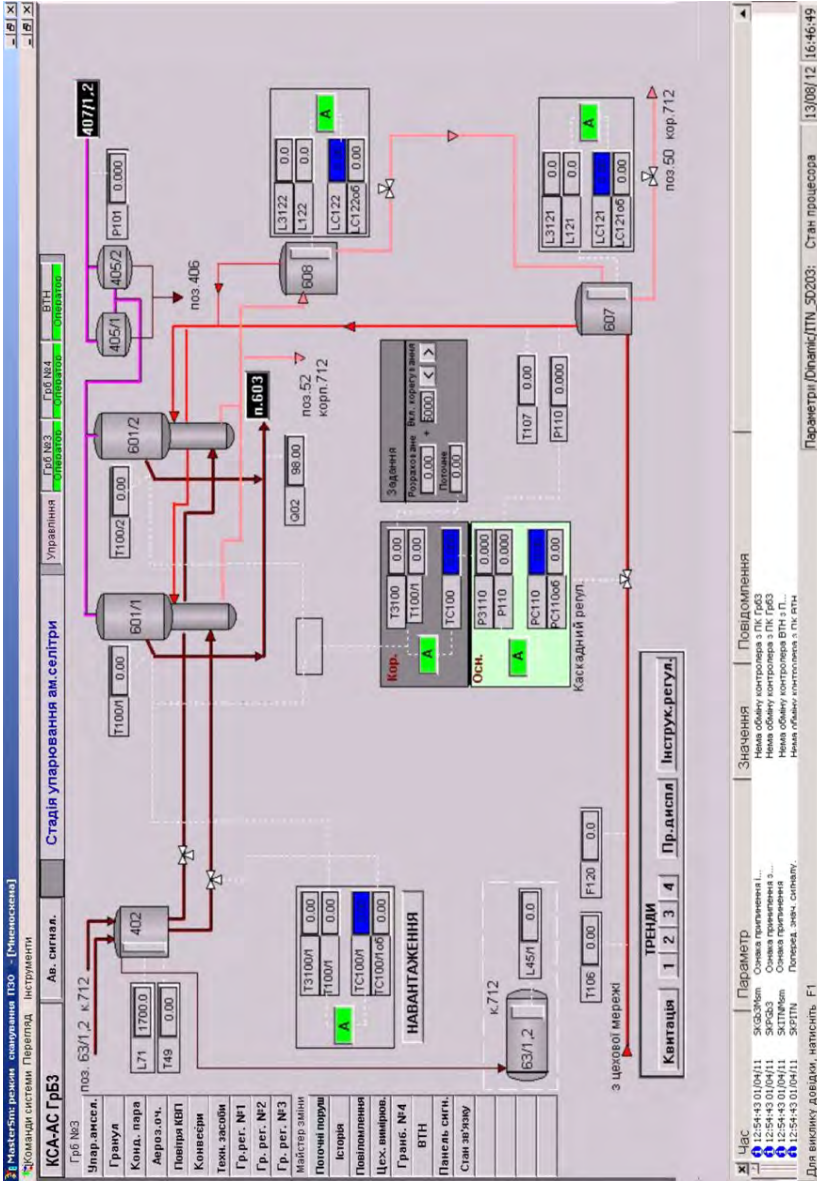


Рис. 2.10. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП попереднього управління аміачної селітри

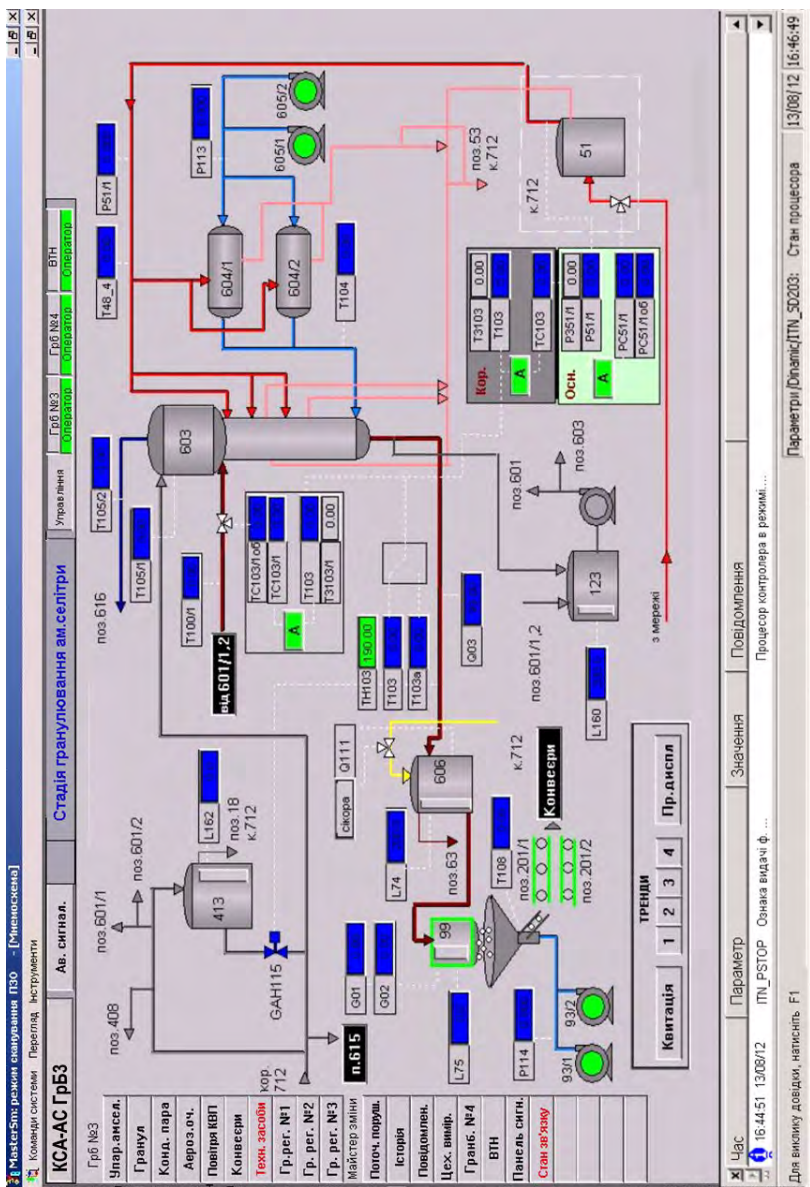


Рис. 2.11. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ГПП доупарювання та гранулювання плаву аміачної селітри

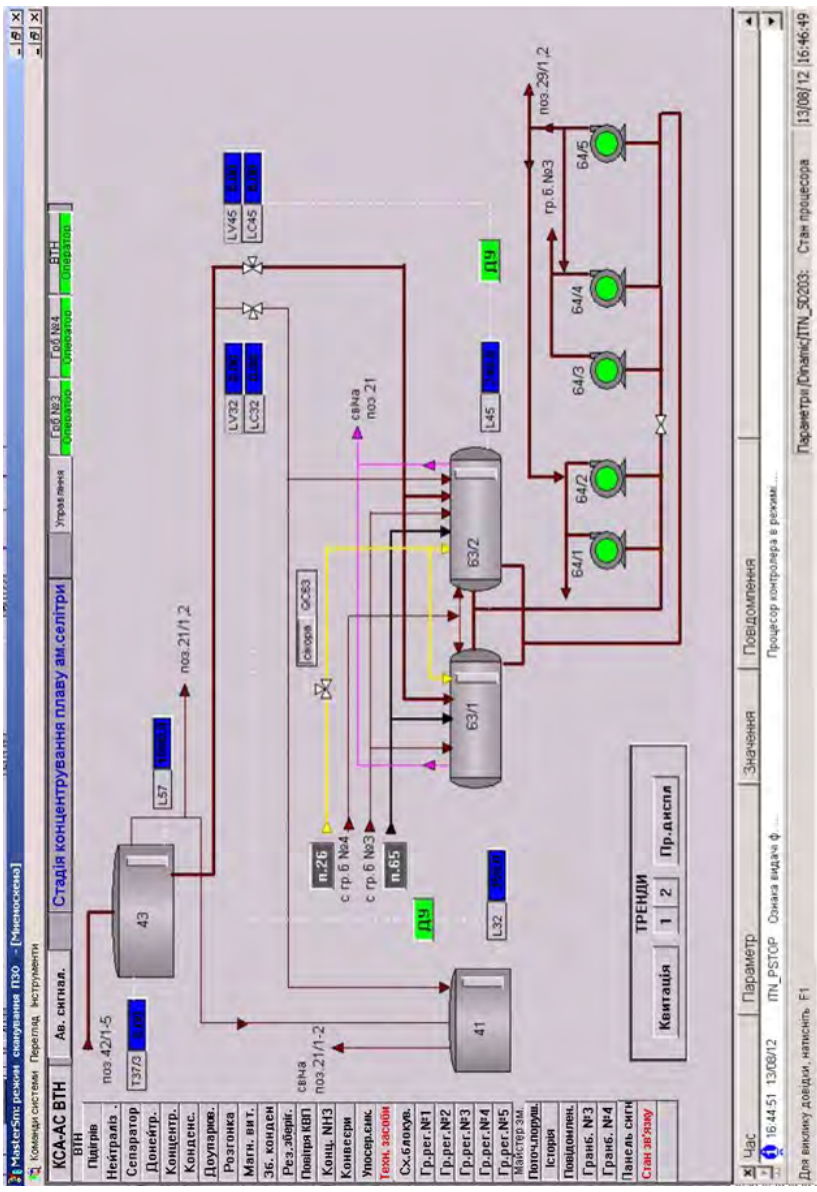


Рис. 2.12. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП концентрування розчину аміачної селітри

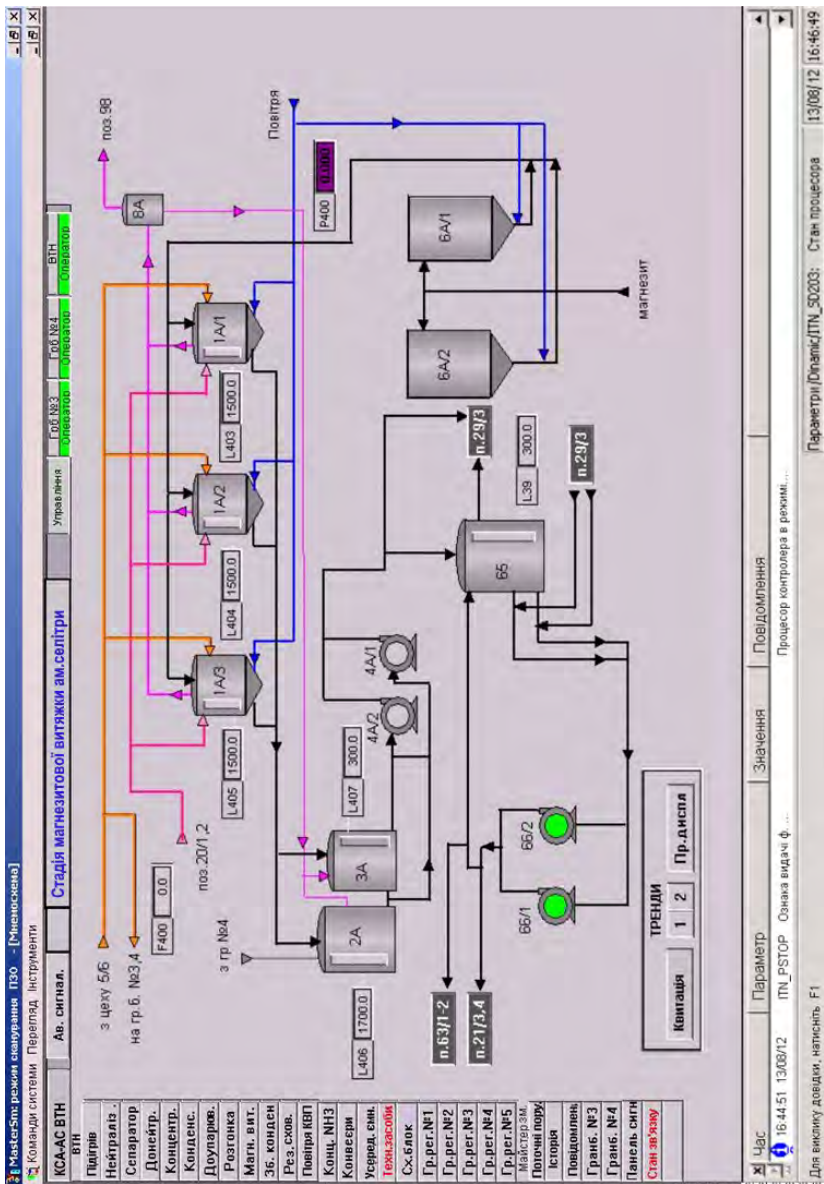


Рис. 2.13. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП приготування магнетитової витяжки

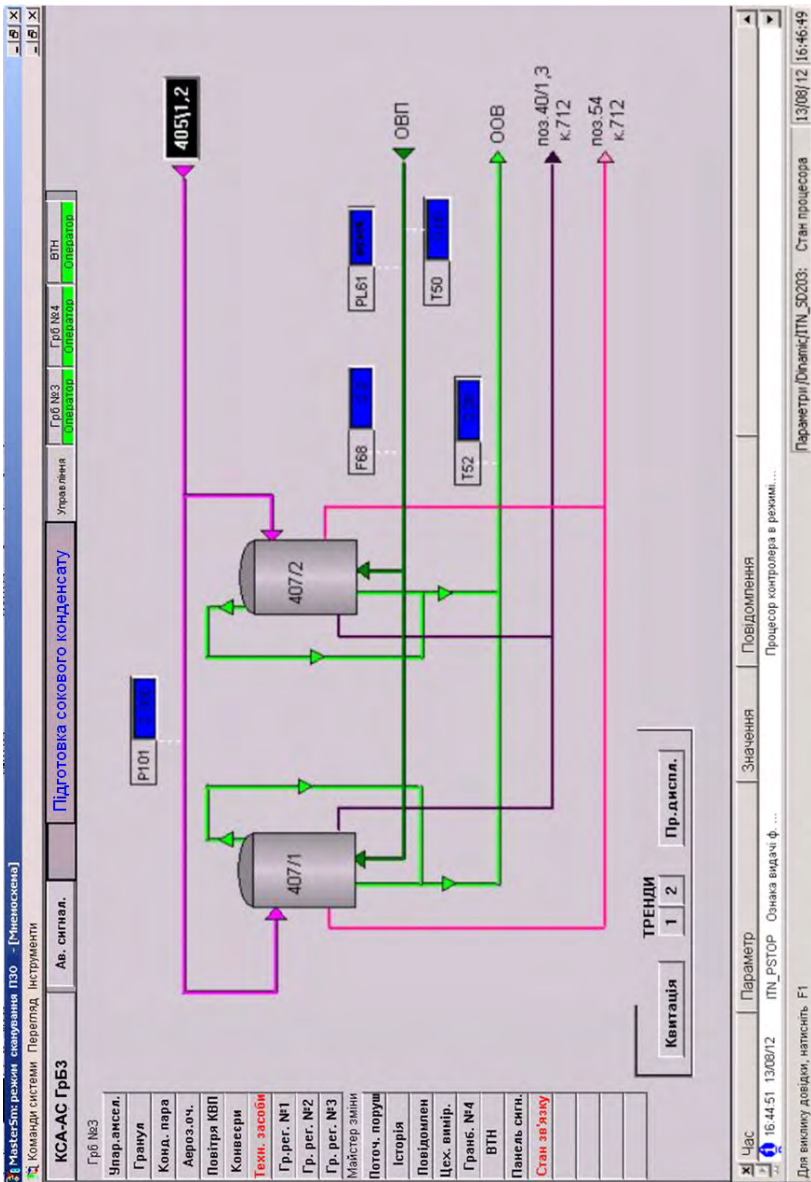


Рис. 2.14. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП підготовки сокового конденсату

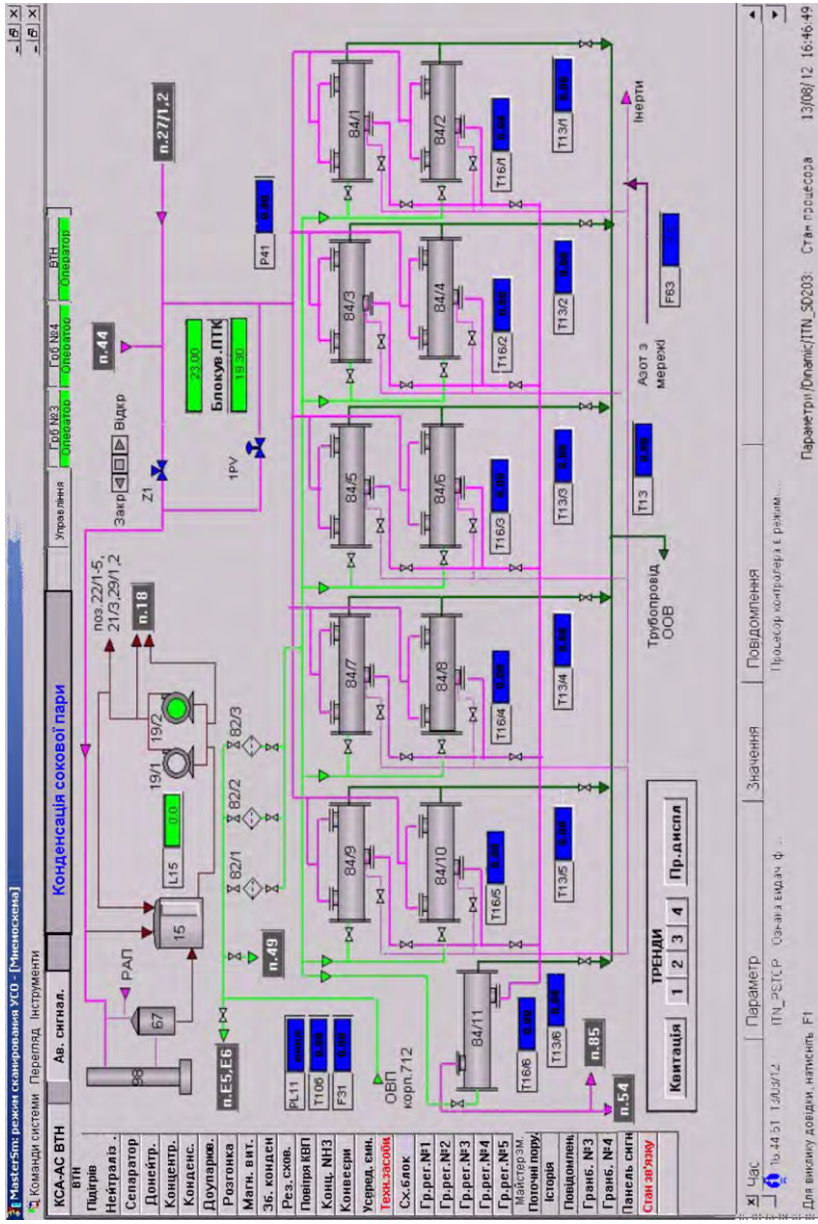


Рис. 2.15. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП конденсації сокової пари

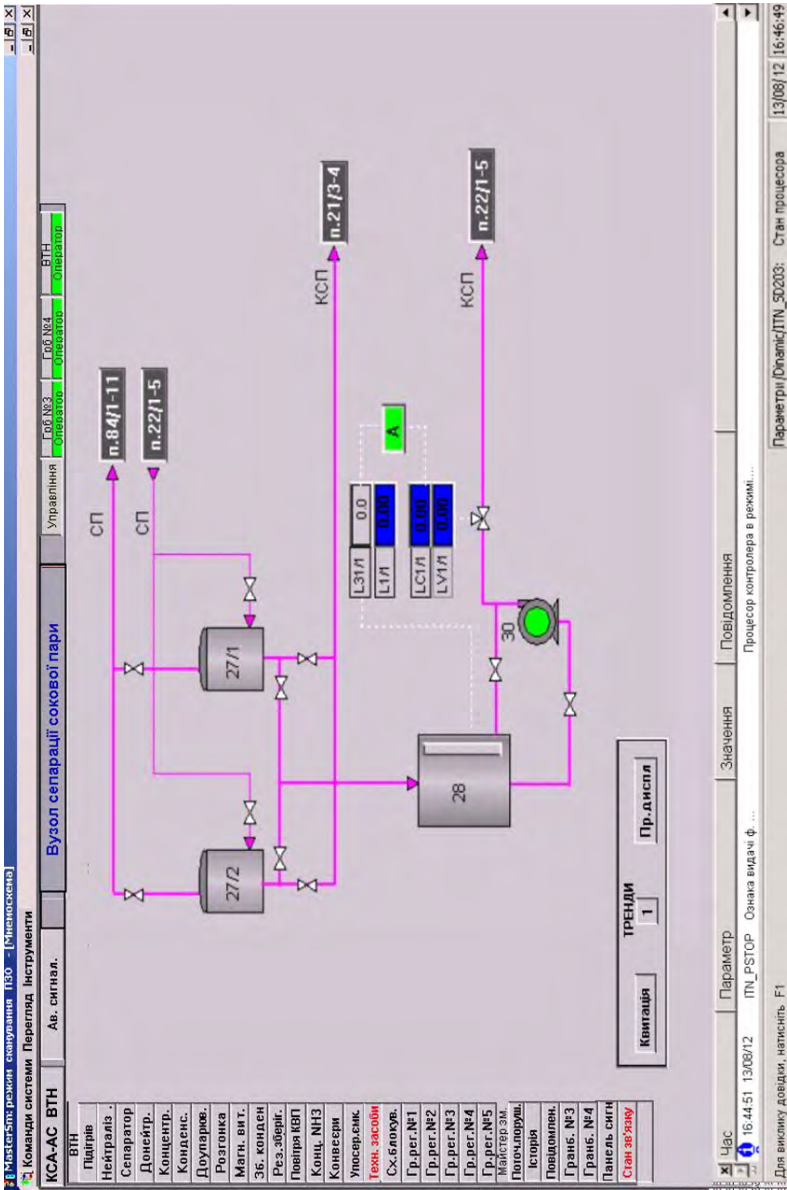


Рис. 2.16. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ПІ сепарації сокової пари

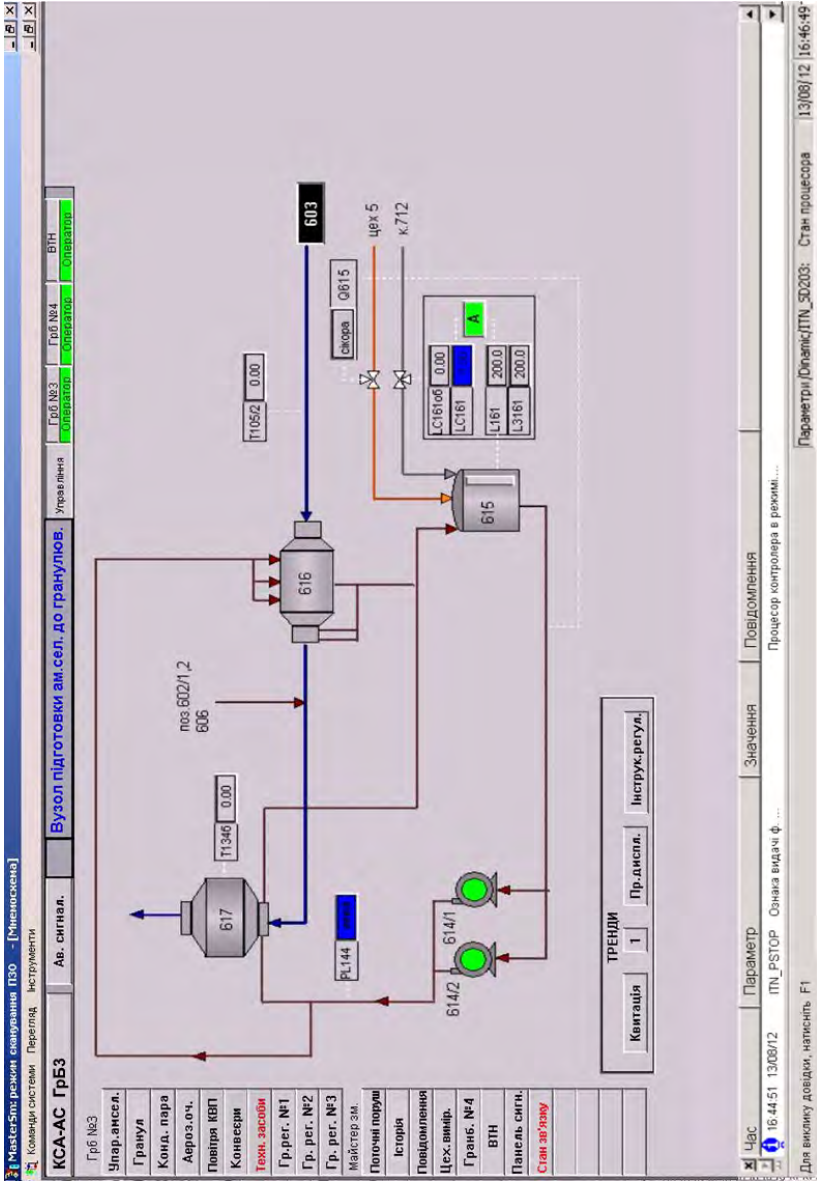


Рис. 2.17. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП підготовки плаву аміачної селітри до гранулювання

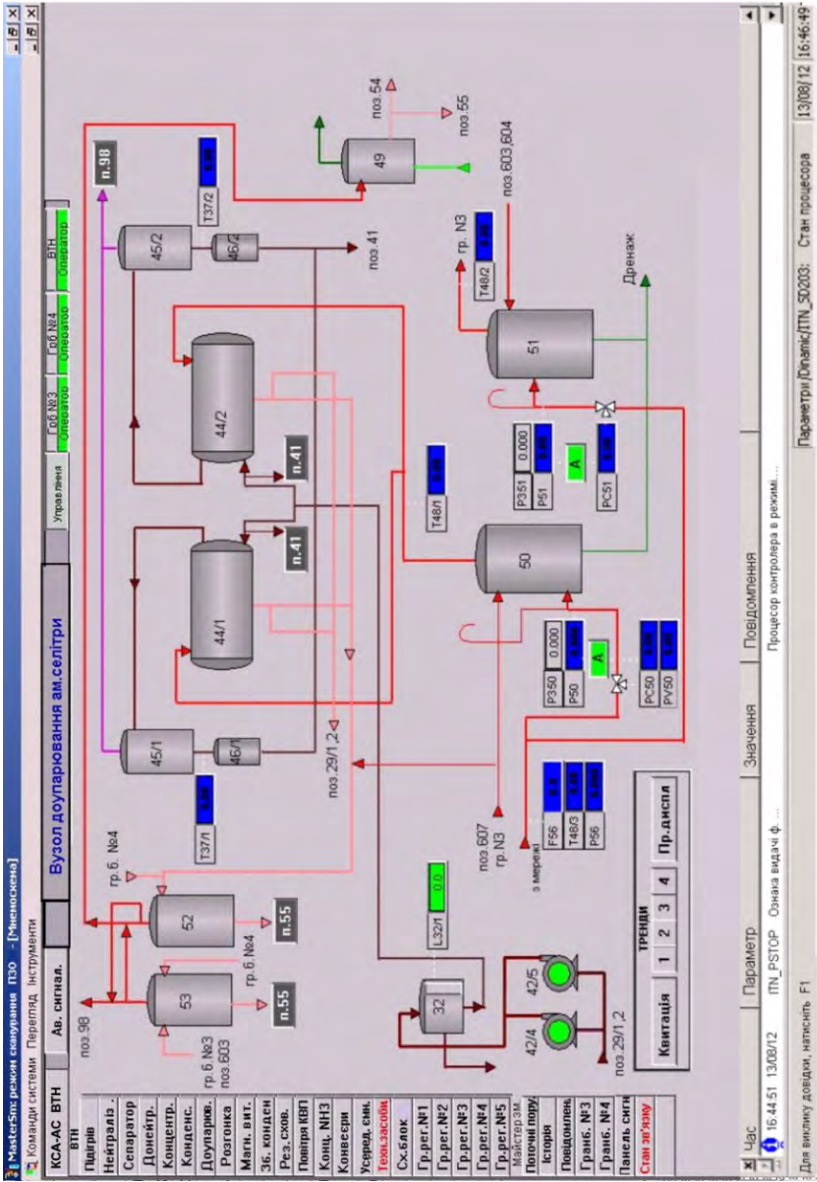


Рис. 2.18. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП доуларювання плаву аміачної селітри перед гранулюванням

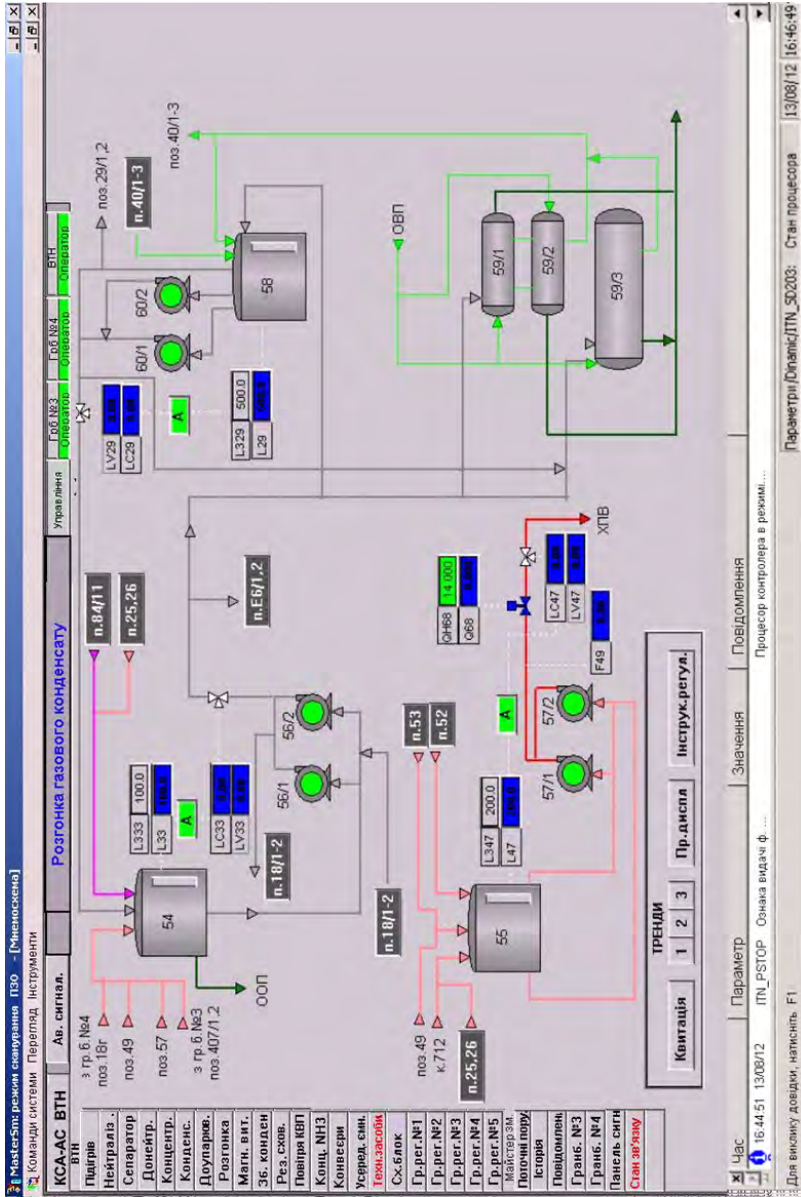


Рис. 2.19. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП розгонки газового конденсату

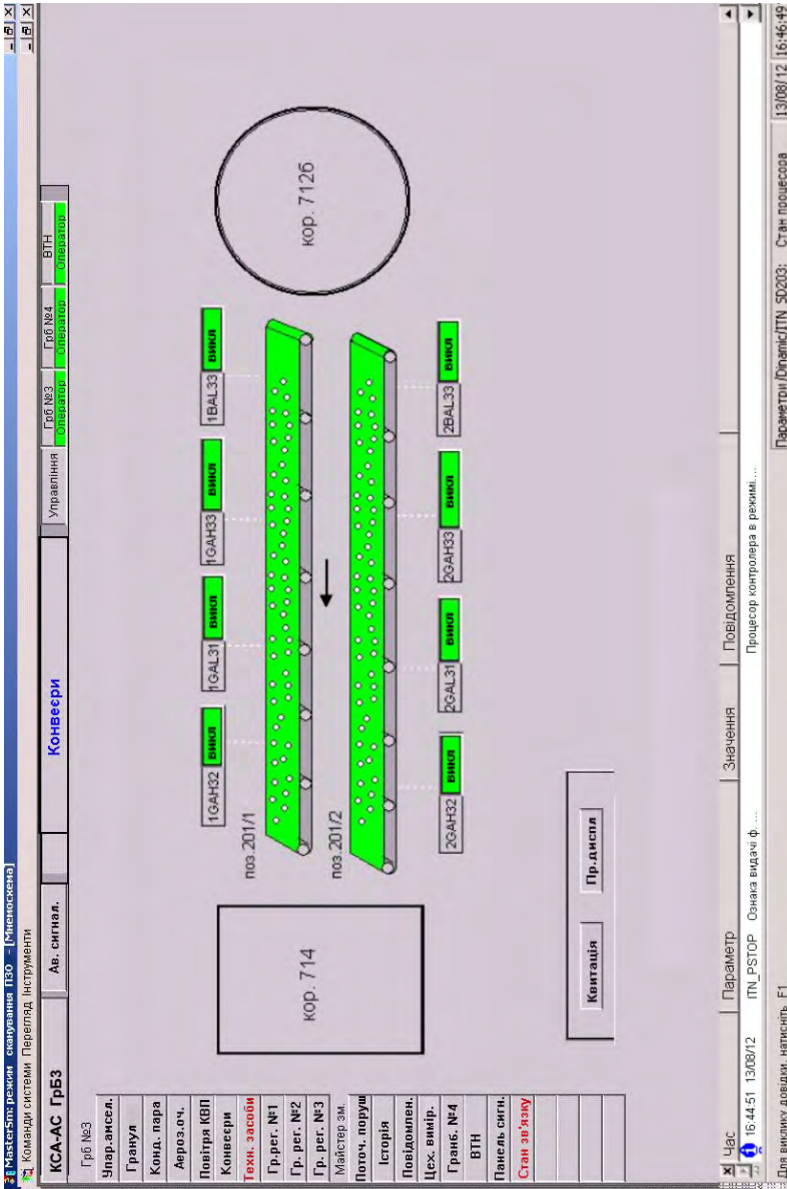


Рис. 2.20. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА ТП конвеєрного транспортування готової аміачної селітри

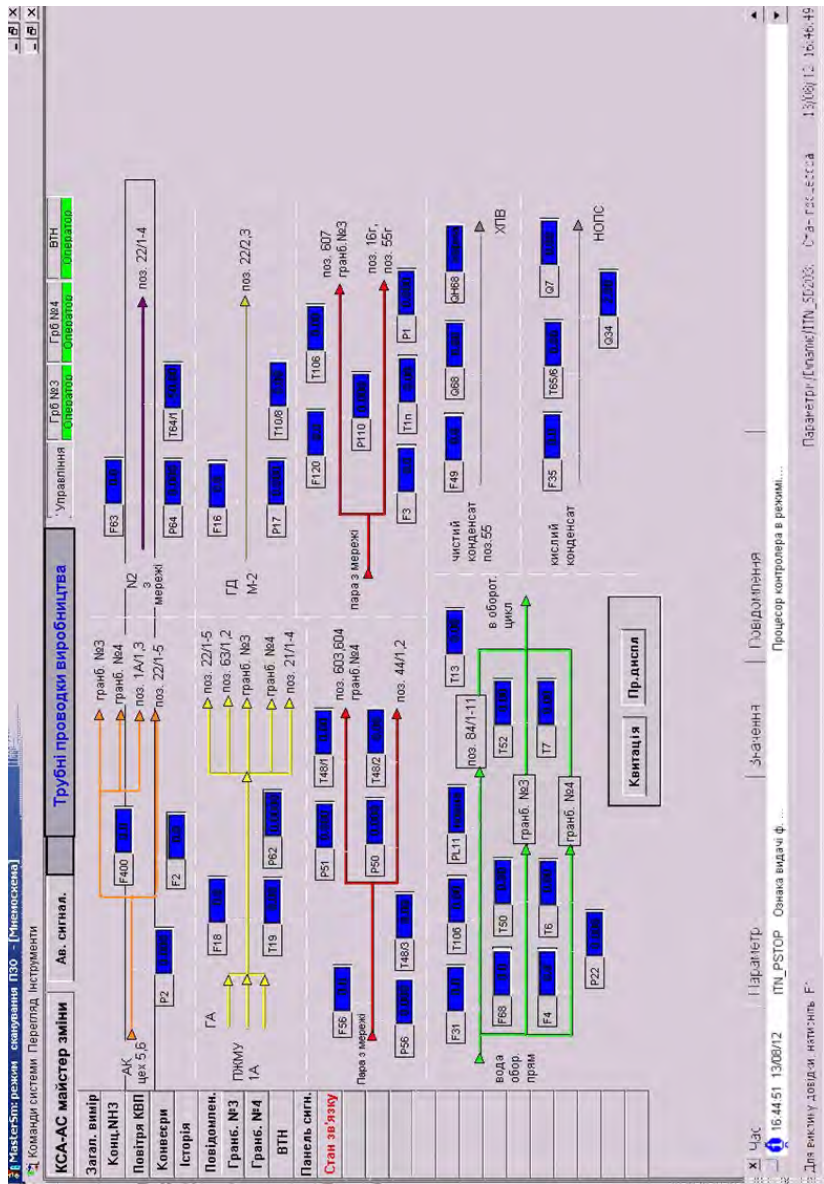


Рис. 2.21. Кольорові відображення на мнемосхемі КСА трубними проводками

Майстер-система, завантаження ПЗ... - Інформація

Команди системи: Перегляд, встановлення

Головний екран

Управління: Глоб №3, Глоб №4, ВН

КСА-АС ГРБЗ

Ад. сигнал: Технічні засоби КСА-АС

ГРБ №3

Управління	Слот 1: Х020(0322)	Слот 2: Х030(048)	Слот 3: Х040(084)	Слот 4: Х050(080)	Слот 5: Х060(098)													
шифр	станд. № фр	шифр	станд. № фр	шифр	код	знач. № фр	шифр	код	знач. № фр									
1	ТН103	0	2	1	Т48_4	0	0.00	2	1	Т103	0	0.00	2	1	Р101	0	0.000	1
2	Р157	0	5	2	Сх стрч 201/1	0	0.00	1	2	Т105/1	0	0.00	2	2	Р110	0	0.000	1
3	Р158	0	5	3	Пуск 201/1	0	0.00	3	3	Т155/2	0	0.00	2	3	Р113	0	0.0000	2
4	Р158	0	5	4	Пуск 201/2	0	0.00	3	4	Т106	0	0.00	1	4	Р114	0	0.000	2
5	Р1144	0	4	5	Контр 201/1	0	0.00	1	5	Т107	0	0.00	1	5	Р68	0	0.0	3
6	Р161	0	3	6	Контр 201/2	0	0.00	1	6	Т108	0	0.00	2	6	Р120	0	0.0	1
7	БАН115 ввдр	0	2	7	Тачка 201/1	0	0.00	2	7	Т134/0	0	0.00	4	7	Р100/56	0	0.0000	5
8	БАН115 захр	0	2	8	Т104	0	0.00	2	8	Р5/1	0	0.00	2	8	Л45/1	0	0.0	1
9	Гранула 98	0	2	9	Вент 93/1	0	0.0	2										
10	Вент 605/1	0	2	10	Вент 93/2	0	0.0	2										
11	Вент 605/2	0	2	11	Резерв													
12	Резерв			12	Резерв													
13	Резерв			13	Резерв													
14	Резерв			14	Резерв													
15	Резерв			15	Резерв													
16	Резерв			16	Резерв													

Слот 6: Х070(112)	Слот 7: Х080(128)						
шифр	код	знач.	№ фр	шифр	код	знач.	№ фр
1	Л71	0	1700.0	1	РС110	0	0.0
2	Л74	0	200.0	2	LC121	0	0.0
3	Л75	0	0.0	3	LC122	0	0.0
4	Л121	0	0.0	4	LC161	0	0.0
5	Л122	0	0.0				
6	Л160	0	200.0				
7	Л161	0	200.0				
8	Л162	0	0.0				

Кнопка	Таблиця перерах	Пр-дисла	Шест 2
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

Параметри: Параметри

Значення: Повідомлення

Приєднаний контролер в режимі: 13108 / 12 16:46:49

Для вилучення даних, натисніть F1

Рис. 2.22. Кольорові відображення на мнемосхемі технічних засобів КСА

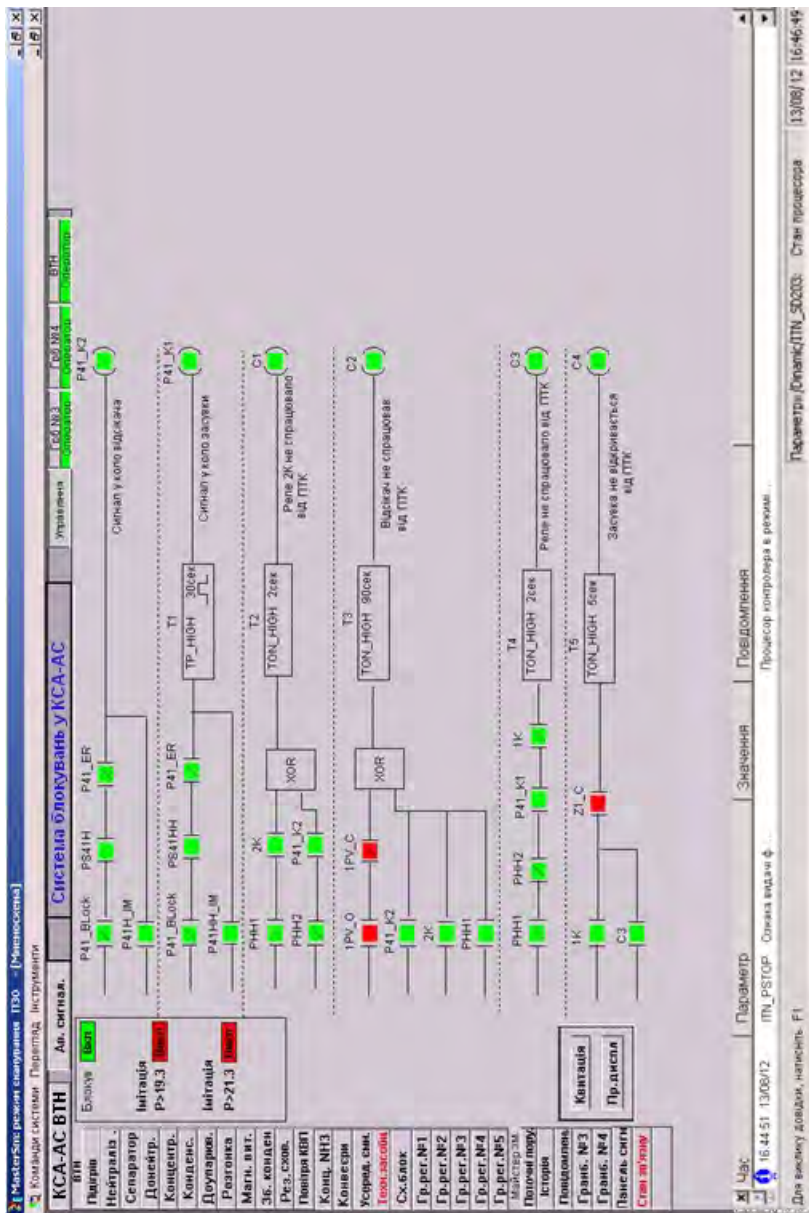


Рис. 2.23. Коліркові відображення на мнемосхемі блокування технологічних параметрів

2.3. Контроль технологічних параметрів

Для кожного технологічного параметра є оверлей, який включає оперативну інформацію про цей параметр (рис. 2.24). На оверлей знаходяться такі кнопки:

- Квитація** — квитація порушення (миготіння);
- Паспорт** — виклик детального дисплею параметра;
- Тренд** — виклик тренду;
- X** — закриття оверлею.

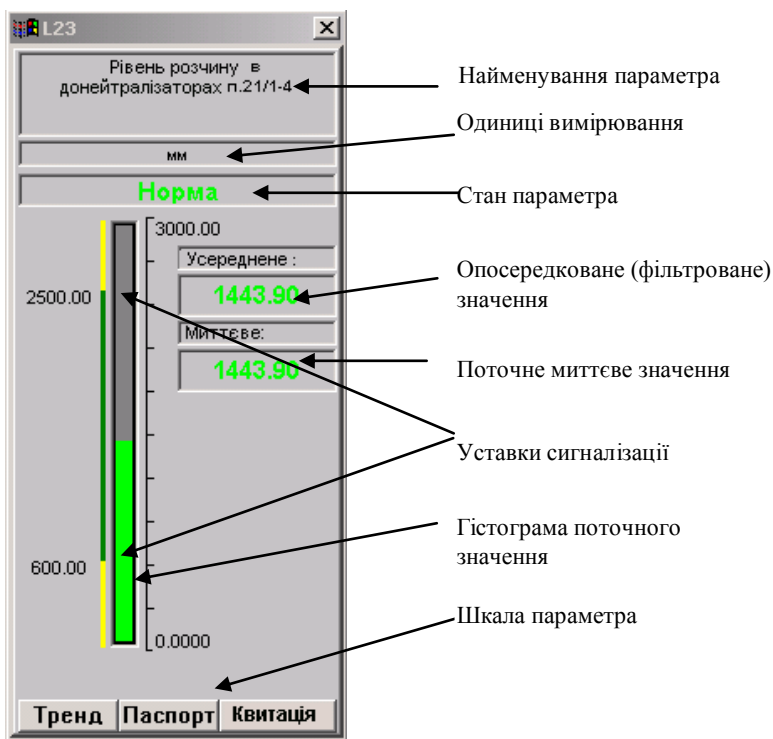


Рис. 2.24. Оверлей аналогового технологічного параметра

При натискуванні на кнопку **Тренд** з'являється віконце з трендом реального часу на інтервалі часу 4 хв з можливістю його перегляду на інтервалі 1 год 45 хв (рис. 2.25). На тренд виводяться миттєві та фільтровані значення даного параметра. Перегляд оперативних параметрів

контура контролю (шкала, уставки сигналізації, фізична адреса підключення параметра, відключення параметра з опитування тощо) здійснюється з детального дисплею, розробленого в складі оверлею параметра. Стан технологічного параметра на оверлеї відображається кольором. Виклик детального дисплею здійснюється кнопкою **Паспорт** з оверлею. До даної кнопки має доступ тільки персонал, який обслуговує КСА ТП. Фрагменти мнемосхем «Грануляція» та «Аерозольне очищення» для робочого місця ГрБ3 і ГрБ4 та «Нейтралізація», «Донейтралізація», «Концентрування слабкого розчину аміачної селітри» для робочого місця ВТН розроблені з врахуванням розширення КСА ТП за рахунок уведення підсистеми контролю «Сікора».



Рис. 2.25. Тренд технологічного параметра

На фрагменті ВТН «Нейтралізація» кольором фону прямокутника з надписом «Сікора» відображається стан роботи системи «Сікора» за кожним ВТН **Сікора** QС22/5. При нормальному функціонуванні системи колір — **зелений**, а при порушенні — **червоний**. Рівень рідини в апаратах відображається у вигляді стовпчика. Колір стовпчика відповідає кольоровому кодуванню даного контрольованого параметра. Висота стовпчика визначається поточним значенням рівня. В апаратах, де контролюється перелив рідини з даного апарату в інші, та при відсутності переливу рідини над значенням величини рівня появляється повідомлення

у спливаючому вікні з надписом **Немає переливу**. При наявності переливу, вікно є невидимим. За відсічними клапанами надається інформація про його положення (відкрито-закрито). Кожне положення відсічного клапана зображується кольором (рис. 2.26). Прийняті такі кольори: «Відкрито» — **зелений**; «Закрито» — **червоний**; «Проміжне положення» — **сірий**; «Помилка за тайм-аутом» або «відмова технічних засобів» — **білий**. Зміна положення відсічного клапана фіксується системою з видачею відповідного повідомлення, миготінням і зміною його кольору. У системі автоматично контролюється стан технологічного обладнання, яке входить до КСА ТП: насоси, конвеєри, вентилятори тощо. За обладнанням відображаються два стани: «Включено» і «Виключено». Кожен стан відображається кольором. Прийняті такі кольори: «Включено» — **зелений**; «Виключено» — **червоний**. Для кожного параметра, який характеризує стан обладнання і технологічних параметрів, є оверлей параметра, який показано на рис. 2.27.



Рис. 2.26. Оверлей стану відсічного клапана

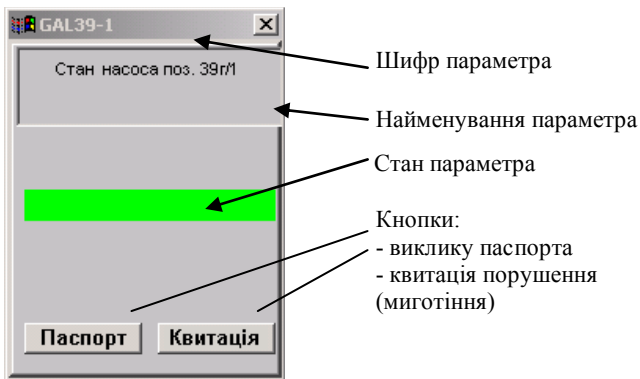



Рис. 2.27. Оверлей стану технологічного обладнання


2.4. Робота з фрагментами мнемосхем

2.4.1. Загальні положення

Дії оперативного персоналу виконуються за допомогою мишки таким чином:

- рухом мишки курсор підвести до вибраного об'єкта;
- натиснути лівою клавшею мишки (ЛКМ), якщо появляється курсор

у вигляді руки:  ;

- натиснути правою клавшею мишки (ПКМ), якщо появляється курсор у вигляді листа сторінки: .

Для оцінювання стану тої чи іншої стадії технологічного процесу, наприклад, стадії випарювання та підігріву аміаку (рис. 2.28), необхідно викликати відповідний фрагмент мнемосхеми, для чого підвести курсор мишки до кнопки з найменуванням даного фрагменту на дисплейній лінійці та натиснути ЛКМ. При одночасній роботі з двома фрагментами оператор спочатку має викликати один фрагмент, потім — інший. Для оперативного переходу з одного фрагменту на інший використовується кнопка **Пр.диспл**. Перехід на фрагменти, котрі зв'язані технологічними потоками, здійснюється за допомогою кнопки **чорного** кольору з номером позиції апарату **п.22/1-5**, натиснувши по ній ЛКМ. На фрагменті показані поточні значення технологічних параметрів. Для отримання більш повної інформації про технологічний параметр (найменування, шкала, одиниця вимірювання, тренд, друкування тощо) необхідно викликати його оверлей.

Для виклику оверлея (рис. 2.29) необхідно підвести курсор мишки до значення відповідного параметра та натиснути ПКМ. При цьому на фрагменті з'являється оверлей. Кількість викликуваних на фрагмент оверлейів не обмежена. При необхідності можна перенести оверлей на будь-яке інше місце фрагменту. Для цього необхідно:

- підвести курсор до верхнього прямокутника оверлею з іменем параметра;
- натиснути ЛКМ і, не відпускаючи її, перемістити оверлей на вибране місце екрану.

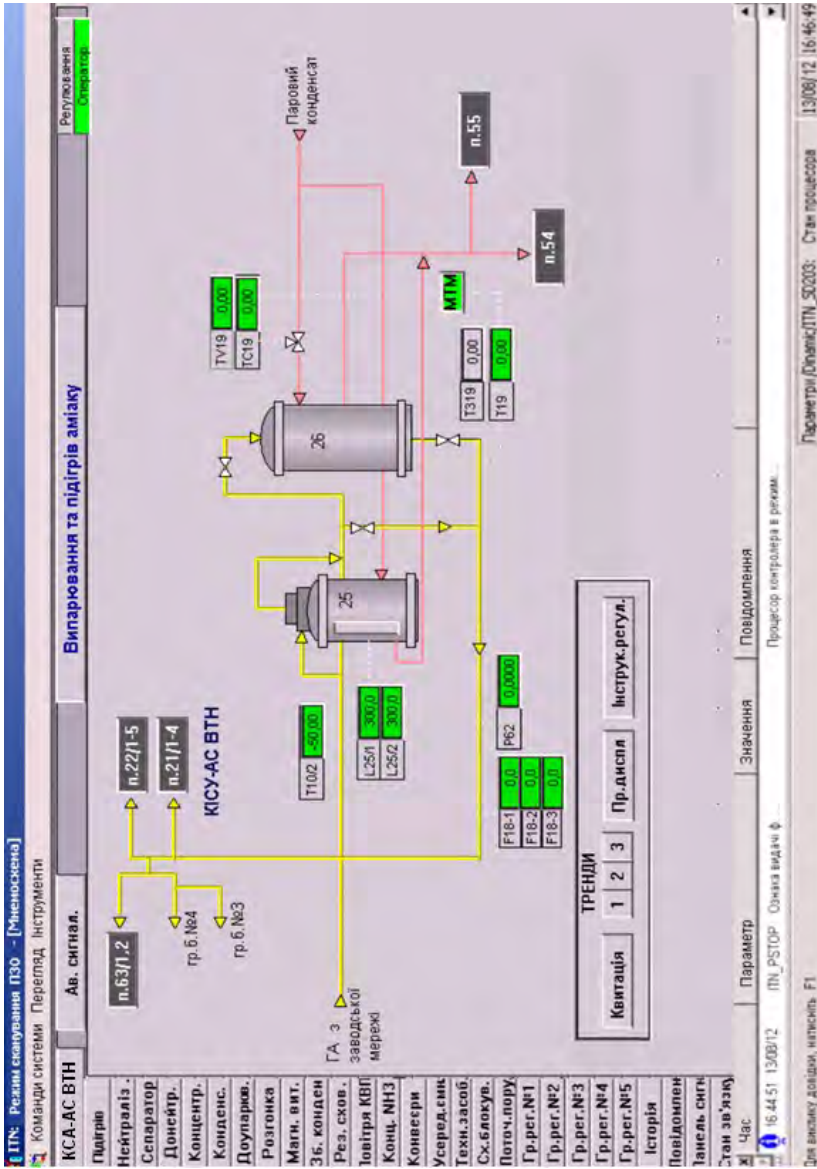


Рис. 2.28. Мнемосхема нормального режиму роботи стадії випарювання та підігріву ГПА

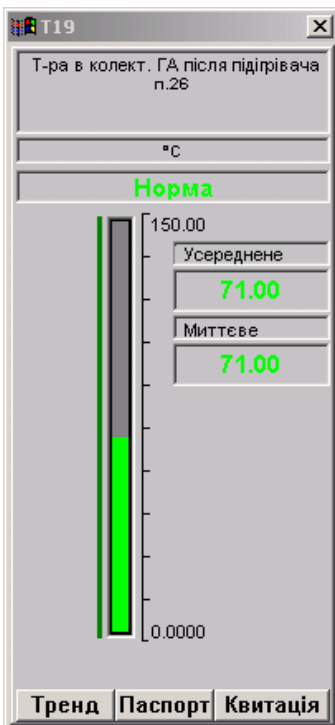


Рис. 2.29. Оверлей технологічного параметра

кольором, якщо спрацювало блокування або аварійна сигналізація. Індикатор на панелі сигналізації навпроти надпису «Конденсація сокової пари» засвічується **червоним** кольором, якщо спрацює блокування. Індикатор на панелі сигналізації навпроти надпису «Чистий конденсат на ХПВ» (хімічна підготовка води) засвічується **червоним** кольором, якщо спрацює блокування або аварійна сигналізація. Індикатор на

Оверлей з дисплею вилучається шляхом підведення курсора до кнопки **×** у верхній області оверлея. Для виклику оверлея дискретного параметра необхідно підвести курсор мишки до позначення дискретного параметра і натиснути ПКМ. Якщо на фрагменті кнопка аварійної сигналізації підсвічується **червоним** кольором, то для швидкого розпізнавання аварійної ситуації необхідно натиснути на індикатор **Ав. сигнал.** При цьому викликається панель аварійної сигналізації. Остання складається з найменування технологічних стадій та індикаторів сигналізації.

Якщо порушень нема, то індикатори забарвлені в **зелений** колір; при наявності порушення відповідний індикатор забарвлюється в **червоний** колір **Ав. сигнал.**, як показано на рис. 2.30. Індикатор на панелі сигналізації навпроти надпису «Нейтралізація» засвічується **червоним**

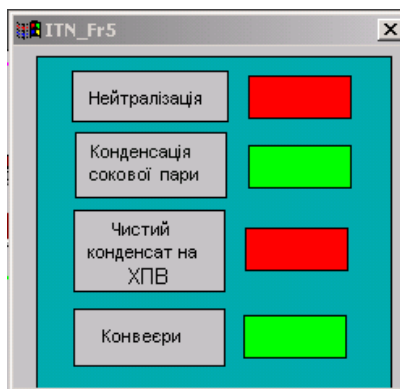


Рис. 2.30. Панель аварійної сигналізації на робочому місці ВТН

панелі сигналізації навпроти надпису «Конвеєри» засвічується **червоним** кольором при зупинці будь-якої пари конвеєрів у працюючій нитці. Для ПК майстра зміни панель аварійної сигналізації має вигляд, показаний на рис. 2.31.

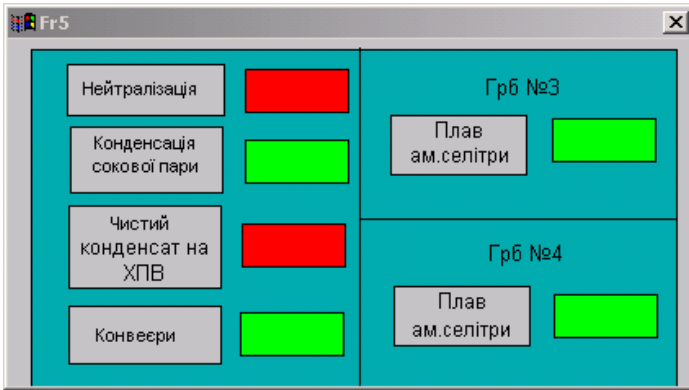


Рис. 2.31. Панель аварійної сигналізації на ПК майстра зміни

Індикатор для ГрБ3 або ГрБ4 навпроти надпису «Плав ам. селітри» засвічується **червоним** кольором, якщо спрацьовує їх блокування або аварійна сигналізація. У рядок сигналізації про порушення може поступити декілька повідомлень. При перегляді повідомлень необхідно в їх рядку натиснути ЛКМ за необхідною кількістю повідомлень і на екрані появиться вікно з їх інформацією:

- для робочого місця ВТН (рис. 2.32);
- для робочого місця ГрБ3 (рис. 2.33);
- для робочого місця МЗ (рис. 2.34).

На даних вікнах **червоним** кольором відображаються поточні повідомлення, **сірим** кольором — можливі повідомлення. Вікна можна закрити, натиснувши на кнопку у правому верхньому куті вікна, або перемістити у будь-яке інше зручне місце екрану. Якщо в рядку сигналізації знаходиться повідомлення про відсутність зв'язку, то необхідно натиснути ЛКМ на прямокутнику з найменуванням причини відмови. При цьому з'явиться додаткова інформація, яка дозволяє оцінити причину відмови, а також запропонувати дії щодо її усунення (рис. 2.35).

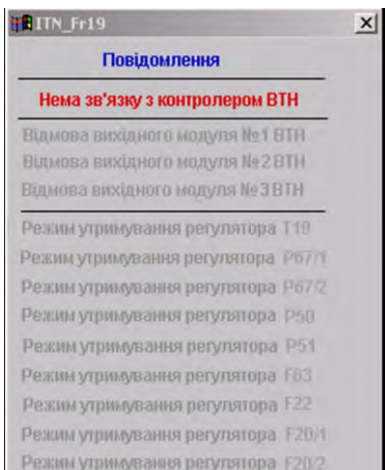


Рис. 2.32. Вікно повідомлень для робочого місяця ВТН

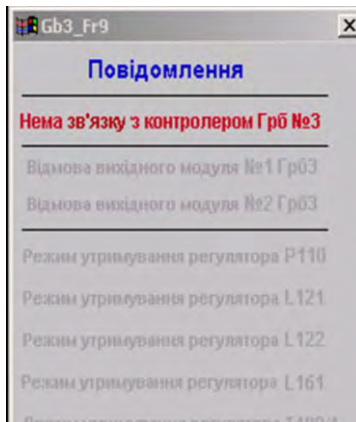


Рис. 2.33. Вікно повідомлень для робочого місяця ГрБЗ

Відсутність зв'язку	Відмова вихідних модулів
<p>Нема зв'язку з контролером ВТН Нема зв'язку з контролером Грб3 Нема зв'язку з контролером Грб4</p> <p>Режим утримування регуляторів гранбашні №3</p> <p>Режим утримування регулятора P110 Режим утримування регулятора L121 Режим утримування регулятора L122 Режим утримування регулятора L161 Режим утримування регулятора T100/1 Режим утримування регулятора T100/2 Режим утримування регулятора T103/1 Режим утримування регулятора P51/1</p> <p>Режим утримування регуляторів гранбашні №4</p> <p>Режим утримування регулятора P1 Режим утримування регулятора P40 Режим утримування регулятора L2 Режим утримування регулятора L3 Режим утримування регулятора L4 Режим утримування регулятора L8 Режим утримування регулятора L10</p>	<p>Відмова вихідного модуля №1 ИТН Відмова вихідного модуля №2 ИТН Відмова вихідного модуля №3 ИТН Відмова вихідного модуля №1 Грб3 Відмова вихідного модуля №2 Грб3 Відмова вихідного модуля №1 Грб4</p> <p>Режим утримування регуляторів ВТН</p> <p>Режим утримування регулятора T19 Режим утримування регулятора P50 Режим утримування регулятора P51 Режим утримування регулятора F63 Режим утримування регулятора F22 Режим утримування регулятора F20/1 Режим утримування регулятора F20/2 Режим утримування регулятора F20/3 Режим утримування регулятора F20/4 Режим утримування регулятора F20/5 Режим утримування регулятора L47 Режим утримування регулятора L33 Режим утримування регулятора L29 Режим утримування регулятора Q85/1 Режим утримування регулятора L1/1</p>

Рис. 2.34. Вікно повідомлень для робочого місяця МЗ

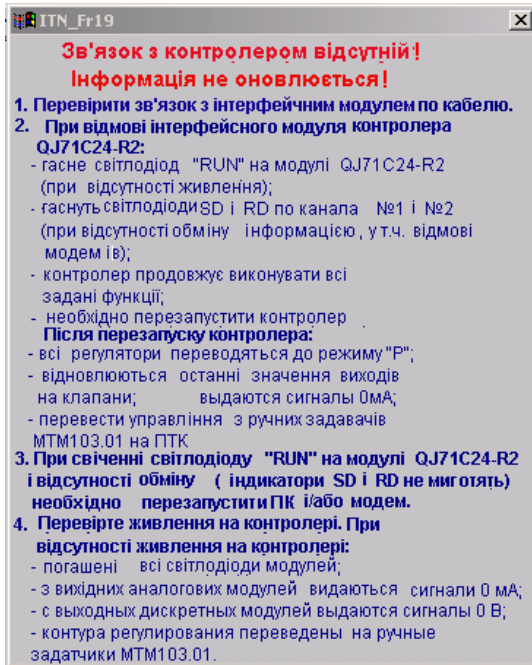


Рис. 2.35. Вікно додаткової інформації щодо причин відмови

Якщо в рядку сигналізації знаходиться повідомлення про відмову аналогового вихідного модуля, то потрібно натиснути ЛКМ на прямокутнику з найменуванням повідомлення. При цьому з'явиться додаткова інформація про стан регуляторів (модуля) (рис. 2.36). Щоб переглянути всі надіслані повідомлення, необхідно в рядку сигнальних повідомлень натиснути ЛКМ на прямокутнику з числом (кількістю повідомлень).

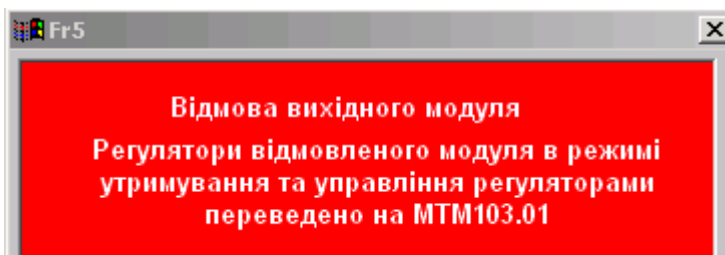


Рис. 2.36. Вікно додаткової інформації про стан регуляторів

При цьому появиться вікно з інформацією про повідомлення.
У даному випадку:

- для робочого місця ВТН (рис. 2.37);
- для робочого місця ГрБЗ (рис. 2.38);

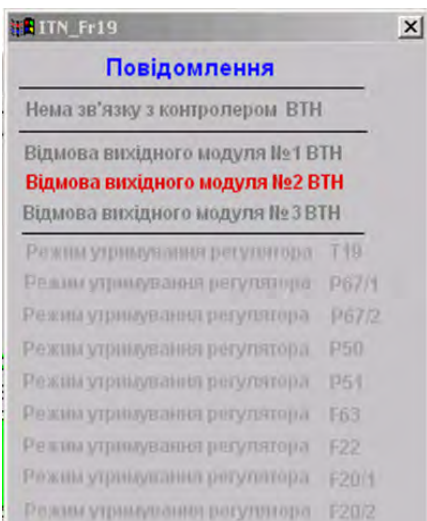


Рис. 2.37. Вікно інформації про відмову вихідного модуля для робочого місця ВТН

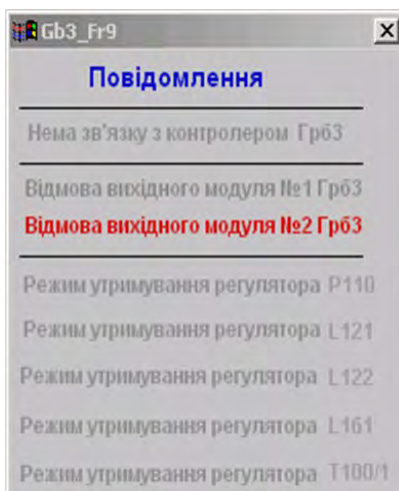


Рис. 2.38. Вікно інформації про відмову вихідного модуля для робочого місця ГрБЗ

- для робочого місця МЗ, наприклад, якщо відмова модулів є на будь-якому контролері (рис. 2.39).

На вікні повідомлень **червоним** кольором відображаються поточні повідомлення, **сірим** кольором — можливі повідомлення. У разі відмови аналогового вихідного модуля необхідно перевести управління регуляторами на МТМ103.01 і повідомити про це майстра зміни (рис. 2.40). Якщо в рядку сигналізації знаходиться повідомлення про перехід регулятора на режим утримування, то при натискуванні ЛКМ на прямокутнику з найменуванням повідомлення з'явиться додаткова інформація щодо стану САР.

Відсутність зв'язку	Відмова вихідних модулів
Нема зв'язку з контролером ВТН Нема зв'язку з контролером Грб3 Нема зв'язку з контролером Грб4	Відмова вихідного модуля №1 ИТН Відмова вихідного модуля №2 ИТН Відмова вихідного модуля №3 ИТН Відмова вихідного модуля №1 Грб3 Відмова вихідного модуля №2 Грб3 Відмова вихідного модуля №1 Грб4
Режим утримування регуляторів гранбашні №3	Режим утримування регуляторів ВТН
Режим утримування регулятора Р110 Режим утримування регулятора L121 Режим утримування регулятора L122 Режим утримування регулятора L161 Режим утримування регулятора T100/1 Режим утримування регулятора T100/2 Режим утримування регулятора T103/1 Режим утримування регулятора P51/1	Режим утримування регулятора T19 Режим утримування регулятора P50 Режим утримування регулятора P51 Режим утримування регулятора F63 Режим утримування регулятора F22 Режим утримування регулятора F20/1 Режим утримування регулятора F20/2 Режим утримування регулятора F20/3 Режим утримування регулятора F20/4 Режим утримування регулятора F20/5 Режим утримування регулятора L47 Режим утримування регулятора L33 Режим утримування регулятора L29 Режим утримування регулятора Q85/1 Режим утримування регулятора L11
Режим утримування регуляторів гранбашні №4	
Режим утримування регулятора P1 Режим утримування регулятора P40 Режим утримування регулятора L2 Режим утримування регулятора L3 Режим утримування регулятора L4 Режим утримування регулятора L8 Режим утримування регулятора L10	

Рис. 2.39. Вікно інформації про відмови вихідних модулів для робочого місця МЗ

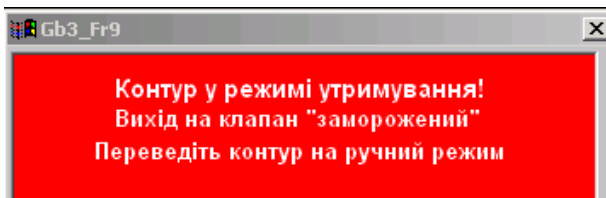


Рис. 2.40. Вікно інформації про стан САР (контура регулювання)

Щоби перейти на фрагмент, де знаходиться регулятор, необхідно в рядку сигналізації натиснути ЛКМ по шифру параметра в повідомленні. При цьому здійснюється перехід на фрагмент, де відображається даний регулятор. Щоби переглянути всі поточні повідомлення, потрібно в рядку сигнальних повідомлень натиснути ЛКМ на прямокутнику з кількістю повідомлень. При цьому впливе вікно з інформацією про повідомлення. У даному випадку:

- для робочого місця ВТН (рис. 2.41);
- для робочого місця ГрБЗ (рис. 2.42);
- для робочого місця МЗ (рис. 2.43).

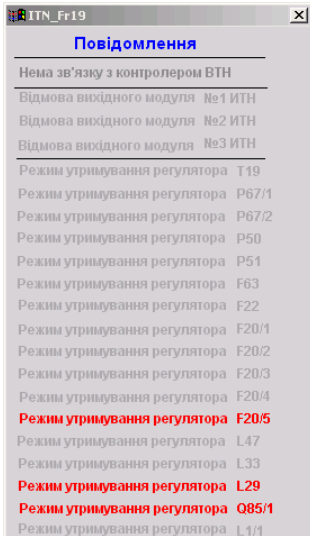


Рис. 2.41. Вікно інформації про режим утримування регуляторів для робочого місця ВТН

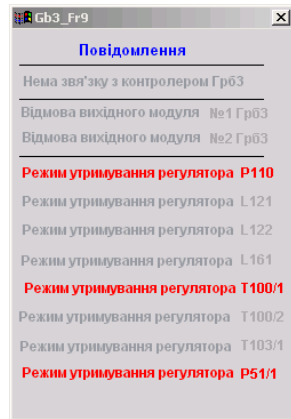


Рис. 2.42. Вікно інформації про режим утримування регуляторів для робочого місця ГрБЗ



Рис. 2.43. Вікно інформації про режим утримування регуляторів для робочого місця МЗ

Усі підказки можна закрити, натиснувши по значку у верхньому правому куті або змістити в інше місце екрану. Якщо САР перейшла на режим утримування, то потрібно перевести її на ручний режим і управляти регулюючим клапаном, змінюючи значення виходу.

2.4.2. Описання фрагмента ВТН «Конденсація сокової пари»

Для оперативного контролю параметрів технологічного процесу стадії конденсації сокової пари та спрацювання системи блокувань за перевищенням тиску сокової пари є фрагмент мнемосхеми «Конденсація сокової пари» (рис. 2.44). При відсутності напруги в схемі блокувань від ПТК (коли реле РНН2=1) або при відсутності напруги в локальній схемі блокувань (коли реле РНН1=1) на фрагменті мнемосхеми конденсації сокової пари в правому верхньому куті на **червоному** фоні з'явиться повідомлення про відсутність відповідної напруги:

Нема напруги в лок. схемі блокувань
Нема напруги в схемі блокувань ПТК

Якщо напруга знаходиться в нормі, то повідомлення на фрагменті відсутні. Враховуючи те, що в системі блокувань передбачені дві аварійні максимальні уставки, то для відображення досягнення заданих уставок і спрацювання відповідних реле на фрагменті поряд з відсічним клапаном і електрозасувкою у фоновому прямокутнику відображається величина заданої уставки та включення (Блок.) або виключення (Деблок.) системи блокувань від ПТК (рис. 2.45).

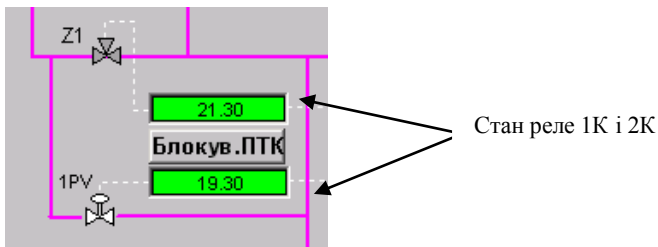


Рис. 2.45. Вікно введення блокувальних параметрів для відсікача та електрозасувки

Досягнення тиском Р41 заданих уставок аварійної сигналізації та спрацювання відповідних реле відображається **червоним** кольором поля прямокутника та його миготінням. При відсутності порушення, тобто коли параметр знаходиться в нормі, колір поля — **зелений**. При формуванні сигналу на спрацювання блокування за перевищенням тиску $P \geq 19,3$ кПа (або $P \geq 21,3$ кПа) і спрацюванні відповідного реле 2К (або 1К) — колір поля стає **червоним** миготливим (рис. 2.46).

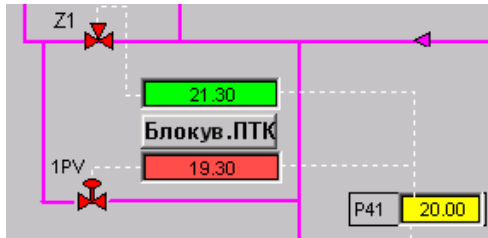


Рис. 2.46. Вікно формування сигналу на спрацювання блокування

Стан блокування («ВКЛ», «ВИКЛ») від ПТК відображається прямокутником з надписом:

- «Блокув. ПТК» — блокування за тиском від ПТК включено;
- «Деблок ПТК» — блокування за тиском від ПТК виключено.

Надпис **Блокув.ПТК** або **Деблок.ПТК** змінюється автоматично в залежності від наступного: блокування від ПТК включено або виключено. Виключення (Деблок.) виконується відповідним персоналом вручну з мнемосхеми «Схема блокувань». На фрагменті «Конденсація сокової пари» знаходиться інформація для контролю стану кнопок управління «Відкрити», «Закрити» електросасувки в лінії скидання сокової пари на свічу після поверхневих конденсаторів 84/1÷11. Над зображенням електросасувки розташовані три квадрати, що показують стан кнопок включення електродвигуна на відкриття або закриття електросасувки, а також про стан (наприклад, робота) електродвигуна електросасувки. Якщо натиснута кнопка на закриття електросасувки, то на фрагменті **зеленим** кольором підсвічується ліва кнопка **Закр** . Якщо натиснута кнопка на відкриття електросасувки, то на фрагменті права кнопка **Відкр** підсвічується **зеленим** кольором; якщо електродвигун електросасувки знаходиться в роботі, то на фрагменті середня кнопка підсвічується **зеленим** кольором

2.5. Тренди реального часу

2.5.1. Надання інформації на трендах реального часу

Тренд реального часу являє собою графік зміни значень параметра технологічного процесу в часі (рис. 2.47).

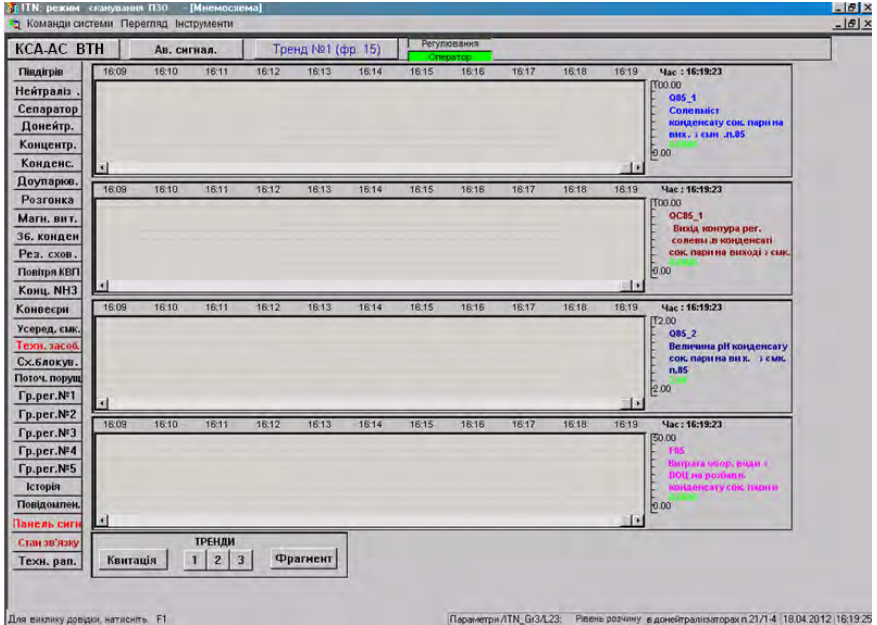


Рис. 2.47. Вікно трендів КСА ТП виробництва аміачної селітри

За допомогою трендів реального часу оператор отримує оперативну інформацію для оцінки поточного стану та прогнозування режиму роботи, як окремих стадій, так і всього виробництва в цілому. Значення параметра на трендах відображається у вигляді точок на графіку, які з'єднуються в неперервну лінію та масштабуються відповідно із заданою верхньою та нижньою границями шкали. Надання інформації на трендах здійснюється у вигляді зміни в часі одного параметра або групи параметрів. Тренд одного параметра розроблено для кожного контрольованого параметра у складі оверлею. Тривалість тренда складає 4 хв, цикл оновлення інформації — 3 с. Кнопки прокрутки надають можливість переглянути тренд історії параметра за 1 год 45 хв (рис. 2.48).

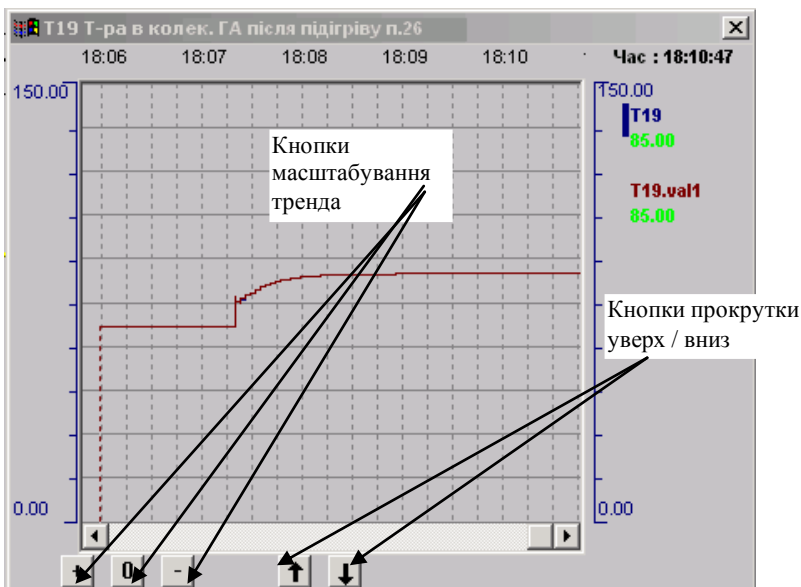


Рис. 2.48. Вікно роботи з трендами

Кнопки прокрутки наліво/направо використовуються для перегляду тренда параметра за 1 год 40 хв. Кнопки масштабування дозволяють збільшити тренд **+**, зменшити тренд **-**, привести тренд до початкового положення **0**. При кожному натискуванні кнопки **+** шкала параметра зліва тренда змінюється на 5%. Кнопки **↑** **↓** використовуються для прокрутки тренда вгору або вниз. Ці кнопки працюють тільки після масштабування тренда (рис. 2.49).

За допомогою візира (місце перетину вертикальної та горизонтальної ліній) можна визначити значення параметра у будь-який час, на протязі якого будувався тренд. Область графіка складається з 4-х полів з нанесеною сіткою для відображення тренда одного параметра в кожному полі. Дані трендів прокручуються наліво по мірі виводу нових значень параметра справа. Прокрутка та оновлення трендів реального часу починається відразу за викликом дисплею. Кожний тренд параметра відображається своїм кольором. Тривалість трендів реального часу складає 12 хв. Цикл оновлення інформації на трендах складає 3 с. За допомогою кнопок прокрутки в полі графіка можна переглянути історію зміни значення параметра за 1 год 50 хв. В області графіка, якщо параметр має уставки сигналізації, видаються лінії, котрі відповідають значенню величини уставки, і їх колір, що відповідає прийнятому кольору



Рис. 2.49. Вікно масштабування трендів

сигналізації (рис. 2.50). При недостовірності параметра (виключений з опитування, відмові давача чи модуля тощо) графік тренда за даним параметром виводиться пунктирною лінією, при цьому на тренді видається його останнє достовірне значення. Зверху сітки з графіками параметрів знаходиться шкала часу, що має часові відмітки по осі X .

Значення параметрів (вісь Y) відображаються у технічних одиницях. За параметрами, значення яких знаходяться у вузькому діапазоні зміни, вводяться усічені шкали. Область параметрів включає ідентифікатор і поточне значення цього параметра. Ця інформація відображається справа від області графіка в полі, місце положення якого залежить від вибраного порядку чередування пера тренда (порядкового номера параметра в області параметра). Кожному перу присвоюється параметр, котрому відповідає певний колір. Даному параметру відповідає такий же колір графіка. У верхній частині області параметра відображається поточний час. За допомогою візира можна визначити значення параметра у будь-який час, котрому відповідає точка графіка, яка вибрана візиром, і значення параметра в даний момент часу (рис. 2.51).

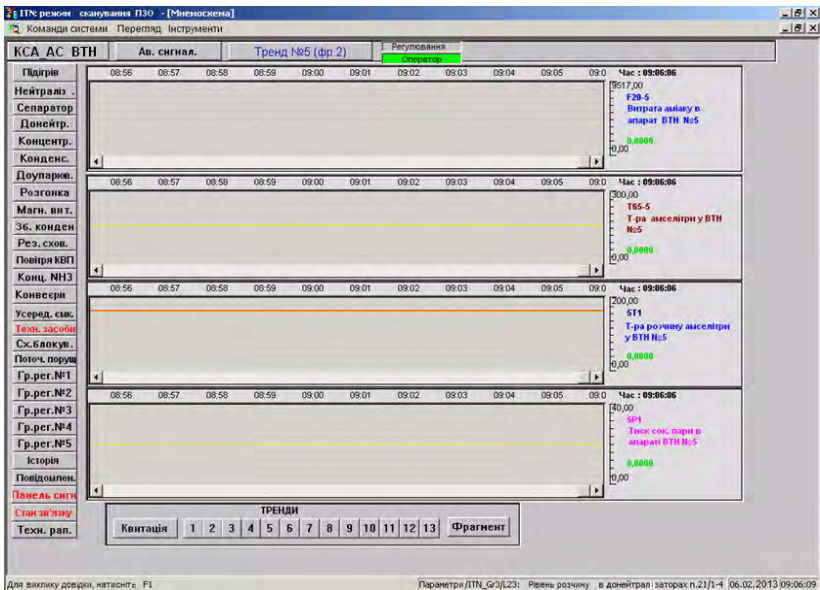


Рис. 2.50. Вікно трендів з уставками сигналізації

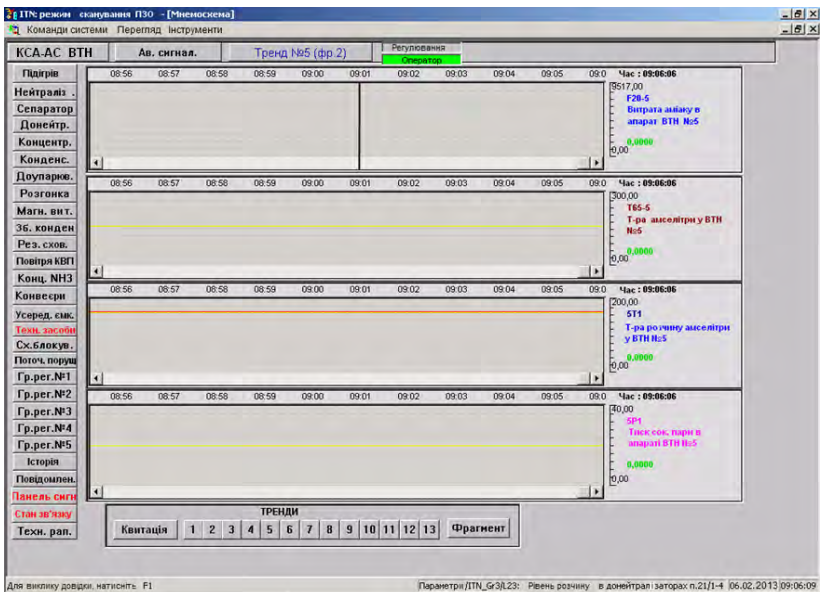


Рис. 2.51. Вікно трендів з уставками сигналізації та зрізом

2.5.2. Робота з трендами реального часу

На фрагменті мнемосхеми знаходяться кнопки з номерами тренду, до складу яких входять усі параметри. Для вибору номера групи тренду, в котрому знаходиться необхідний параметр, потрібно (рис. 2.52):

- підвести курсор до кнопки з номером групи тренду;

- затримати курсор декілька секунд на даній кнопці;

- при цьому спливає вікно з переліком параметрів, що входять в дану групу трендів.

Для виклику тренда необхідно перемістити курсор до кнопки з потрібним номером. На екрані спливає тренд групи параметрів за інтервал часу, який дорівнює 12 хв.



Використовуючи кнопки прокрутки ( — назад,  — вперед), що розташовані в нижній області тренда кожного параметра, можна переглянути значення параметра за минулий час (рівний 1 год 50 хв). Для швидкого перегляду параметра за минулий час потрібно пересунути курсор до сірої квадратної кнопки на лінійці прокрутки і перемістити її.



Рис. 2.52. Вікно вибору трендів

2.6. Історія

2.6.1. Надання інформації

За кожним параметром системи збирається історія. Перегляд історії можна зробити за двома дисплейними фрагментами (рис. 2.53):

- дисплейним фрагментом для налагодження параметрів історії;

- дисплейним фрагментом трендів історії за вибраними параметрами.

Дисплейний фрагмент трендів історії попередньо налагоджується. Для налагодження фрагмента історії потрібно вибрати параметри, за котрими буде переглядатися історія, і задати інтервал часу, за котрим потрібно переглянути історію. Найбільша кількість параметрів для перегляду історії дорівнює 8. Вікно налагодження дисплейного фрагменту історії складається з таких полів:

- списку параметрів з їх прокруткою;

- списку вибраних параметрів для перегляду історії;

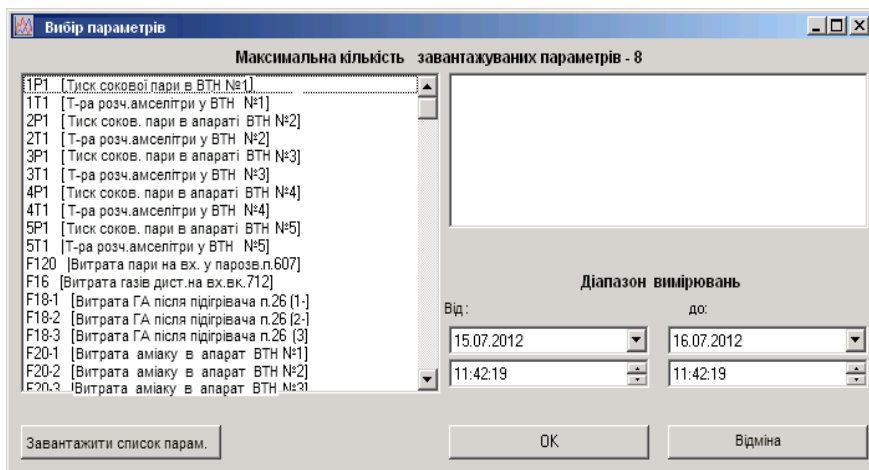


Рис. 2.53. Дисплейний фрагмент вибору трендів історії

- поле введення дати (число, місяць, рік) початку перегляду і поле введення дати кінця перегляду;

- поле введення часу (години, хвилини, секунди) початку перегляду і поле введення часу кінця перегляду.

Спочатку в поле введення дати й часу встановлюється значення, яке відповідає поточній добі. Дисплейний фрагмент трендів історії складається з поля трендів і поля списку параметрів. Внизу поля трендів вказується час перегляду, зліва — шкала в %. Вибираючи інтервал часу (рис. 2.54), можна масштабувати тренди історії за часом.

2.6.2. Перегляд історії

Для виклику історії параметрів потрібно підвести курсор мишки до кнопки **Історія** на дисплейній лінійці. На екрані появиться вікно налагодження дисплейного фрагменту історії з переліком параметрів на полі списку параметрів (рис. 2.55).



Рис. 2.54. Вікно збільшення виділеного тренду історії

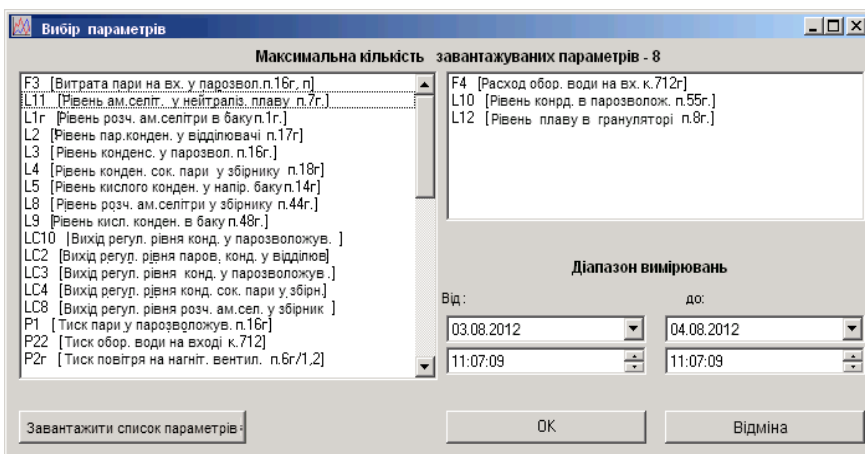


Рис. 2.55. Вікно виклику історії параметрів

Знайшовши шифр параметра, за яким необхідно переглянути історію, потрібно двічі натиснути по шифру ЛКМ; при цьому шифр параметра переміститься до списку вибраних параметрів. Поступаючи аналогічно, можна вибрати необхідну кількість параметрів перегляду. Дата перегляду вводиться в поле уведення дати перегляду (рис. 2.56). Дату перегляду можна вводити двома способами — заданням значення дати з клавіатури або предметного вибору дати. Для уведення дати початку перегляду за допомогою клавіатури потрібно:

- підвести курсор до числа місяця, виділити його та увести потрібне число

- підвести курсор до номера місяця, виділити його та увести місяць

- підвести курсор до значення року та увести необхідне значення

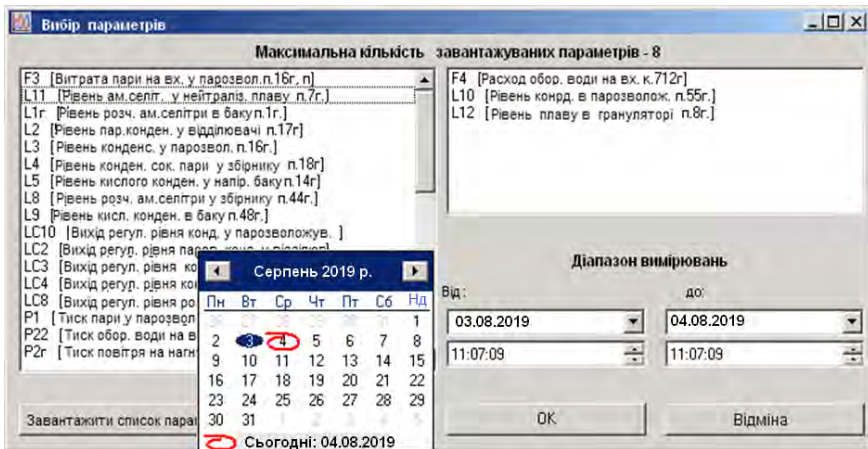
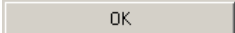


Рис. 2.56. Вікно уведення дати виклику історії параметрів

Аналогічно вводиться дата кінця перегляду історії. Для уведення дати потрібно підвести курсор мишки до кнопки і натиснути ЛКМ. На календарі, який при цьому появляється у вікні, необхідно вибрати дату (місяць, день, рік). Місяць устанавлюється кнопками (збільшення) або (зменшення), які розташовані на верхній частині календаря, або підведенням курсора мишки до місяця, вказаному на календарі (рис. 2.57).

При цьому спливає вікно з місяцями року. Підводячи курсор мишки до вибраного місяця, можна установити його. Час перегляду історії (год, хв, сек) вводиться в поле введення часу. Час можна увести двома способами — заданням чисельного значення часу з клавіатури або кнопками  (збільшення/зменшення) значення часу. Час (год, хв, сек) вводиться аналогічно даті перегляду історії. При використанні кнопок  необхідно підвести курсор мишки до значення часу, натиснути і потім натиснути на кнопку  для збільшення або зменшення значення часу. Аналогічно

установити значення хвилин і секунд. Після задання всієї інформації щодо перегляду історії необхідно натиснути на кнопку . При цьому появиться дисплейний фрагмент з трендами вибраних параметрів за початковий період часу, який задано в параметрах налагодження (рис. 2.58).

Якщо в параметрах налагодження задано початковий період, який дорівнює 30 хв, то на фрагменті історії появляться тренди за останні 30 хв указанного часу перегляду історії. Час на фрагменті відображається по горизонталі внизу, шкала у відсотках відображається по вертикалі зліва. Для прокрутки історії за вибраний період необхідно натиснути ПКМ і, утримуючи її, рухати курсор мишки наліво, направо, вверх або вниз до появи на екрані трендів за потрібний час. Для зміни часового інтервалу відображення тренду необхідно підвести курсор мишки до кнопки смуги з відображуваним часом і натиснути по ній. При цьому появиться перелік часових налагоджень. Необхідно вибрати потрібне налагодження і натиснути по ньому ЛКМ. У результаті цих дій зміниться інтервал відображення тренду історії, наприклад з 30 хв на 1 год. Щоби збільшити (промасштабувати) тренд, необхідно вибрати потрібну область збільшення тренду, для чого натиснути ЛКМ зліва від області, та, утримуючи її, перемістити курсор мишки вправо та вниз. Вибрана область тренду буде промасштабованою. На фрагменті історії можна переглянути зріз значень усіх параметрів на момент, який вибрано курсором мишки (рис. 2.59).

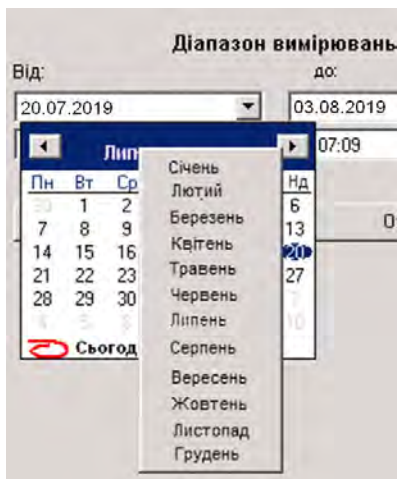


Рис. 2.57. Вікно вибору дати виклику історії параметрів

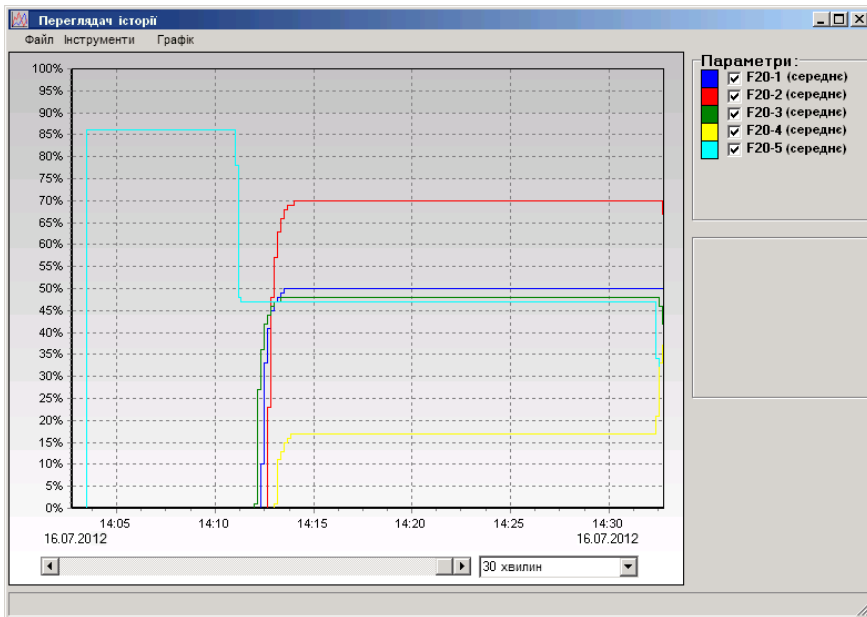


Рис. 2.58. Вікно перегляду історії параметрів

Для цього необхідно в меню вибрати сторінку «Інструменти» і натиснути ЛКМ. На спливаючому підменю необхідно натиснути по рядку «Зріз за параметрами». На фрагменті історії з'явиться вікно (рис. 2.60), на якому відображаються дата, час, значення параметра на момент зрізу і візир зрізу. Рухаючи

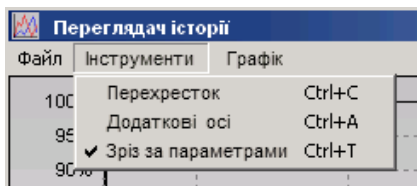


Рис. 2.59. Вікно вибору зрізу для перегляду історії параметрів

курсор зрізу (пересуваючи курсор мишки) по вікні історії, можна переглянути значення параметрів у будь-якій точці тренду. Якщо необхідно переглянути значення одного параметра в будь-якій точці тренду, то необхідно в меню вибрати сторінку «Інструменти» і на спливаючому підменю натиснути по рядку «Перехресток». Якщо перевести курсор мишки в поле відображення трендів, то з'явиться перехресток прямих. Для отримання значення параметра в точці тренду, необхідно підвести перехрестя до точки тренду і натиснути ЛКМ. На нижньому рядку поля повідомлень зліва з'явиться дата, час і значення параметра у відсотках для

даної точки тренду. Щоби вилучити перехресток, потрібно вибрати в меню опцію «Інструменти» і натиснути ще раз по рядку «Перехресток». Щоби викликати додаткову вісь зі значеннями шкали параметра в технічних одиницях, необхідно вибрати в меню опцію «Інструменти» і натиснути по рядку «Додаткова вісь». справа поля тренда появиться вісь зі значеннями шкали параметра, виділеного білим кольором списку параметрів. Щоби прибрати додаткову вісь, потрібно вибрати в меню опцію «Інструменти» і натиснути ще раз по рядку «Додаткова вісь».

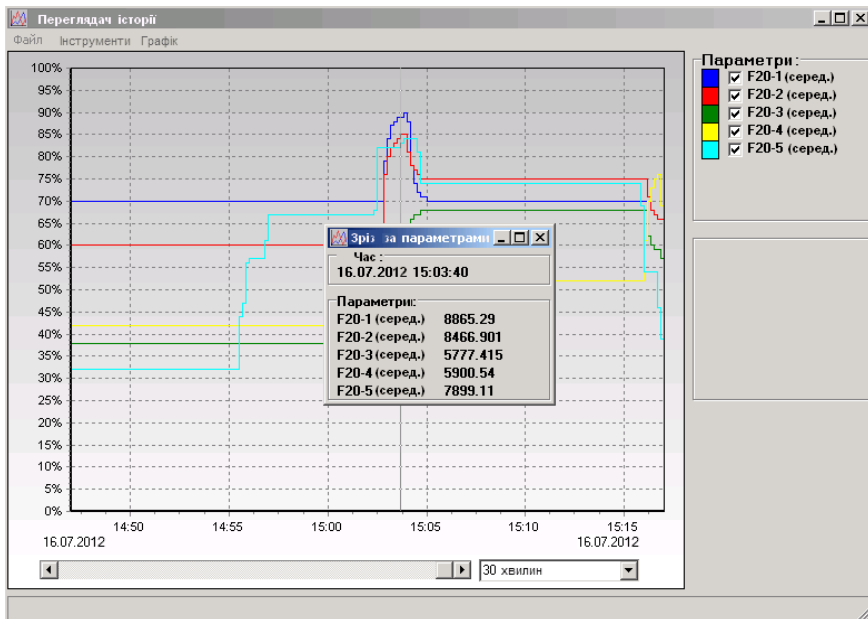


Рис. 2.60. Вікно перегляду параметрів за зрізом

Додаткова вісь з'являється також тоді, коли натиснути ЛКМ по шифру параметра, і вилучається повторним натискуванням по шифру параметра. Фрагмент історії можна роздрукувати тільки на комп'ютері майстра зміни. Для друкування фрагменту історії необхідно в меню «Файл» вибрати рядок «Друк» і натиснути на нього. На спливаючому вікні потрібно натиснути на кнопку для налагодження формату друкування, вибрати формат друкування «Альбомний» і натиснути ОК (рис. 2.61).

З метою перегляду історії параметрів регуляторів створені групи, історія для яких з'являється за викликом цієї групи (рис. 2.62). Для виклику історії параметрів регуляторів потрібно підвести мишку до значення

задання регулятора і натиснути ЛКМ. На екрані з'явиться історія значень змінної, клапана та задання.

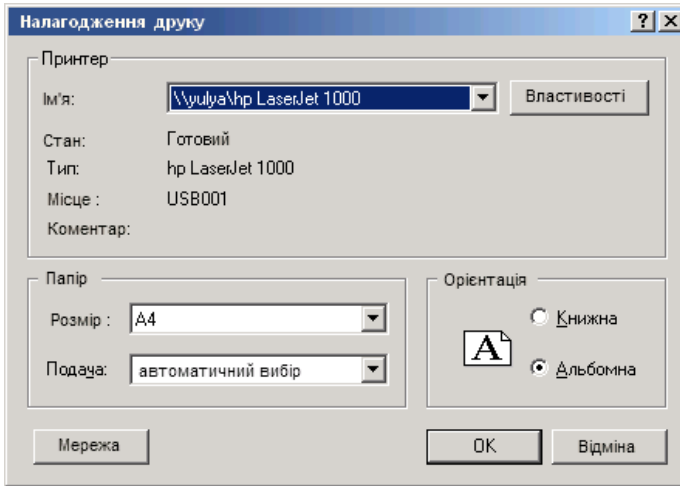


Рис. 2.61. Вікно формату друкування

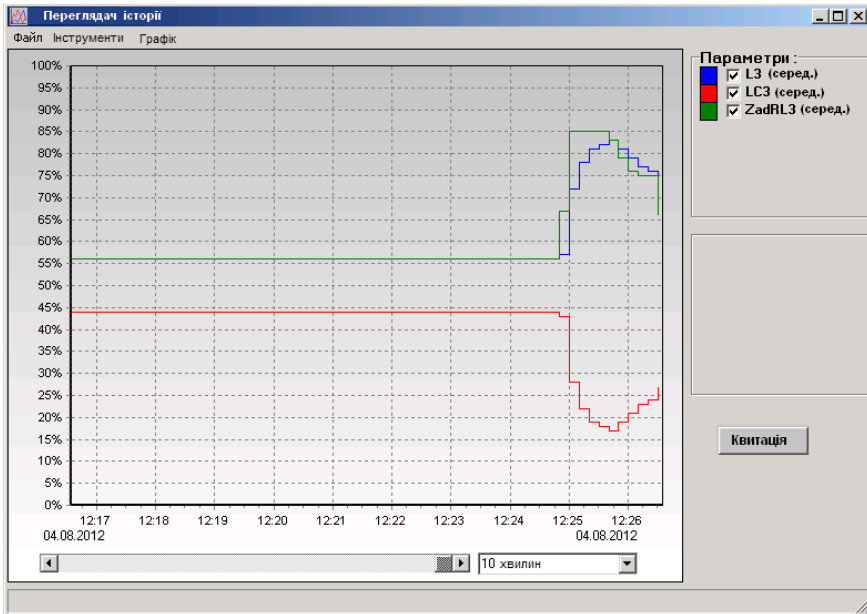


Рис. 2.62. Вікно виклику історії параметрів регулятора

2.7. Система сигналізації

2.7.1. Загальні положення

Система сигналізації забезпечує оперативне повідомлення оператора про порушення технологічного режиму та про зміни стану обладнання. З умов значущості та важності система сигналізації розбита на 4 рівні (пріоритети):

- аварійна сигналізація, що дублює сигналізацію локальної системи захисту та сигналізує про невиконані операції;

- технологічна сигналізація, що спрацьовує при досягненні значення величини контрольованого параметра границь технологічних уставок «max» або «min»;

- сигналізація відмови технічних засобів контролю, що спрацьовує при порушеннях, які викликані відмовою модуля пристрою зв'язку з об'єктом, його каналу або давача контролю;

- сигналізація стану обладнання.

Сигналізація супроводжується:

- звуковим сигналом;

- миготінням кнопки з найменуванням фрагменту мнемосхеми, де відмічено порушення та зміна кольору (**чорний** на **червоний**) найменування даної кнопки;

- миготінням і зміною кольору фонового прямокутника, в якому відображається значення даного параметра;

- миготінням кнопки **Панель сигн** і зміною кольору (**чорний** на **червоний**) найменування даної кнопки на дисплейній лінійці;

- зміною кольору відповідної кнопки з шифром параметра на панелі сигналізації згідно з прийнятим кольоровим кодуванням;

- виданням текстового повідомлення щодо причини порушення на відповідне вікно списку порушень.

При відмові технічних засобів (відмова давача, модуля) значенню параметра, яке відображається на всіх його формах, присвоюється останнє його достовірне значення. Квітування звукового сигналу забезпечується з будь-якого викликаного в даний момент часу дисплейного фрагменту шляхом натискування кнопки **Квітація**, квітування миготіння — з оверлею параметра шляхом натискування кнопки **Квітація**. Для розпізнавання порушення використовуються текстові повідомлення, які автоматично заносяться до щоденника поточних порушень (рис. 2.63).

Шифр блоку	Межі	Швидкість	Достовірність	Зв'язок
4T1 T-ра розч. ам. селтри у ВТН №4			11:03:36	11:03:36
5T1 T-ра розч. ам. селтри у ВТН №5			11:03:36	11:03:36
T2 T-ра азот.кисл. на вх. у к.712			11:03:36	11:03:36
R67-1 Тиск повітря КВПІА зредуційованого	Мін . TC 11:03:36			
R67-2 Тиск повітря КВПІА зредуційованого	Мін . TC 11:03:36			11:03:36
P41 Тиск сок. пари в сокопров. на загальну свінчу	Макс. AC 11:03:36			11:03:36
P56 Тиск пари на вх. в к.712	Мін . TC 11:03:36			11:03:36
1P1 Тиск сок. пари в апарат ВТН №1	Макс. TC 11:03:36			11:03:36
2P1 Тиск сок. пари в апарат ВТН №2	Макс. TC 11:03:36			11:03:36

Рис. 2.63. Вікно щоденника поточних порушень

Щоденник поточних порушень призначений для відображення всіх порушень у підсистемі відображення, що існують на поточний момент. На вікні порушень відображаються усі не квитовані та квитовані порушення в системі. Вікно можна викликати тільки при наявності порушень. У щоденнику поточних порушень відображаються порушення технологічних границь, достовірності значень, швидкості зміни та апаратні порушення за параметром. Якщо якийсь параметр порушення не квитовано, то після повернення параметра до норми воно залишається в щоденнику поточних порушень до його квитування. Щоденник поточних порушень викликається кнопкою **Поточ. поруш.** на дисплейній лінійці фрагменту. Щоденник поточних порушень можна викликати з меню КСА (рис. 2.64). Для цього необхідно вибрати в меню опцію «Перегляд» і натиснути на кнопку «Поточні порушення».

Щоденник поточних порушень технологічного режиму дозволяє переглядати видані системою текстові повідомлення про порушення і відповідним чином вплинути на них.

Щоденник поточних порушень видається на екран дисплею і включає таку інформацію (рис. 2.65):

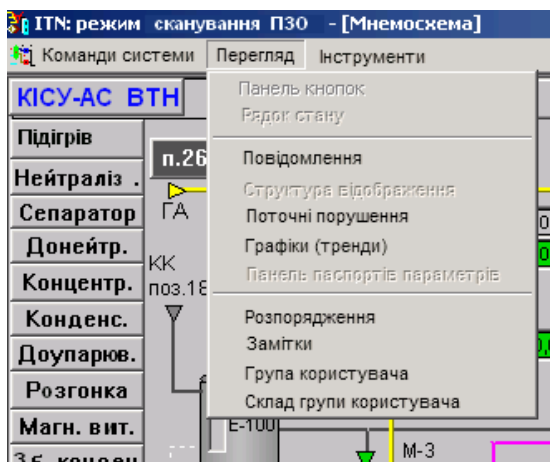




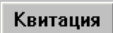
Рис. 2.64. Вікно виклику щоденника поточних порушень

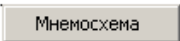
3.6 ІТН: режимі спливання пзю - [Поточні порушення]				
Шифр блоку	Меню	Швидкість	Доступність	Зв'язок
УРВАУ	Ознака управління регуляторами		■	08:53:26
СКРПТН	Ознака притли, зміни DO контр. ВТН для ПК ВТН		■	10:15:38
СКПМФм	Ознака притли, зміни D1 ВТН для ПК Маїс, ам.		■	08:53:40
Q522-4	Поруш. роботи сист. СКНОРА, по ВТН №4		■	08:53:29
GAL292-1	Стан наоса поз 161		■	08:53:29
GAL296-4	Стан наоса поз. 644		■	08:53:29
GAL297-1	Стан наоса-поз. 661		■	08:53:29
PL11	Доспгн. тиску обр. водн на вх. к. 712 техн.		■	08:53:30
PL67	Доспгн. тиску повітря КВПІА на вх. к. 712 техн.	Мін. ТС 08:53:30	■	08:53:30
P67-1	Тиск повітря КВПІА зредуційованого	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
P67-2	Тиск повітря КВПІА зредуційованого	Мін. ТС 08:53:30	■	08:53:30
P56	Тиск парн. на вх. в к. 712	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
114-3	Рівень в ємкості, усереднен E6/1	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
L14-4	Рівень в ємкості, усереднен E6/2	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
L14-5	Рівень в ємкості, усереднен E5	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
L57	Рівень у напірному баку п.43	Мін. ТС 08:53:30	■	08:53:30
L45	Рівень ам.сел. у збірн. упар. розчину п.63	Мін. ТС 08:53:30	■	08:53:30
L47	Рівень паров. конд. в збірн. чистого конд. п.5	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
L33	Рівень у збірнику лисп. конденсату п.54	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
Q100-1	Конц. аміаку у повітрі приміщення к. 712	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
Q100-2	Масова концен. аміаку у повітрі приміщення к. 712	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
Q100-3	Масова концен. аміаку у повітрі приміщення к. 712	Макс. ТС 08:53:30	■	08:53:30
Q68	Молерна конц. етвекал. жорсткості чист. конд.	Макс. АС 08:53:30	■	08:53:30
ITM43	Полож. "ЗАКРИТО" відсічна на лін. подачі азота		■	08:53:30
ITV7	Полож. відсічна на лін. подачі конд. в ВТН №1		■	08:53:30
ITV73	Полож. "ЗАКРИТО" відсічна на лін. подачі конд.		■	08:53:30
TS13	Доспгн. т-ри розч. ам.сел. у ВТН №3 ав. макс.		■	08:53:30
3T14	Полож. відсічна на лін. подачі вод. лис. в ВТН		■	08:53:30
4T14	Полож. відсічна на лін. подачі вод. лис. в ВТН		■	08:53:30
4T143	Полож. "ЗАКРИТО" відсічна на лін. подачі азота		■	08:53:30
TS15	Доспгн. т-ри розч. ам.сел. у ВТН №5 ав. макс.		■	08:53:30
ITM_5M6K	Код стану аналогев. модуля 6	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
ITM_5M7K	Код стану аналогев. модуля 7	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
ITM_5M8K	Код стану аналогев. модуля 8	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
ITM_5M9K	Код стану аналогев. модуля 9	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
ITM_5M10K	Код стану аналогев. модуля 10	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
ITM_5M11K	Код стану аналогев. модуля 11	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
ITM_5M12K	Код стану аналогев. модуля 12	Макс. ТС 10:15:38	■	08:53:30
Час	Параметр	Значення	Повторення	
10:15:38.210804	СКРПТН	Ознака притли, з...	Стан ПК норма	

Параметри [ITM_5M11K]: Рівень в ємк. усереднений . E6/1 [21.08.2012 10:16:01]

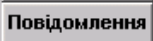
Рис. 2.65. Вікно щоденника поточних порушень

- індикатор першого не квитованого порушення (→);
- ідентифікатор найменування параметра;
- індикатор стану параметра (Мін., Макс.) ;
- текстові повідомлення про причину порушення;
- час (год, хв, сек).

Індикатор першого не квитованого порушення відображається знаком «→» **червоного** кольору і дозволяє операторові зконцентрувати свою увагу на порушеннях, котрі не квитовані. **Зелений** колір квадрату індикатора стану параметра свідчить про те, що за даним параметром було порушення, у даний момент він знаходиться в нормі і це порушення не було квитованим. **Червоний** колір свідчить про порушення за даним параметром. Квитоване порушення відображається знаком . Квитовані порушення виконуються натискуванням на кнопку  з оверлею параметра. Квитувати порушення можна і в щоденнику поточних порушень, натиснувши ЛКМ по рядку з повідомленням щодо порушення. Якщо параметр приходить до норми, то відповідне повідомлення вилучається зі списку поточних порушень. Якщо воно було раніше квитовано, то в архівні повідомлення записується дата й час переходу параметра до норми.

Оновлення списку поточних порушень здійснюється за їх надходженням. Для повернення на фрагмент мнемосхеми необхідно натиснути ПКМ у полі вікна поточних порушень. У результаті появиться кнопка , на яку необхідно натиснути. Одночасно з щоденником поточних порушень (рис. 2.66) системою формується щоденник поточних повідомлень, який включає системні повідомлення, порушення, дії оператора. Даний щоденник включає до 25 останніх повідомлень. Щоденник поточних повідомлень включає таку інформацію:

- індикатор стану («I» або ST»);
- час (год, хв, сек), дата (число, місяць, рік);
- ідентифікатор, найменування параметра;
- значення на момент порушення границь аналогових параметрів;
- текст повідомлення щодо причини порушення.

Індикатор стану відображається кольором і символом. Символ «I», **синій** колір, свідчить про те, що це є інформаційним повідомленням, символ «ST», **червоний** колір — порушення. Виклик щоденника виконується натискуванням кнопки , яка розташована на дисплейній лінійці (рис. 2.67).

Час	Параметр	Значення	Повідомлення
10:31:00 04/08/12	GAH3	Відскач на лінії...	Відскач GAH3 закритий
10:30:26 04/08/12	T2-2	Т-ра плаву ам.сел. на...	Мін TC - норма
10:28:45 04/08/12	T1d	Т-ра плаву ам.сел. на...	Макс. AC порушена
10:27:42 04/08/12	T16	Т-ра пароповіт. суміші...	Макс. TC порушена
10:25:14 04/08/12	GAL43-1	Стан насоса по...	Насос GAL43-1 вкл
10:25:02 04/08/12	GAL5-1	Стан вентилятора...	Вентилятор GAL5-1 вкл
10:24:36 04/08/12	GAL12	Стан насоса поз...	Насос GAL12 вкл.
10:24:20 04/08/12	GAL43-1	Стан насоса по...	Насос GAL43-1 вкл
10:23:43 04/08/12	GAL13	Стан насоса поз...	Насос GAL13 вкл.
10:23:30 04/08/12	SKGb4Msm	Ознака припин. і...	Порушення дискретного параметра
10:23:19 04/08/12			Ініціалізація кіл
10:23:16 04/08/12	Q100-1r	Концентр. аміаку в ...	Виключений з опитування
10:23:16 04/08/12	RegLC10	Регулятор LC10 рівня...	Регулятор RegLC10 (Регулятор LC...
10:23:16 04/08/12	RegLC8	Регулятор LC8 рівня...	Регулятор RegLC8 (Регулятор LC8...

Рис. 2.66. Вікно щоденника поточних повідомлень

Викликати щоденник повідомлень можна з меню системи, вибравши в меню «Перегляд» рядок «Повідомлення». Закриття вікна повідомлень здійснюється за допомогою повторного натискування на кнопку **Повідомлення** на дисплейній лінійці або в меню «Перегляд», натиснувши по рядку «Повідомлення».

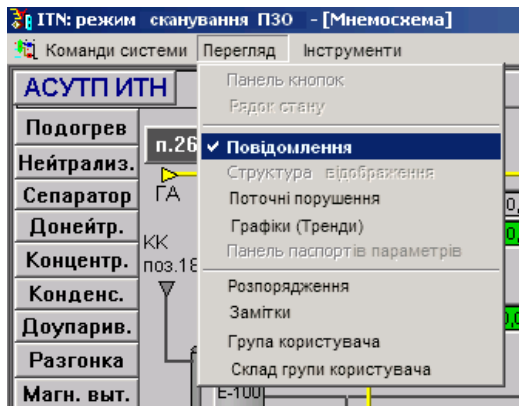


Рис. 2.67. Вікно виклику щоденника поточних повідомлень

Оцінка стану технологічного процесу та обладнання по кожному робочому місцю виконується за фрагментами «Панель сигналізації». Для робочого місця ВТН такий фрагмент має вигляд, показаний на рис. 2.68, для робочого місця ГрБ3 — на рис. 2.69 для робочого місця ГрБ4 — на рис. 2.70, для робочого місця МЗ — на рис. 2.71. Панель сигналізації включає параметри, за якими КСА формується сигнал. Кожний параметр відображається у вигляді кнопки з вказанням ідентифікатора (шифра) параметра сигналізації.

В ПК режим -> Станування ПЗО -> Мнемосхема

Команди системи: Перегляд, інструменти

КСА:АС ВТН Ав. сигнал. Панель сигналізації ВТН Результування Оператор

Температура	Заміст					Стан обладнання					Стан регуляторів					
	ВТН1	ВТН2	ВТН3	ВТН4	ВТН5	Чис.люди	Сок пар	Нас.42/1	Нас.30	Нас.60/1		ТС19	FC20-1			
T65/2	1P1	P56	L23	1T1	2T1	3T1	4T1	5T1	068	7P1	Нас.42/2	Нас.40/2	Нас.19/2	Нас.60/2	PC67/1	FC20-2
T65/3	3P1	L57	L47	TTS1	2T51	3T51	4T51	5T51	0168		Нас.42/3	Нас.40/3	Нас.20/1	Нас.66/1	PC67/2	FC20-3
T65/4	4P1	L45	L33	Відск	Відск	Відск	Відск	Відск	Відск		Нас.42/4	Нас.40/1	Нас.20/2	Нас.66/2	PC50	FC20-4
T65/5	5P1	L34/1	L39	Анак	Анак	Анак	Анак	Анак	Канд	Пара	Нас.42/5	Нас.64/2	Нас.13/1	Сборка 1	PC51	FC20-5
0100/1	P2	L14/2	L1/1	Кисл	Кисл	Кисл	Кисл	Кисл	Кисл	Засушка	Нас.56/1	Нас.64/3	Нас.13/2	Сборка 2	FC63	LC32
0100/2	P67/1	L34/3	PL65	Кона	Кона	Кона	Кона	Кона	Кона	Пар	Нас.56/2	Нас.64/4	Нас.13/3	Сборка 3	FC22	LC45
T48/2	F63	L14/4	PL11	ГД							Нас.57/1	Нас.64/5	Нас.13/4	Сборка 4	LC33	LC47
L25-1	L25-2	L85	L26								Нас.57/2	У лок.	Реле 3К	Сборка 5	LC29	LC1/1
												У ПК	Реле 2К		OC85/1	

Магн. витяжка		Пакування	
L403	L404	L405	
Конв. 2/1	Конв. 3/1	Конв. 4/1	
Конв. 2/2	Конв. 3/2	Конв. 4/2	

Випадки Пр.диспл

Панель параметрів: Параметр, Значення, Повторення

Рис. 2.68. Мнемосхема панелі сигналізації для робочого місця ВТН

GBB3 режим: станування ПЗО - [Меню:схема] Колонки:системи Перегляд: інструменти

КСА-АС ГрБ3 Ав. сигнал. Панель сигналізації ГрБ3 Регулювання: Оператор

Панель сигналізації ГрБ3

Технологічна	Захист	Стан обладнання	Стан регулятора
T48_4	T103	Насос 614/1	РС110
T100/1	PH103	Насос 614/2	LC121
T100/2	Осскв.	Грануль. 99	LC122
T103a	Кана	Пуск 201/1	LC161
T104	PH58	Вент. 605/1	РС51/1
T105/1	PH58	Вент. 605/2	
T105/2	L71	Вент. 93/1	
		Вент. 93/2	
		Нар.скор.201/1	
		Нар.скор.201/2	
		Сх.легити 201/1	
		Сх.легити 201/2	
		Сх.ст.теп.201/1	
		Сх.ст.теп.201/2	

Кнопка Пр.д.исл.

Час Параметр Значення Повідомлення

Рис. 2.69. Мнемосхема панелі сигналізації для робочого місяця ГрБ3

68833 режим: екранування ПЗУ - [Мнемосхема]

Кольори системи Перегляд Інструменти

КСА-АС ГрБ4 Ав. сигнал. Панель сигналізації ГрБ4 Регулювання Оператор

Улар. амсел. Гранулюв. Конд. пари Аероз. оч. Повітря КВП Конвертери Тхри. засоби Поточ. поруш. Гр. рег. №1 Гр. рег. №2 Гр. рег. №3 Історія Повідомлен. Панель сигн Стан зв'язку

Панель сигналізації ГрБ4

Теледіагностика Зв'язок Стан об'єднання Стан регуляторів

Т16	Р6	L4	PL40	Т11/А	Нероз'єдн	Нероз'єдн	Висп. П1	PC1	LC4
Т1А	Р22	L5	PL39	ТН1Д	Нероз'єдн	Нероз'єдн	Висп. П2	PC40	LC8
Т1ж	О100/Пг	L8	PL41	Отскв.	Газова. в.	Вент. П1/Г	Вент. П1/В	LC2	LC10
Т1е		L1г	РН41	Контд.	Вент. П2/В	Вент. П2/В	Вент. П2/В	LC3	
Т1ч		L9			Вент. П2/В	Конт. П2	Вент. П2/В		
Т1с		L12			Конт. П2	Конт. П2	Вент. П2/В		
Т2/1					Нероз'єдн	Конт. П3	Вент. П3/В		
Т2/2					Нероз'єдн	Конт. П3	Вент. П3/В		

Контакція Пр. д.испл.

Параметр Значення Повідомлення

Час

Рис. 2.70. Мнемосхема панелі сигналізації для робочого місяця ГрБ4

Для відображення стану технологічних параметрів прийнято таке кольорове кодування:

- **зелений** — норма;

- **жовтий** — досягнення параметром уставок технологічної сигналізації;


- **червоний** — досягнення параметром уставок аварійної сигналізації;

- **білий** — недостовірність інформації (відмова давача, модуля).

Відображення стану технологічного обладнання здійснюється з використанням такого кольорового кодування: **зелений** — включено (працює); **червоний** — виключено (не працює). Для відсікачів: **зелений** — відкрито; **червоний** — закрито; **сірий** — проміжне положення; **білий** — помилка за тайм-аутом або відмова технічних засобів. З будь-якого параметра можна перейти на фрагмент мнемосхеми, де він відображений.

2.7.2. Дії оператора при спрацюванні сигналізації

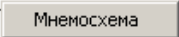
Квитування порушень, котрі прийшли до норми. При відсутності порушень технологічного режиму та нормальному функціонуванні технічних засобів, колір найменування фрагментів кнопок на дисплейній лінійці є **чорним**. Якщо на фрагменті миготить значення параметра на **зеленому** фоні, але при цьому найменування фрагмента на кнопках на дисплейній лінійці відображається **чорним** кольором, то це свідчить про те, що порушення є відсутнім, але попереднє порушення за даним параметром не було квитованим. У цьому випадку необхідно:

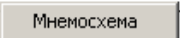
1) підвести курсор до кнопки  на дисплейній лінійці (при цьому на дисплей викликається діаграма поточних порушень);

2) у списку порушень (рис. 2.72) знайти непідтверджене порушення, що прийшло до норми;

3) підвести курсор до квадрату **зеленого** кольору вибраного параметра й двічі натиснути ЛКМ. При цьому текст повідомлення порушення за даним параметром, який прийшов до норми, вилучається зі списку діаграми поточних порушень. Якщо непідтверджених порушень було декілька, то необхідно виконати аналогічні дії зі всіма іншими параметрами.

Після виконаних дій щодо підтвердження порушень, котрі прийшли до норми, необхідно:

- установити курсор мишки в будь-яке місце діаграми і натиснути ПКМ (при цьому спливає кнопка );

- підвести курсор мишки до кнопки  і натиснути по ній ЛКМ (при цьому викликається фрагмент мнемосхеми, з котрого була викликана діаграма порушень).

Шифр блоку	Межі	Швидкість	Достовірність	Зв'язок
L5 Рівень кисл. конд. у напірному баку п.14г.	■ Мин. TC 10:23:19			■ 10:23:19
L4 Рівень конд. соков. пари в збірнику п.18г.	■ Макс. TC 10:23:19			■ 10:23:19
L1г Рівень розчину ам.сел. в баку п.1г.	■ Мин. TC 10:23:19			■ 10:23:19
P6 Тиск сок. пари (вакуум) до пов. конден. п.11г	■ Мин. TC 10:23:19			■ 10:23:19
L12 Рівень плаву в грануляторі п.8г.	■ Макс. TC 10:23:19			■ 10:23:19
T2-2 Т-ра плава ам.сел. після апарату п.2г/2	■ Мин. TC 10:30:26			■ 10:23:19
T2-1 Т-ра плава ам.сел. після випар. апар. п.2г/1	■ Мин. TC 10:23:19			■ 10:23:19
T1-1д Т-ра плава ам.сел. на виході п.4г	■ Мин. TC 10:23:19			■ 10:23:19
T1д Т-ра плава ам.сел. на вих. 4г.	■ Макс. AC 10:28:45			■ 10:23:19
GAL10 Стан насоса поз. 20г/1		■ 10:23:19		
GAL11 Стан насоса поз. 20г/2		■ 10:23:19		
GAL12 Стан насоса поз. 47г/1		■ 10:24:37		
GAL17 Зулинка вентилятора вент. системи П2		■ 10:23:19		
SKGb4Msm Ознака припинення зміни D1 Gb4 для ПК		■ 10:23:30		
GAL13 Стан насоса поз. 47г/2		■ 10:23:44		
GAL43-1 Стан насоса поз. 43г/1		■ 10:25:14		
GAL5-1 Стан вентилятора поз. 23г/1		■ 10:25:03		
T16 Т-ра пароповіт. суміші на вих. 4г.	■ Макс. TC 10:27:42			
GAN3 Відскач на лінії конденсату		■ 10:31:00		

Рис. 2.72. Вікно списку порушень

Спрацювання технологічної сигналізації. При досягненні параметра технологічного процесу «max» або «min» уставки технологічної сигналізації (рис. 2.73):

- звучить звуковий сигнал;
- на дисплейній лінійці «Панель сигналізації» кнопка найменування фрагменту (де відображається параметр, за яким виникло порушення) починає миготіти та змінюється його колір (**чорний на червоний**);
- на викликаному вікні повідомлення видається повідомлення про порушення.

При появі порушення необхідно виконати такі дії:

- 1) натиснути ЛКМ на кнопку «Квитация» на фрагменті — при цьому звук припиняється;
- 2) натиснути на кнопку з найменуванням фрагменту мнемосхеми, де сигналізується порушення — при цьому на дисплей викликається вибраний фрагмент мнемосхеми;

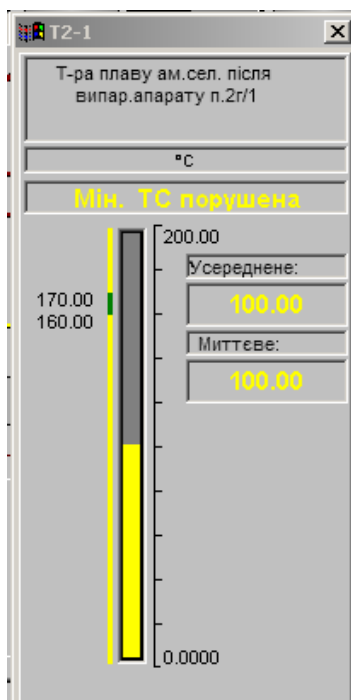


Рис. 2.73. Вікно спрацювання сигналізації

3) визначити на викликаному фрагменті мнемосхеми параметр (за котрим спрацювала сигналізація) за зміною **зеленого** кольору поля, в якому відображається значення параметра, на миготливий **жовтий** колір;

4) визначити причину порушення, тобто яка уставка сигналізації порушена. Проконтролювати причину порушення можна за викликом оверлею даного параметра або діаграми порушень.


Для виклику оверлею параметра потрібно підвести курсор мишки до значення параметра та натиснути ПКМ. При цьому на екран дисплею викликається оверлей, у верхній частині якого появляється повідомлення про причину порушення. Для виклику діаграми порушень (рис. 2.74), потрібно:

- натиснути на кнопку **Потоц.поруш** на дисплейній лінійці; при цьому викликається діаграма порушень;

- знайти потрібне порушення за текстом повідомлення та виділити його шляхом підведення курсора мишки до вибраного рядка повідомлення.


Поточні порушення				
Шифр блоку	Межі	Швидкість	Достовірність	Зв'язок
L5 Рівень кисл. конд. у напірному баку п.14г.	■ Мін. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
L4 Рівень конд. соков. пари в збірнику п.18г.	■ Макс. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
L1г Рівень розчи. ам.сел. у баку п.1г.	■ Мін. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
P6 Тиск сок. пари (вакуум) до пов. конд. п.11г	■ Мін. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
L12 Рівень плаву в г.ранулятор п.8г.	■ Макс. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
T2-2 Тем-ра плаву ам.сел. після апарату п.2г/2	■ Мін. ТС 10:30:26			■ 10:23:19
→ P2-1 Т-ра плаву ам.сел. після випар. апар. п.2г/1	■ Мін. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
T1-1д Т-ра плаву ам.сел. на вих. п.4Г	■ Мін. ТС 10:23:19			■ 10:23:19
T1д Т-ра плаву ам.сел. на вих. 4г.	■ Макс. АС 10:28:45			■ 10:23:19
GAL10 Стан насоса поз.20г/1		■		■ 10:23:19
GAL11 Стан насоса поз.20г/2		■		■ 10:23:19
GAL12 Стан насоса поз.47г/1		■		■ 10:24:37
GAL17 Зупинка вентилятора вент. системи П2		■		■ 10:23:19
SKGb4Msm Ознака припинення зміни D1 Gb4 для ПК I		■		■ 10:23:30
GAL13 Стан насоса поз.47г/2		■		■ 10:23:44
GAL43-1 Стан насоса поз.43г/1		■		■ 10:25:14
GAL5-1 Стан вентилятора поз.23г/1		■		■ 10:25:03
→ T16 Т-ра пароповітр. суміші на вих. 4г.	■ Макс. ТС 10:27:42			
GAN3 Відскач на лінії конденсату				■ 10:31:00

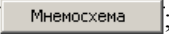
Рис. 2.74. Вікно виклику діаграми порушень

Квитування даного порушення виконується з оверлею параметра підведенням курсора до кнопки «Квитация» або з діаграми порушення шляхом підведенням курсора мишки до квадрату **червоного** кольору вибраного параметра та натискуванням двічі ЛКМ. При цьому порушення квітується, на квадраті **червоного** кольору виникає символ .

Для закриття діаграми порушення необхідно:

- підвести курсор мишки до будь-якої області діаграми;

- натиснути ЛКМ; при цьому спливає кнопка ;

- натиснути на кнопку ; при цьому появиться фрагмент мнемосхеми, з якого була викликана діаграма порушень.

Після квітування порушення миготіння параметра припиняється. Параметр, за котрим виявлено порушення, можна проконтролювати, використовуючи фрагмент «Панель сигналізації». Для цього необхідно:

- підвести курсор мишки до кнопки «Панель сигналізації» і натиснути ЛКМ; при цьому на дисплей викликається фрагмент «Панель сигналізації»;

- на панелі сигналізації знайти параметр, за яким спрацювала сигналізація за **жовтою** миготливою кнопкою з шифром даного параметра;

- підвести мишку до кнопки і натиснути ЛКМ; при цьому викликається фрагмент, де відображається даний параметр.

Після уточнення причини виникнення порушення, потрібно її усунути, приводячи параметр до норми згідно з робочою інструкцією ведення технологічного процесу. Після усунення причини порушення повідомлення про нього вилучається з щоденника поточних порушень.

Контроль спрацювання локальної системи захисту. Контроль спрацювання локальної системи захисту виконується за відповідними фрагментами мнемосхем. Оперативний персонал мусить постійно здійснювати візуальний контроль за такими параметрами:

- значеннями блокувальних параметрів та їх стан, які відображаються кольором: **зелений** — норма; **жовтий** — спрацювання технологічної сигналізації; **червоний** — спрацювання аварійної сигналізації; **білий** — відмова давача або модуля;

- різницею значень блокувальних параметрів двох давачів;

- величинами відхилень від уставки аварійної сигналізації, яке визначається візуально;

- станом дискретного сигналу, який характеризує спрацювання локальної системи захисту і відображається кольором поля (**зелений** — норма, **червоний** — порушення), у котрому вказується величина аварійної уставки.

2.8. Відмова технічних засобів комп'ютерної системи автоматизації

При відмові технічних засобів КСА (давача, пристроя зв'язку з об'єктом (ПЗО) тощо) видається:

- звуковий сигнал;

- на дисплейній лінійці миготить і змінює колір кнопка «Технічні засоби», змінюється колір найменування кнопки (**чорний на червоний**).

При появі порушення необхідно виконати такі дії:

1) підвести курсор мишки до кнопки «Технічні засоби». При цьому на екран дисплею викликається фрагмент мнемосхеми «Стан технічних засобів» (рис. 2.75);

2) визначити на викликаному фрагменті мнемосхеми параметр, за котрим спрацювала сигналізація при зміні **зеленого** кольору поля, в якому відображається значення параметра, на миготливий **білий** колір (при відмові давача або модуля) (при відмові модуля, кнопка з найменуванням модуля засвічується миготливим **червоним** кольором);

3) підвести курсор мишки до значення параметра та натиснути ПКМ. При цьому викликається оверлей параметра;

4) підвести курсор мишки до кнопки «Квітація» на оверлей. При цьому припиняється миготіння параметра.

При відсутності зв'язку контролерів з локальним ПК або з ПК майстра зміни, збійних ситуацій у роботі контролерів, відмові вхідних/вихідних модулів ПЗО видається:

- звуковий сигнал;

- кнопка «Стан зв'язку» на дисплейній лінійці починає миготіти та змінювати колір (**чорний на червоний**).

Для прийняття відповідних дій необхідно викликати фрагмент «Стан зв'язку» даного робочого місця, натиснувши на кнопку «Стан зв'язку». При цьому на робочому місці МЗ викликається фрагмент, показаний на рис. 2.76, на робочому місці ВТН фрагмент, показаний на рис. 2.77, на робочому місці ГрБ3 і ГрБ4 фрагменти, показані на рис. 2.78 і рис. 2.79. Якщо на фрагменті мнемосхеми лінії зв'язку контролера з локальним ПК або з ПК майстра зміни відображаються не **зеленим** кольором (норма), а **темно-бузковим** (порушення), то це свідчить про відсутність зв'язку контролера з ПК даного робочого місця. У цьому разі необхідно викликати будь-який фрагмент мнемосхеми та впевнитися, що інформація не оновлюється. На фрагменті «Стан зв'язку» на панелі сигналізації процесорного модуля показані індикатори, котрі вказують на стан процесорного модуля контролера.

При нормальній роботі процесорного модуля колір індикаторів RUN і MODE **зелений**, колір інших індикаторів **сірий**. Якщо колір індикаторів не відповідає нормальному стану, то необхідно викликати персонал, який обслуговує КСА. Стан зв'язку на робочих місцях приведено в табл. 2.1.

Меню: режим: сканування ПЗО - [Мнемосхема]
 Команди системи Перегляд Інструменти

КСА-АС Грб3

Управління Грб №3 Оператор Грб №4 Оператор ВТН Оператор

Грб №3

Стан технічних засобів

Слот 1: Х020(032) шифр стан № фр

1	ТН103	0	2	1	Сх.стріч.201/1	0	6	1	Т103	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Р101	0	0,000	1
2	Р157	0	5	2	Сх.стріч.201/2	0	6	2	Т49	0	0,00	1	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Р110	0	0,000	1
3	Р158	0	5	3	Пуск.201/1	0	6	3	Т50	0	0,00	3	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Р113	0	0,0000	2
4	Р158	0	5	4	Пуск.201/2	0	6	4	Т52	0	0,00	3	4	Т106	0	0,00	1	4	Р114	0	0,000	2
5	Р1144	0	4	5	Конв.201/1	0	6	5	Т100/1	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Р88	0	0,0	3
6	Р161	0	3	6	Конв.201/2	0	6	6	Т100/2	0	0,00	1	6	Т108	0	0,00	2	6	Р120	0	0,0	1
7	САН115 відкр	0	2	7	Тачка.201/1	0	6	7	Т103а	0	0,00	2	7	Т1346	0	0,00	4	7	С100/36	0	0,0000	5
8	САН115 закр	0	2	8	Тачка.201/2	0	6	8	Т104	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Л45/1	0	0,0	1
9	Гранул.99	0	2	9	Вент.93/1	0	2															
10	Вент.605/1	0	2	10	Вент.93/2	0	2															
11	Вент.605/2	0	2	11	Резерв																	
12	Насос Б14/1	0	4	12	Резерв																	
13	Насос Б14/2	0	4	13	Резерв																	
14	Сх.конв.201/1	0	6	14	Резерв																	
15	Сх.конв.201/2	0	6	15	Резерв																	
16	Резерв			16	Резерв																	

Слот 2: Х030(048) шифр стан № фр

1	Т48.4	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Р101	0	0,000	1
2	Т49	0	0,00	1	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Р110	0	0,000	1
3	Т50	0	0,00	3	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Р113	0	0,0000	2
4	Т52	0	0,00	3	4	Т106	0	0,00	1	4	Т106	0	0,00	1	4	Р114	0	0,000	2
5	Т100/1	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Р88	0	0,0	3
6	Т100/2	0	0,00	1	6	Т108	0	0,00	2	6	Т108	0	0,00	2	6	Р120	0	0,0	1
7	Т103а	0	0,00	2	7	Т1346	0	0,00	4	7	Т1346	0	0,00	4	7	С100/36	0	0,0000	5
8	Т104	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Л45/1	0	0,0	1

Слот 3: Х040(064) шифр код знач № фр

1	Т49	0	0,00	1	Т103	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Р101	0	0,000	1	
2	Т49	0	0,00	1	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Р110	0	0,000	1
3	Т50	0	0,00	3	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Р113	0	0,0000	2
4	Т52	0	0,00	3	4	Т106	0	0,00	1	4	Т106	0	0,00	1	4	Р114	0	0,000	2
5	Т100/1	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Р88	0	0,0	3
6	Т100/2	0	0,00	1	6	Т108	0	0,00	2	6	Т108	0	0,00	2	6	Р120	0	0,0	1
7	Т103а	0	0,00	2	7	Т1346	0	0,00	4	7	Т1346	0	0,00	4	7	С100/36	0	0,0000	5
8	Т104	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Л45/1	0	0,0	1

Слот 4: Х050(080) шифр код знач № фр

1	Т103	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Р101	0	0,000	1
2	Т105/1	0	0,00	2	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Т105/1	0	0,00	2	2	Р110	0	0,000	1
3	Т105/2	0	0,00	2	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Т105/2	0	0,00	2	3	Р113	0	0,0000	2
4	Т106	0	0,00	1	4	Т106	0	0,00	1	4	Т106	0	0,00	1	4	Р114	0	0,000	2
5	Т107	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Т107	0	0,00	1	5	Р88	0	0,0	3
6	Т108	0	0,00	2	6	Т108	0	0,00	2	6	Т108	0	0,00	2	6	Р120	0	0,0	1
7	Т1346	0	0,00	4	7	Т1346	0	0,00	4	7	Т1346	0	0,00	4	7	С100/36	0	0,0000	5
8	Р51/1	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Р51/1	0	0,00	2	8	Л45/1	0	0,0	1

Слот 5: Х060(096) шифр код знач № фр

1	Р101	0	0,000	1	Р101	0	0,000	1	Р101	0	0,000	1	Р101	0	0,000	1	Р101	0	0,000	1
2	Р110	0	0,000	1	Р110	0	0,000	1	Р110	0	0,000	1	Р110	0	0,000	1	Р110	0	0,000	1
3	Р113	0	0,0000	2	Р113	0	0,0000	2	Р113	0	0,0000	2	Р113	0	0,0000	2	Р113	0	0,0000	2
4	Р114	0	0,000	2	Р114	0	0,000	2	Р114	0	0,000	2	Р114	0	0,000	2	Р114	0	0,000	2
5	Р88	0	0,0	3	Р88	0	0,0	3	Р88	0	0,0	3	Р88	0	0,0	3	Р88	0	0,0	3
6	Р120	0	0,0	1	Р120	0	0,0	1	Р120	0	0,0	1	Р120	0	0,0	1	Р120	0	0,0	1
7	С100/36	0	0,0000	5	С100/36	0	0,0000	5	С100/36	0	0,0000	5	С100/36	0	0,0000	5	С100/36	0	0,0000	5
8	Л45/1	0	0,0	1	Л45/1	0	0,0	1	Л45/1	0	0,0	1	Л45/1	0	0,0	1	Л45/1	0	0,0	1

Слот 6: Х070(112) шифр код знач № фр

1	Л71	0	1700,0	1	Л71	0	1700,0	1	Л71	0	1700,0	1	Л71	0	1700,0	1	Л71	0	1700,0	1
2	Л74	0	200,0	2	Л74	0	200,0	2	Л74	0	200,0	2	Л74	0	200,0	2	Л74	0	200,0	2
3	Л75	0	0,0	2	Л75	0	0,0	2	Л75	0	0,0	2	Л75	0	0,0	2	Л75	0	0,0	2
4	Л121	0	0,0	1	Л121	0	0,0	1	Л121	0	0,0	1	Л121	0	0,0	1	Л121	0	0,0	1
5	Л122	0	0,0	1	Л122	0	0,0	1	Л122	0	0,0	1	Л122	0	0,0	1	Л122	0	0,0	1
6	Л160	0	200,0	2	Л160	0	200,0	2	Л160	0	200,0	2	Л160	0	200,0	2	Л160	0	200,0	2
7	Л161	0	200,0	4	Л161	0	200,0	4	Л161	0	200,0	4	Л161	0	200,0	4	Л161	0	200,0	4
8	Л162	0	0,00	2	Л162	0	0,00	2	Л162	0	0,00	2	Л162	0	0,00	2	Л162	0	0,00	2

Слот 7: Х080(128) шифр код знач прап № фр

1	РС110	0	0,00	0	1	РС110	0	0,00	0	1	РС110	0	0,00	0	1	РС110	0	0,00	0	1
2	LC121	0	0,00	0	1	LC121	0	0,00	0	1	LC121	0	0,00	0	1	LC121	0	0,00	0	1
3	LC122	0	0,00	0	1	LC122	0	0,00	0	1	LC122	0	0,00	0	1	LC122	0	0,00	0	1
4	LC161	0	0,00	0	4	LC161	0	0,00	0	4	LC161	0	0,00	0	4	LC161	0	0,00	0	4

Кнопка Табл. перерах. Пр.-дисп. Шасі 2

Для вилучення дверей, натисніть F1

Параметри/Gb3_gr1/F120: Витрата пари на ек. у паров. п.607 05.02.2013 15:29:40

Рис. 2.75. Мнемосхема стану технічних засобів КСА ТП виробництва аміачної селітри

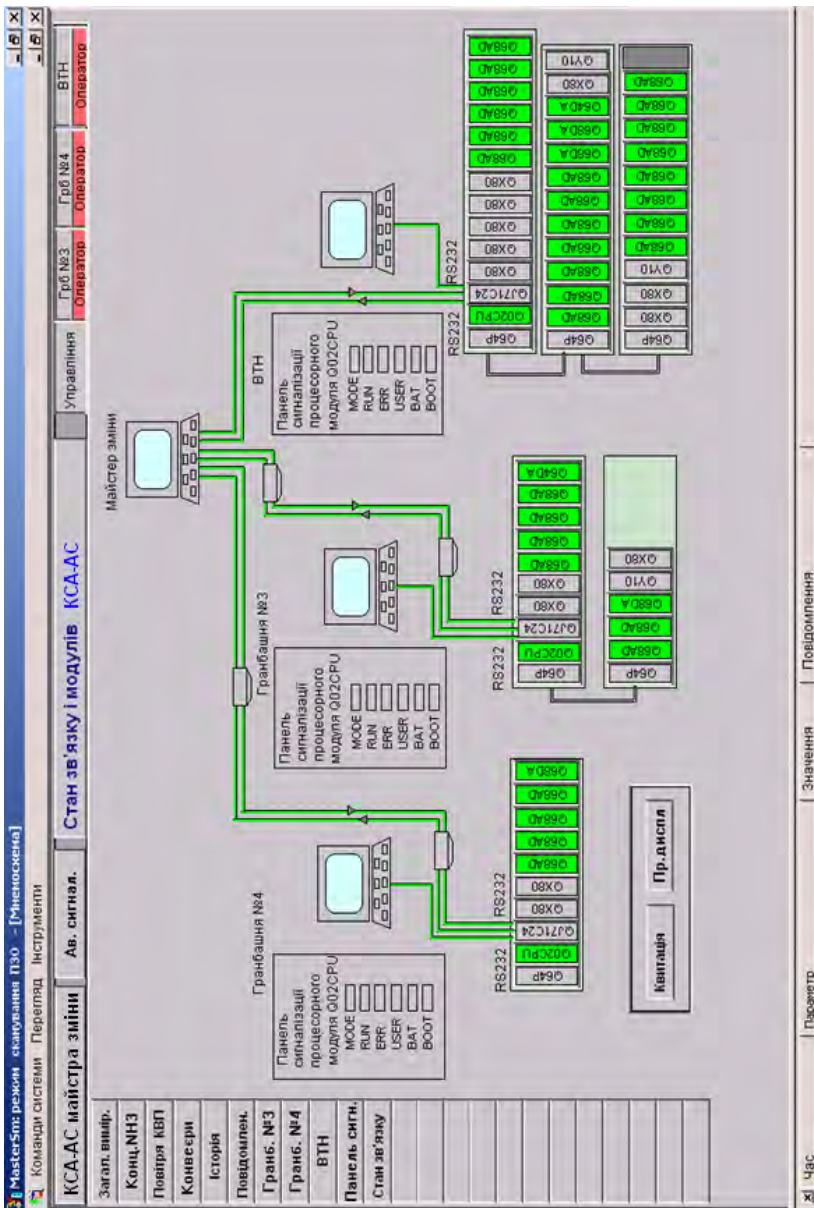


Рис. 2.76. Мнемосхема стану зв'язку і модулів КСА-ПТ

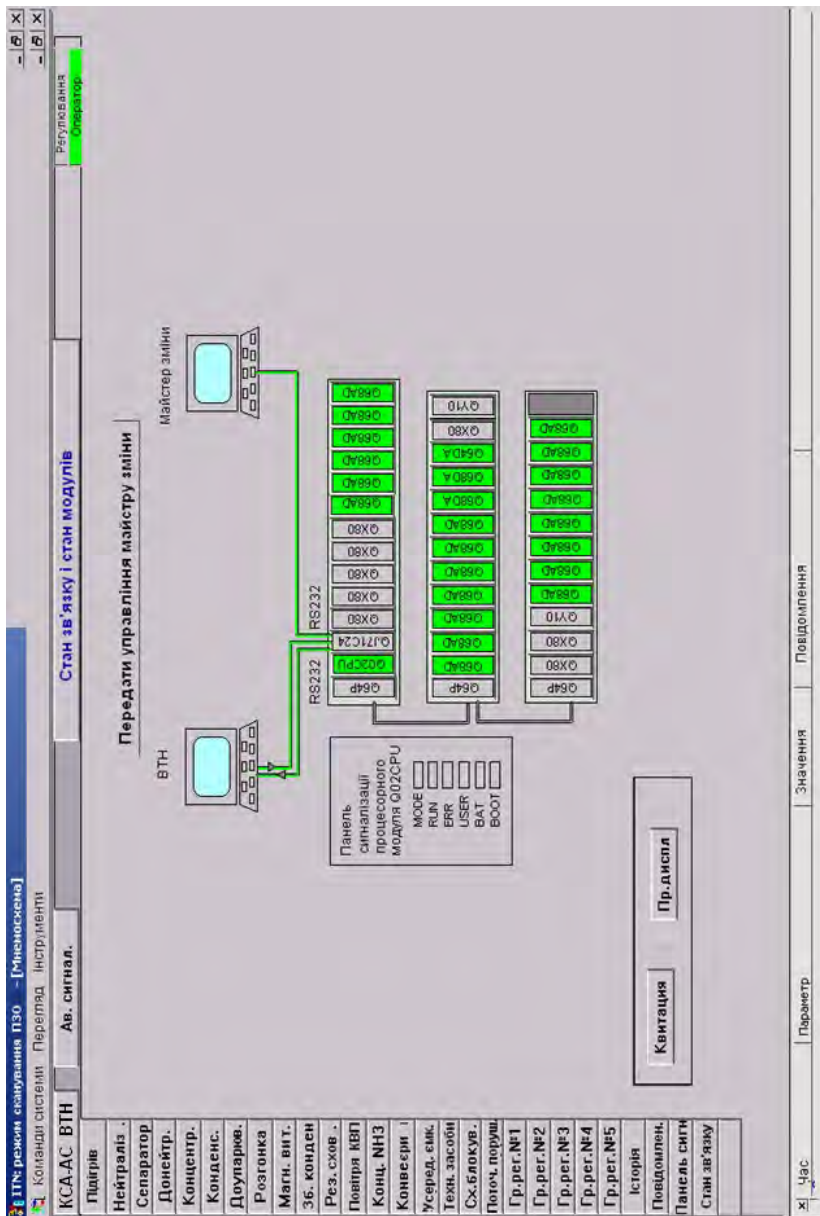


Рис. 2.77. Мнемосхема стану зв'язку та модулів на робочому місці ВТН

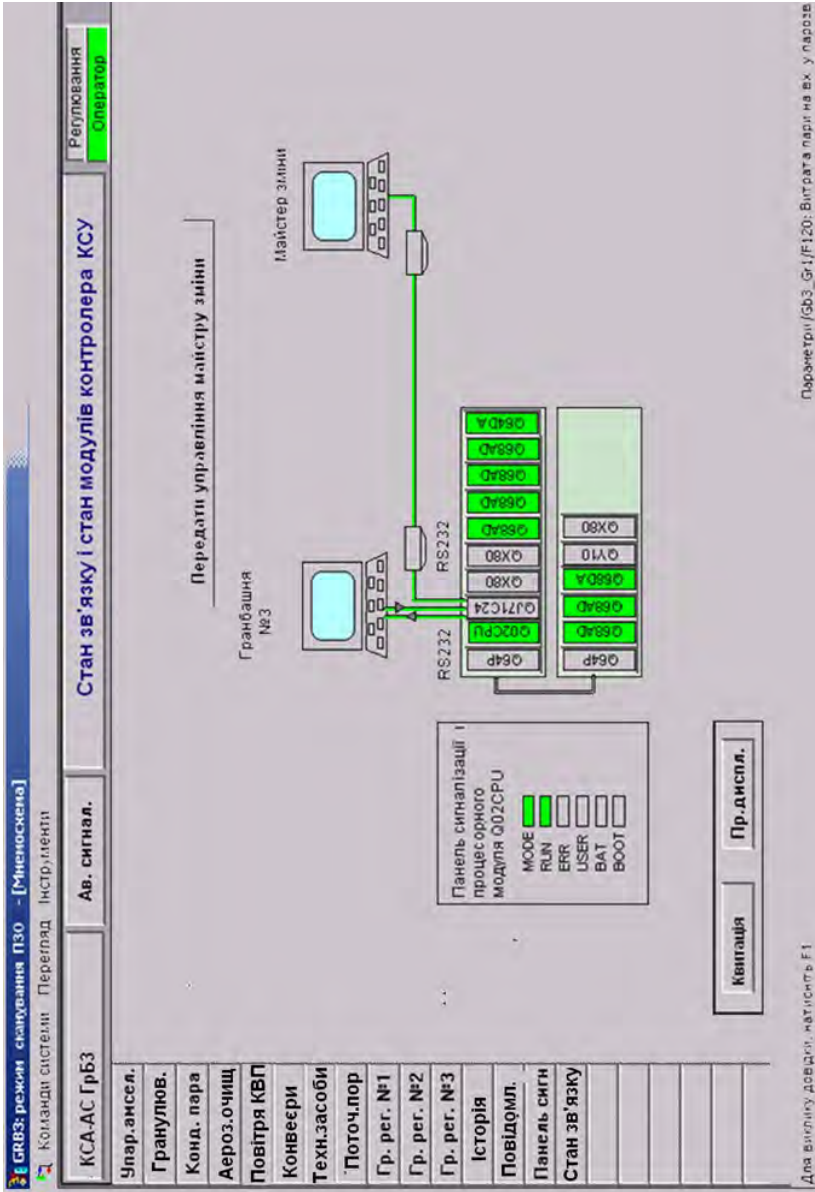


Рис. 2.78. Мнемосхема стану зв'язку та модулів на робочому місці ГрБ3

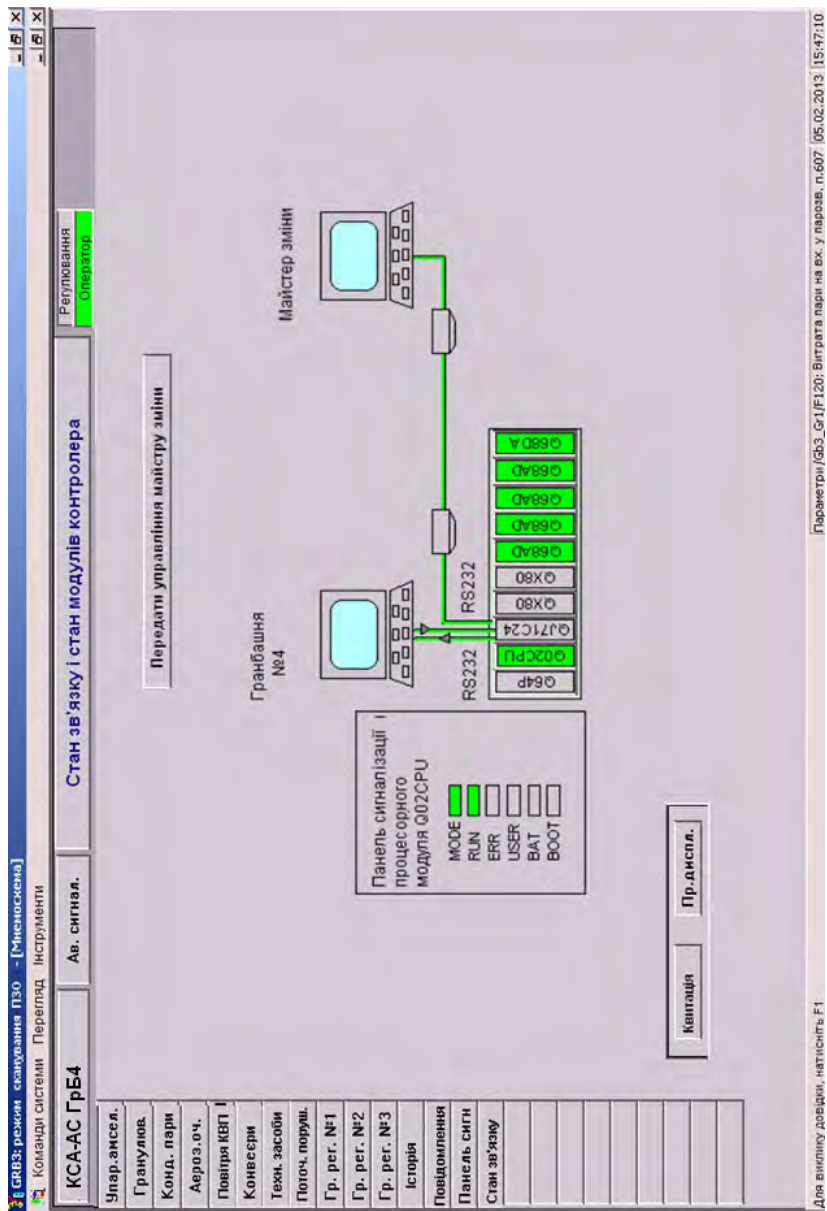


Рис. 2.79. Мнемосхема стану зв'язку та модулів на робочому місці ГрБ4

Таблиця стану зв'язку

№ з/п	Найменування параметра	Індикатор
<i>Робоче місце ВТН</i>		
1	Температура розчину ам. селітри в апараті ВТН № 1	1Т1
2	Температура розчину ам. селітри в апараті ВТН № 2	2Т1
3	Температура розчину ам. селітри в апараті ВТН № 3	3Т1
4	Температура розчину ам. селітри в апараті ВТН № 4	4Т1
5	Температура розчину ам. селітри в апараті ВТН № 5	5Т1
6	Досягнення температури розчину ам. селітри в апараті ВТН № 1 аварійної уставки (спрацювання локального захисту по ВТН № 1)	TS11
7	Досягнення температури розчину ам. селітри в апараті ВТН № 2 аварійної уставки (спрацювання локального захисту по ВТН № 2)	TS12
8	Досягнення температури розчину ам. селітри в апараті ВТН № 3 аварійної уставки (спрацювання локального захисту по ВТН № 3)	TS13
9	Досягнення температури розчину ам. селітри в апараті ВТН № 4 аварійної уставки (спрацювання локального захисту по ВТН № 4)	TS14
10	Досягнення температури розчину ам. селітри в апараті ВТН № 5 аварійної уставки (спрацювання локального захисту по ВТН № 5)	TS15
11	Тиск сокової пари сокопроводу на загальну цехову свічу	P41
12	Відсутність напруги 220 В у локальній схемі захисту за перевищенням тиску сокової пари	PHH1
13	Спрацювання реле 1К	R1K
14	Спрацювання реле 2К	R2K
15	Солевміст чистого конденсату в цех ХПВ	Q68
16	Досягнення солевмісту чистого конденсату в цех ХПВ аварійної уставки (спрацювання локального захисту)	QH68
17	Зупинка конвеєрів упаковки	K1GAL2 K2GAL2 K1GAL3 K2GAL3 K1GAL4 K2GAL4
<i>Робоче місце ГрБ3</i>		
1	Температура плаву ам. селітри на виході випарного апарату 4г з падаючою плівкою	T103
2	Досягнення температури плаву ам. селітри на виході апарату 603 аварійної уставки (спрацювання локального захисту)	TH103
<i>Робоче місце ГрБ4</i>		
1	Температура плаву ам. селітри на виході випарного апарату 603 з падаючою плівкою	T1д
2	Досягнення температури плаву ам. селітри на виході випарного апарату 4г. аварійної уставки	TH1Д

2.9. Управління контурами регулювання

2.9.1. Описання систем автоматичного регулювання

САР, що використовуються в КСА, призначені для автоматичної стабілізації параметрів технологічного процесу (рівнів, тисків тощо) на заданому значенні (величина задання виставляється оператором). Мета регулювання — забезпечити задану якість роботи САР на всіх режимах роботи виробництва. В основу роботи САР покладений принцип одноконтурного регулювання з використанням ПД-закону регулювання. У САР передбачені два основні режими функціонування: ручний («Р») та автоматичний («А»). Зміна режиму роботи САР здійснюється безударно за рахунок ініціалізації вихідного сигналу та уведення статичного балансування величини задання і супроводжується видачею текстового повідомлення за форматом «Контур <позиція> переведено на ручний режим» або «Контур <позиція> переведено на режим «АВТ». У разі статичного балансування величини задання на ручному режимі величина задання завжди дорівнює величині змінної, тобто «Зад. = Вхід». При включенні регулятора, тобто при переході з режиму ручного управління на автоматичний, значення сигналу задання, яке дорівнює змінній, запам'ятовується і буде незмінним до його зміни оператором. Резервування САР, котре реалізоване в КСА, виконано ручними задавачами-повторювачами МТМ103.01. У цьому режимі управління виконавчими органами здійснюється від ручних задавачів. Перехід на режим управління клапаном з КСА на задавач МТМ103.01 здійснюється вручну оператором шляхом зміни положення тумблера режиму його роботи. Перехід з управління клапаном від КСА на МТМ103.01 здійснюється безударно, за рахунок відстежування задавачем МТМ103.01 сигналу, який поступає на клапан. У разі роботи САР в режимі «АВТ» постійно контролюється значення регульованої величини (змінної) на її достовірність. При її недостовірності, яка може бути викликана відмовою давача контролю регульованого параметра або вхідного модуля контролера, регулятор відключається та переходить на режим «Утримування». При цьому вихідний сигнал регулятора залишається незмінним і поступає повідомлення про збійну ситуацію. Окрім контролю змінної на достовірність в автоматичному режимі виконуються:

- контроль та обмеження вихідного сигналу регулятора за «min» або «max»;
- контроль величини зміни швидкості змінної та вихідного сигналу з регулятора.

Усі порушення, котрі формуються при роботі САР, сигналізуються. Сигналізація супроводжується видачею: звукового сигналу, текстового повідомлення про причину порушення, миготінням і зміною кольорового кодування (зелений колір змінюється на жовтий) індикатора режиму роботи САР, який відображається на відповідному фрагменті мнемосхеми.

2.9.2. Технічна реалізація САР

Блок-схема технічної реалізації САР приведена на рис. 2.80. Склад технічних засобів САР:

I — виконавчий орган (кран);

II — ПТК, у т.ч. ПК і контролер MELSEC з процесорним модулем QO2CPU;

III — задавач-повторювач (МТМ103.01);

IV — тумблер управління ПТК/ручний задавач (РЗД);

V — перетворювач електропневматичний ПЕП-95.

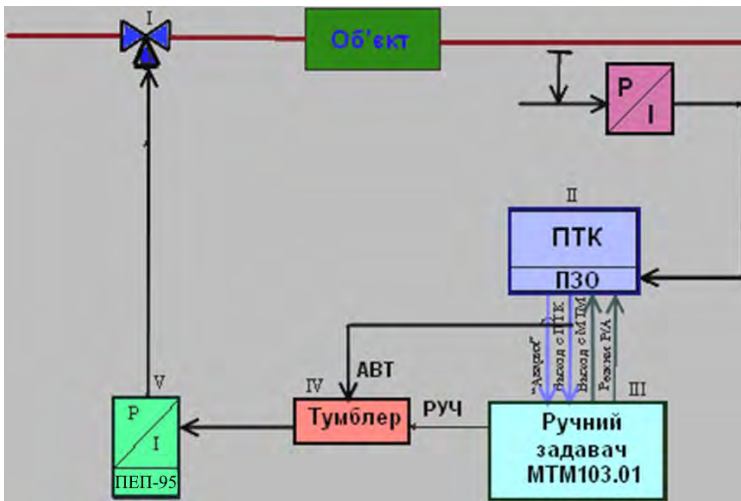


Рис. 2.80. Блок-схема технічної реалізації АСР

Описання технічної реалізації САР. На базі ПТК регулятор організовано в контролері QO2CPU, а інтерфейс зв'язку оператора по управлінню САР виконано в ПК і надано шляхом використання технологічних фрагментів мнемосхем та оверлеїв. Сигнал 4–20 мА змінної САР поступає через ПЗО в контролер QO2CPU. У контролері змінна

обробляється та формуються коди діагностики стану змінної. Значення змінної у технічних одиницях поступає на вхід програмного регулятора. Задані значення змінної або клапана (задання або «клапан») САР поступають від ПК на програмний регулятор. Команди на зміну режимів роботи регулятора «АВТ» або «Р» та інші поступають від ПК на програмний регулятор. Регулятор виробляє вихідний сигнал «Клапан», який поступає через ПЗО у вигляді 4–20 мА на вихід ПТК. Сигнал з виходу ПТК 4–20 мА подається на вхід перетворювача електропневматичного ПЕП-95, де перетворюється на пневматичний сигнал (0,02–0,1) МПа і далі поступає на клапан. Вихід з ПТК відстежується задавачем-повторювачем та відображається на його цифровому індикаторі для забезпечення безударного переходу управління клапаном з ПТК на МТМ103.01. При цьому його вихід відключається від ПЕП-95. У режимі, коли тумблер знаходиться в положенні управління від задавача (РУЧ), вихід ПЗО ПТК відключається від ПЕП-95 і клапана; управління клапаном здійснюється від МТМ103.01.

2.9.3. Надання інформації про САР на робочих місцях

Оперативний контроль за функціонуванням САР здійснюється шляхом відповідних фрагментів мнемосхем. За кожною САР на фрагменті мнемосхеми відображається така інформація:

- поточне значення змінної в фізичних одиницях, наприклад, Т19;
- поточне значення задання регулятора в фізичних одиницях, наприклад, Т319;
- поточне положення ВО у відсотках, наприклад, ТС19;
- поточне значення зворотного зв'язку (для ВТН і ГрБЗ);
- режим роботи САР, символом «Р» (ручний режим), «А» (автоматичний режим), «МТМ» (управління від ручного задавача);
- стан роботи САР (норма, порушення).

Порушення в роботі САР в автоматичному режимі відображається **жовтим** кольором індикатора режиму. На ручному режимі та при відсутності порушень у режимі «А» — колір індикатора режиму — **зелений**. Вибір режиму регулювання, установка величини задання, управління ВО при ручному режимі здійснюється з оверлея, розробленого для кожної САР у складі фрагмента мнемосхеми, де він відображений. Загальний вигляд оверлея регулятора приведено на рис. 2.81.

На оверлеї відображається така інформація:

- найменування та ідентифікатор САР;
- стан САР (норма або тип порушення);

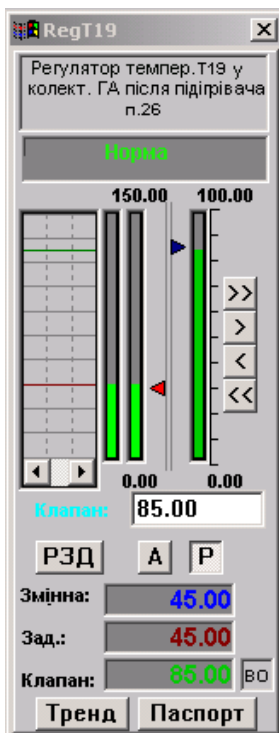








Рис. 2.81. Оверлей регулятора

регулятора в автоматичному режимі або величини положення клапана в ручному режимі управління передбачено чотири способи:

- набором з клавіатури ПК чисельного значення величини задання або величини положення клапана в залежності від режиму роботи САР та записом цього значення в цифровий індикатор оверлею;

- шляхом кнопок  (збільшення значення на 1%) або  (зменшення значення на 1%);

- шляхом кнопок  (збільшення значення на 5%) або  (зменшення значення на 5%);

- переміщенням курсора  по шкалі задання або  ВО (клапана).

З метою контролю якості перехідного процесу та вибору налагоджень регулятора в складі оверлею розроблено тренд реального часу поточних значень задання, змінної та положення клапана. Тренди можна переглядати, використовуючи кнопки прокрутки, за 40 хв. Мнемосхема виклику групи регуляторів приведена на 2.83.

- поточне значення змінної, задання, положення клапана та гістограми цих параметрів;

- задана оператором величина задання в режимі «А» або задане значення положення клапана в режимі «Р» управління;


- режим роботи САР;


- тип клапана «ВО» або «ВЗ»;



- оперативний тренд змінної, задання, величини положення клапана за інтервал часу, який дорівнює 40 хв.

Виклик оверлея виконується з відповідного фрагмента мнемосхеми підведенням курсора мишки до значення клапана (рис. 2.82).

Кнопки управління. Кнопки управління для установки режиму роботи САР:

-  — для установки ручного режиму управління;

-  — для установки автоматичного режиму управління;

Утиснута кнопка  або  відображає поточний режим роботи САР.

1. Зміна значення задання або виходу. Для зміни величини задання

виходу. Для зміни величини задання

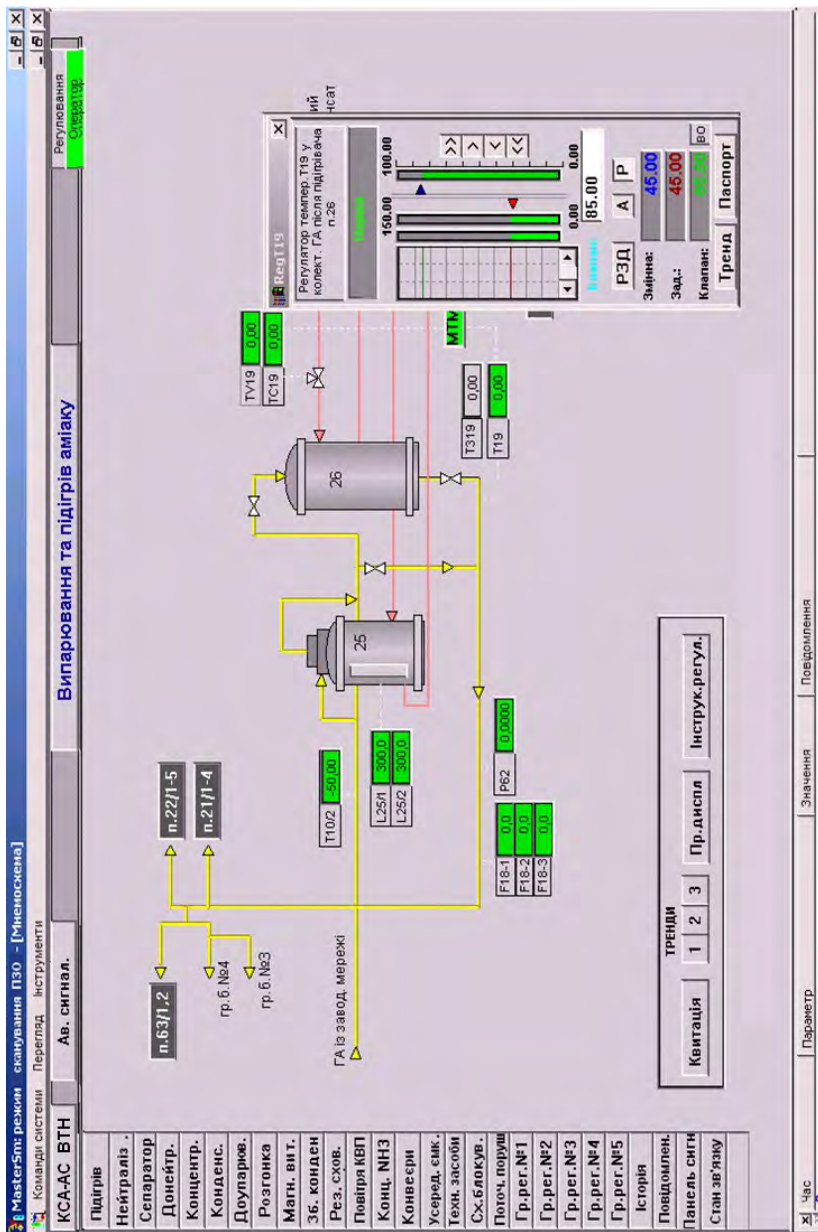


Рис. 2.82. Вікно виклику оверлея регулятора на мнемосхему



Рис. 2.83. Мнемосхема виклику групи регуляторів

Виклик тренду виконується кнопкою **Тренд** оверлея. Оперативні параметри САР (коефіцієнти налагодження регулятора, тип регулятора тощо) можна переглянути в паспорті регулятора. Виклик паспорта здійснюється кнопкою **Паспорт**. Для оперативного аналізу роботи всіх САР та управління ними, по кожному робочому місцю, розроблені фрагменти з групами регуляторів. Для контура дистанційного управління розроблено оверлей, вигляд якого показано на рис. 2.84.

2. Переведення контура управління в автоматичний режим «А» з ручного режиму «Р». Для цього потрібно виконати таке:

- впевнитися, що значення змінної достовірне;
- впевнитися, що величина заданої температури на індикаторі «Задання» дорівнює поточній температурі газоподібного аміаку «Вхід»;

- підвести курсор мишки до кнопки **А** та однократно натиснути ЛКМ; при цьому кнопка **А** стає втиснутою **А**, а кнопка **Р** — ні. На фрагменті мнемосхеми символ «Р» індикатора режиму змінюється на символ «А»;

- упевнитися, що перемикання пройшло безударно, тобто величина відкриття клапана залишилася на попередньому рівні.

У протилежному разі, необхідно САР перевести на режим «Р» і кнопками управління установити попереднє задане значення клапана. Якщо значення змінної недостовірне, тобто колір відображення змінної є білим або сірим, то САР переводити на режим **А** забороняється. При переведенні САР на режим «Утримування» необхідно спочатку її перевести на режим «Р».

3. Переведення контура управління на ручний режим «Р» з автоматичного «А». Для цього потрібно виконати таке:

- підвести курсор мишки до кнопки **Р** і натиснути ЛКМ; при цьому кнопка **Р** стає втиснутою **Р**, а кнопка **А** — ні. На фрагменті мнемосхеми символ «А» індикатора режиму змінюється на символ «Р»;

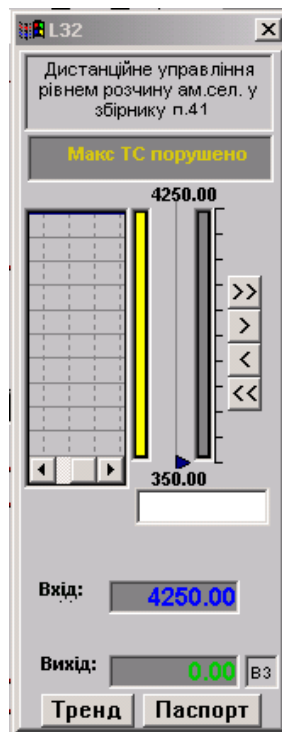


Рис. 2.84. Оверлей для контурів дистанційного управління

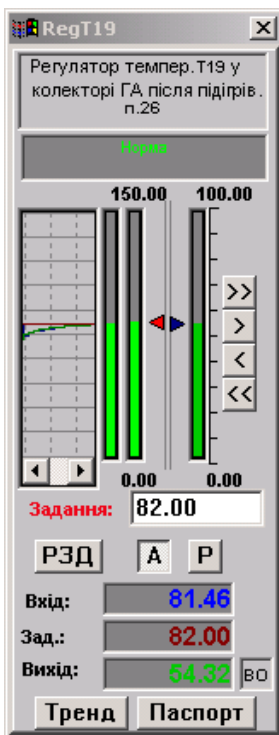


Рис. 2.85. Оверлей САР температури ТС19

- упевнитися, що перемикання пройшло безударно, тобто величина відкриття клапана залишилася на попередньому рівні.

4. Зміна величини задання регулятора. Зміна величини задання регулятора виконується тільки в автоматичному режимі роботи «А». При переведенні регулятора з режиму «Р» на режим «А» задання завжди повинно дорівнювати змінній. Для зміни величини задання регулятора необхідно:

- викликати оверлей САР (рис. 2.85);
- упевнитися, що величина поточного задання регулятора на цифровому індикаторі «Зад» дорівнює заданій величині на індикаторі «Задання»;
- вибрати спосіб зміни задання.

Зміна задання з клавіатури виконується таким чином:

- підвести курсор мишки до індикатора «Задання» і двічі натиснути ЛКМ; при цьому задання виділяється прямокутником синього кольору;
- набрати на клавіатурі значення величини задання і натиснути на клавішу «ENTER» клавіатури; при цьому на цифровому індикаторі «Задання» з'являється набране його значення.

При помилці в наборі величини задання, якщо вона перевищує максимальне значення параметра (у нашому прикладі 150°C), набране значення потрібно вилучити, натиснувши на клавішу «←» клавіатури, яка розташована поряд з цифрами. Необхідно повторно набрати цифрове значення величини задання.

5. Зміна величини задання кнопками «Більше» або «Менше» виконується таким чином:

- натискувати на ЛКМ до установки потрібної величини задання, яке контролюється на індикаторі «Задання».

6. Зміна величини задання переміщенням курсора по шкалі задання виконується таким чином:

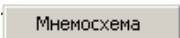
- підвести курсор мишки до курсора шкали задання;
- переміщенням курсора (відображається білим кольором) уверх або вниз установити потрібну величину задання, котре контролюється по

індикатору «Задання»; при цьому колір курсора стає червоним. При зміні задання будь-яким з вибраних способів, установлювана величина задання контролюється одночасно: за цифровими індикаторами «Задання» і «Зад» у цифровому вигляді і за гістограмою «Задання». Якщо задана швидкість зміни задання, то поточна величина задання регулятора, яка надається на індикаторі «Зад», порівнюється із заданою його величиною, котра відображається на індикаторі «Задання», через час, що відповідає швидкості зміни величини задання.

7. Зміна положення клапана. Зміна положення клапана виконується тільки в ручному режимі роботи КСА. Зміна положення клапана виконується аналогічно зміні задання, тільки символ «Задання» рядом з індикатором змінюється на символ «Клапан».

2.9.4. Управління групою регуляторів

Для управління САР з фрагменту групи регуляторів необхідно:

- вибрати відповідну групу регуляторів;
- підвести курсор мишки до кнопки з вибраною групою регуляторів і натиснути ЛКМ. При цьому на екрані дисплею викликається вибрана група регуляторів. З метою переходу з фрагменту «Група регуляторів» на технологічний фрагмент, необхідно підвести курсор мишки до будь-якої вибраної області дисплею і натиснути ПКМ. При цьому появляється кнопка . Після натискування на цю кнопку викликається фрагмент мнемосхеми, з котрого була викликана група регуляторів.

2.9.5. Резервування САР ручними задавачами МТМ103.01

Резервування САР, реалізованих у ПТК, виконано ручними задавачами-повторювачами МТМ103.01. У цьому режимі управління ВО здійснюється від ручних задавачів. Перехід на режим управління клапаном з ПТК на задавач здійснюється такими способами:

- вручну оператором шляхом перемикання тумблера режиму роботи задавача;
- автоматично за командою «Аварія», яка формується ПТК в разі:
 - відмови аналогового вихідного модуля;
 - переходу контролера на режим «СТОП», який викликаний помилкою процесорного модуля (виключився світлодіод «RUN» і залишився включеним світлодіод «ERR» на процесорному модулі);
 - зникнення напруги живлення контролера.

Перехід з управління клапаном від ПТК на МТМ103.01 і навпаки здійснюється безударно за рахунок реалізації режимів стеження, котрі організовані в ПТК і МТМ103.01. При управлінні клапаном від ПТК МТМ103.01 постійно відстежують вихідний сигнал, який поступив на клапан від ПТК, що дозволяє забезпечити безударний перехід з управління клапаном від ПТК на МТМ103.01.

2.9.6. Переведення САР з ПТК на МТМ103.01

При прийнятті рішення про перехід на ручне управління клапаном від ручного задавача МТМ103.01 необхідно:

- викликати відповідний фрагмент мнемосхеми та впевнитися, що величина положення клапана на фрагменті мнемосхеми відповідає значенню на індикаторі МТМ103.01;



- перевести тумблер у верхнє положення (МТМ103); при цьому управління клапаном відключається від ПТК і підключається до МТМ103.01.

На панелі задавача засвічується світлодіод режиму управління «Р», а на фрагменті з САР — на **червоному** фоні відображається режим «МТМ». Упевнитися, що перемикання пройшло безударно без порушень технологічного режиму. У протилежному разі — перевести управління назад, тобто на ПТК.

2.9.7. Переведення САР з МТМ103.01 на ПТК

При переведенні управління з МТМ103.01 на ПТК необхідно:

- викликати оверлей даної САР на відповідному фрагменті мнемосхеми;

- упевнитися, що САР знаходиться в режимі «МТМ» і кнопка режиму «Р» є втиснутою () , у протилежному разі — підвести курсор мишки до кнопки  на оверлеї та натиснути ЛКМ;

- упевнитися, що величина виходу на клапан на індикаторі оверлею відповідає величині положення клапана на індикаторі МТМ103.01. У протилежному разі в режимі «Р» установити на оверлеї задане значення, яке відповідає виходу МТМ103.01;

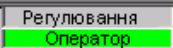

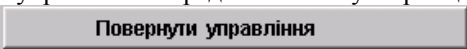
- перевести тумблер у нижнє положення «ПТК»; при цьому управління клапаном від МТМ103.01 відключається і клапан підключається до ПТК.

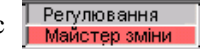
Упевнитися, що переведення виконано безударно. У протилежному разі перевести управління назад.

2.9.8. Управління САР з робочого місця майстра зміни

При нормальній роботі автономних ПК (ГрБЗ, ГрБ4, ВТН) системою діагностики блокуються всі управляючі функції від ПК майстра зміни по управлінню САР даних робочих місць. ПК майстра зміни постійно відстежує поточний стан всіх САР (режим роботи САР, величину задання, положення клапана, налагодження регулятора) за робочими місцями, що дозволяє забезпечувати безударний перехід на управління від ПК майстра зміни. У разі відмови того чи іншого ПК або відсутності зв'язку контролера з даним ПК (сигнал формується за спеціальним алгоритмом) управління САР автоматично передається майстру зміни. При відновленні зв'язку з контролером управління САР автоматично повертається оператору даного робочого місця. У КСА передбачена можливість передачі управління САР з робочих місць ВТН, ГрБЗ, ГрБ4 майстру зміни вручну за ініціативою технічного персоналу даних робочих місць. При цьому функції управління на ПК того чи іншого робочого місця блокуються, а управління передається майстру зміни. Повернення на управління САР з робочого місця оператора (ВТН, ГрБЗ, ГрБ4) після передачі управління майстру зміни, здійснюється тільки за ініціативою технічного персоналу. Передача та повернення управління САР здійснюється кнопкою на фрагментах «Стан зв'язку» ПК робочих місць:

Передати управління майстру зміни

Якщо управління регуляторами здійснюється з РМО, то на верхньому рядку фрагмента відображається надпис . Для передачі управління регуляторами майстру зміни необхідно натиснути на кнопку . Якщо є зв'язок контролера з ПК майстра зміни, то управління передається йому. При цьому змінюється надпис на кнопці ,

а на верхньому рядку фрагмента появляється надпис . Перехід на управління САР від ПК майстра зміни та навпаки сигналізується з виданням відповідних повідомлень. Для відображення переходу управління САР від ПК майстра зміни або від ПК РМО на верхньому рядку дисплею ПК РМО розташована кнопка «Регулювання» з надписом «Оператор» або «Майстер зміни», у залежності від того, з якого робочого місця здійснюється управління. Кнопка має кольорове кодування. Прийнято таке кодування:

- зелений колір — управління оператором;
- червоний колір — управління майстром зміни.

На фрагментах ПК майстра зміни розташовані надписи «УПРАВЛІННЯ» за кожним РМО з надписом «Оператор» або «Майстер зм.», у залежності від того, з якого робочого місця здійснюється управління та з прийнятим кольоровим кодуванням.

Передавання управління САР майстру зміни. При прийнятті рішення операторами робочих місць щодо передавання управління даної САР майстру зміни та при підтвердженні даного рішення необхідно на ПК робочого місця виконати наступне:

- викликати фрагмент «Стан зв'язку»;
- підвести курсор мишки до надпису

Передати управління майстру зміни і натиснути ЛКМ.

При цьому:

- змінюється надпис на кнопці

Повернути управління;

- на ПК майстра зміни на фрагменті в надпису «Управління», відповідного даному робочому місцю, змінюється текст «Оператор» на «Майстер зм.» і **зелений** колір змінюється на **червоний**;

- на ПК робочого місця в надписі «Регулювання» змінюється надпис «Оператор» на «Майстер зм.» і **зелений** колір змінюється на **червоний**.

Після виконання даних дій контуром регулювання робочого місця управляє майстер зміни. У даному режимі функції управління САР за даним робочим місцем заблоковані і управління неможливе.

Повернення управління САР. При прийнятті рішення щодо повернення управління на дане робоче місце і при підтвердженні цього рішення зі сторони майстра зміни необхідно на ПК даного робочого місця виконати наступне:

- викликати фрагмент «Стан зв'язку»;
- підвести курсор мишки до надпису

Повернути управління і натиснути ЛКМ.

При цьому після повернення управління:

- змінюється надпис на **Передати управління майстру зміни**;

- на ПК майстра зміни надпис «Майстер зм.» змінюється на «Оператор» і **червоний** колір змінюється на **зелений**;

- на ПК робочого місця на кнопці «Регулювання» змінюється надпис «Майстер зм.» на «Оператор» і **червоний** колір змінюється на **зелений**.

Після виконання цих дій управління САР здійснюється з даного РМО. У цьому режимі функції управління САР за даним робочим місцем на ПК майстра зміни заблоковані.

2.10. Збійні ситуації при роботі САР і дії оператора

Дії оператора при відмові ПК. При відмові ПК управління САР за даним РМО автоматично передається на ПК майстра зміни. Перехід супроводжується видачею сигналізації на робочому місці майстра зміни. При цьому потрібно впевнитися (за значеннями відповідних параметрів), що регулятори в контролері відпрацьовують нормально.

Дії оператора при збоях процесора контролера Q02CPU. Збій процесора контролера супроводжується видачею звукової сигналізації та миготінням кнопки «Стан зв'язку». При цьому необхідно викликати фрагмент «Стан зв'язку». Якщо прямокутник з надписом Q02CPU відображається **жовтим** кольором, то це свідчить про наявність помилки в контролері (засвічується світлодіод «ERR» **червоним** кольором, а світлодіод «RUN» світиться **зеленим** кольором). Дана збійна ситуація не приводить до зупинки процесорного модуля. При відмові контролера вихідні сигнали з модулів ПЗО контролера «заморожуються», тобто не змінюються.

Дії оператора при збоях мережевого зв'язку. Збій мережевого зв'язку характеризується відсутністю зв'язку контролерів з ПК РМО і з ПК майстра зміни. При наявності зв'язку на фрагменті «Стан зв'язку» відповідні лінії зв'язку відображаються **зеленим** кольором. При відсутності зв'язку — **темно-бузковим** кольором.

Дії оператора при наявності відмови системи контролю. Відмова системи контролю пов'язана з відмовою модуля аналогового уведення Q68ADI або давача контролю. При даній збійній ситуації відповідна САР в контролері автоматично переводиться на режим «Утримування» (якщо САР працює в автоматичному режимі управління). При цьому вихід з регулятора залишається незмінним. Переведення САР на режим «Утримування» супроводжується:

- видачею звукового сигналу;
- видачею в рядок сигналізації повідомлення щодо переходу регулятора на режим утримування;
- миготінням кнопки з найменуванням відповідного фрагменту мнемосхеми та зміною кольору «Найменування» (**чорний** на **червоний**);
- миготінням індикатора режиму роботи САР на фрагменті та зміною його кольору на **червоний**;
- миготінням і зміною кольору (на **червоний**) кнопки з шифром САР на панелі сигналізації;
- видачею повідомлення про переведення САР на режим «Утримування».

Якщо САР переведено на режим «Утримування», то вона стає некерованою і її необхідно перевести на режим ручного управління від ПТК.

Дії оператора при наявності відмови аналогового вихідного модуля. При цьому спрацьовує сигналізація «Відмова вихідного модуля» і в рядку сигналізації видається повідомлення про його відмову. При наявності відмови аналогового вихідного модуля управління відповідними клапанами автоматично переводиться від ПТК на МТМ103.01. Переведення здійснюється безударно за рахунок відстеження задавачем МТМ103.01 вихідного сигналу з ПТК. Якщо спрацювала сигналізація при відмові вихідного модуля необхідно:

- за повідомленням або фрагментом «Стан технічних засобів» (вихідні аналогові модулі) визначити, за якими САР виникла відмова;
- по кожній САР, за котрою діагностується відмова, впевнитися, що:
 - САР переведена на режим ручного управління від задавача МТМ103.01 (за засвічуванням світлодіода «Р» на передній панелі МТМ103.01);
 - переведення на управління клапаном з ПТК на задавач МТМ103.01 виконано безударно, тобто величина відкриття клапана на відповідній мнемосхемі або оверлей співпадає з величиною на цифровому індикаторі задавача МТМ103.01. Якщо значення не співпадають, то кнопками «▲» (більше) або «▼» (менше) на передній панелі задавача установити значення сигналу, яке відповідає значенню виходу на клапан у ПТК;
- викликати оверлей САР і впевнитися, що система переведена на режим «МТМ» і «Р» (відповідні кнопки утоплені);
- перевести тумблер режиму управління «ПТК»–«МТМ103» у верхнє положення «МТМ».

Дії оператора при невідповідності вихідного сигналу ПТК і зворотного зв'язку. Під час роботи системи необхідно стежити за відповідністю значення вихідного сигналу на клапан, який формується ПТК, і сигналом, що поступає на клапан (сигналом зворотного зв'язку). При неузгодженості між цими сигналами виконується наступне:

- включається звукова сигналізація;
- значення сигналу зворотного зв'язку відображається на **червоному** миготливому фоні;
- на вікно поточних повідомлень видається повідомлення про неузгодженість значення зворотного зв'язку та виходу.

Необхідно за даною САР проконтролювати значення відповідного параметра регулювання. Якщо параметр знаходиться в нормі, то це свідчить про відмову вхідного зовнішнього кола по уведенню сигналу

зворотного зв'язку. Якщо значення параметра порушено, то це свідчить про відмову вихідного зовнішнього кола або клапана.

Дії оператора при переведенні контролера на режим «СТОП». При переведенні контролера на режим «СТОП», який викликаний помилкою процесорного модуля, автоматично здійснюється переведення управління клапанами з ПТК на ручні задавачі МТМ103.01. Перехід сигналізується видачею:

- звукового сигналу;
- засвічуванням індикатора на модулі перемикання задавачів МТМ103.01 на ручний режим, що розташований у шафі контролера;
- на весь екран дисплею ПК видається вікно **червоного** кольору з повідомленням (рис. 2.86).

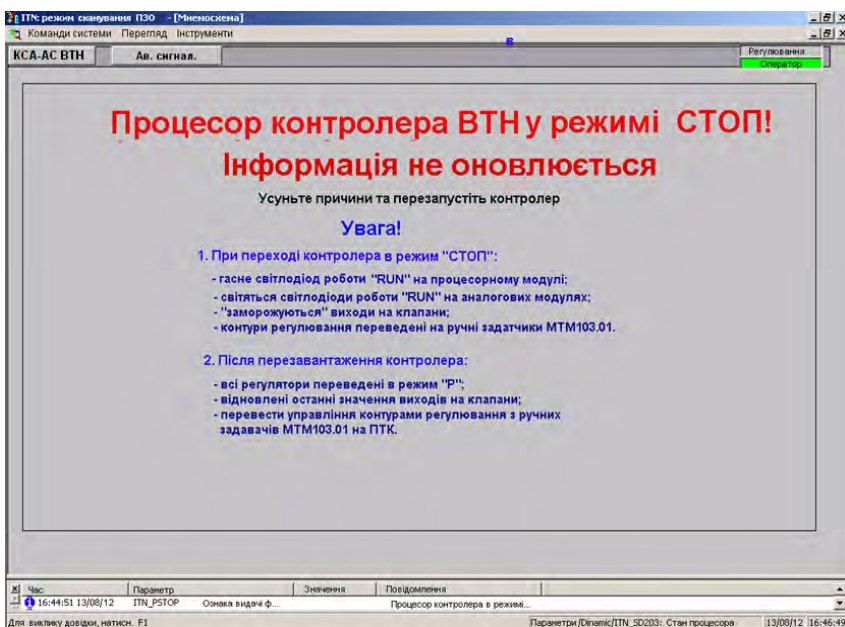


Рис. 2.86. Вікно при переході контролера на режим «СТОП»

При спрацюванні сигналізації необхідно:

- перевести тумблер на модулі перемикання задавачів у положення «Викл»; при цьому звук припиняється;
- за кожною САР впевнитися, що:
 - вона переведена на режим «P» від задавача МТМ103.01 (за засвічуванням світлодіода «P» на передній панелі МТМ103.01);

- переведення на управління клапаном з ПТК на задавач МТМ103.01 виконано безударно;

- за оверлеєм САР впевнитися, що система переведена на режим «МТМ» і «Р»;

- перевести тумблер режиму управління «ПТК» — «МТМ103» у верхнє положення «МТМ103».

Після переведення управління клапаном з ПТК на управління від ручного задавача МТМ103.01 управління здійснюється тільки від задавача кнопками «▲» (більше) або «▼» (менше).

Після подачі напруги живлення, при засвічуванні світлових індикаторів на контролері, необхідно:

- впевнитися, що контролер не знаходиться в режимі «СТОП», тобто відсутнє на екрані ПК повідомлення;

- якщо контролер знаходиться в режимі «СТОП», то необхідно виключити джерело безперебійного живлення і через 5–10 с включити його (ця операція рівнозначна перезапуску контролера); повідомлення з екрану повинно зникнути;

- натиснути на кнопку на модулі перемикачів задавачів; при цьому індикатор на ньому погасне;

- перевести тумблер на модулі перемикачів в режим «Вкл.»;

- викликати фрагмент мнемосхеми, де розташовані САР, і проконтролювати відповідність вихідних сигналів з ПТК і МТМ103.01; якщо значення не співпадають, то кнопками «▲» (більше) або «▼» (менше) виставити значення сигналів на оверлеях ПТК, які відповідають значенню на МТМ103.01;

- перевести почергово (для всіх САР) тумблер режиму управління «ПТК» — «МТМ103» у нижнє положення «ПТК». При цьому на передній панелі задавача МТМ103.01 мусить погаснути світлодіод «Р», а на оверлеї АСР — зникнути режим «МТМ» (кнопка не утоплена) і залишається режим «Р» (кнопка утоплена);

- викликати почергово оверлеї всіх САР і задати їм потрібний режим управління («А» або «К»).

Після виконаних дій управління клапанами здійснюється з ПТК.

Дії оператора при наявності відмови технічних засобів ПК. При відмові технічних засобів ПК (монітора, клавіатури, мишки), управління САР з РМО неможливе. У цьому випадку для передачі управління майстру зміни необхідно виключити ПК. Управління САР передається до майстра зміни автоматично. Після усунення несправності і включення ПК, управління САР оператору повертається також автоматично.

2.11. Обслуговування КСА виробництва аміачної селітри

Управління здійснюється з 4-х робочих місць: майстра зміни, оператора ВТН, оператора ГрБ3 і оператора ГрБ4. Кожне робоче місце, (ВТН, ГрБ3 і ГрБ4) дозволяє управляти частиною технологічного процесу. Робоче місце МЗ дозволяє виконувати функції диспетчеризації всього цеху, а також функції резервування інших РМО за інтерфейсами зв'язку оператора з контролерами, тобто в принципі з даного робочого місця можна управляти всім технологічним процесом. Центральна частина КСА ТП реалізована на базі мікропроцесорних контролерів MELSEC серії Q фірми MITSUBISHI і ПК. Для зв'язку робочої станції МЗ з контролерами MELSEC робочих місць ГрБ3 і ГрБ4 використовуються модеми, що працюють по окремо виділеній лінії. У КСА система діагностики автоматично дає інформацію про відмови в системах контролю і це, як правило, стосується модулів ПЗО і давачів (перетворювачів). З метою оцінки стану технічних засобів для кожного робочого місця розроблені фрагменти мнемосхем «Техн. засоби». Для робочого місця ВТН розроблено чотири фрагменти:

- за вхідними аналоговими параметрами (рис. 2.87); виклик даного фрагмента виконується кнопкою **Техн. засоби** на фрагменті «Стан технічних засобів (анал. вх. модулі)» дисплейної лінійки;

- за вхідними дискретними параметрами (рис. 2.88); виклик фрагмента здійснюється кнопкою **Дискр. мод.** на фрагменті «Стан технічних засобів (дискр. модулі)»;

- за вихідними аналоговими параметрами (рис. 2.89); виклик фрагмента здійснюється кнопкою **Вих. мод.** на фрагменті «Стан технічних засобів (вих. модулі)»;

- за модулями шасі № 3 (рис. 2.90); виклик фрагмента здійснюється кнопкою **Мод. шасі** на фрагменті «Стан технічних засобів (шасі 3)».

Для робочого місця ГрБ3 розроблено два фрагменти стану технічних засобів — за основним і додатковим шасі. Виклик першого фрагмента мнемосхеми здійснюється кнопкою **Техн. засоби** на дисплейній лінійці (рис. 2.91).

Виклик другого фрагменту здійснюється кнопкою «Шасі 2», що розташована на фрагменті «Стан технічних засобів (шасі 1)». Для робочого місця ГрБ4 розроблено один фрагмент стану технічних засобів (рис. 2.92), який викликається кнопкою **Техн. засоби** на дисплейній лінійці. Відображення стану технічних засобів виконано за модульним принципом. Над кожним модулем у «вікні» відображається номер слоту, за яким знаходиться даний модуль, адреса модуля, адреса сигналу READY (стан готовності) модуля, вказаного в дужках **Слот 19. X140(320)**.

Цієї ПК-режиму створення ПЗО - [Мнемосхема]

Командні системи Перегляд Інструменти

КСА-АС ВРН Ав. сигнал.

Регулювання оператора

Стан технічних засобів (ан. вх. модулі)

Підпис	Слот	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.							
Нейтрализ.	Слот 1.В.Х000(1.12)	1	165F1	0	0,000	2	1	1106	0	0,000	6					
Сепаратор	Слот 1.В.Х000(1.12)	2	1711	0	0,000	2	2	1113	0	0,000	7					
Донецнтр.	Слот 1.В.Х000(1.12)	3	311	0	0,000	2	3	146V4	0	0,000	7					
Концентр.	Слот 1.В.Х000(1.12)	4	411	0	0,000	2	4	146D2	0	0,000	7					
Конденс.	Слот 1.В.Х000(1.12)	5	511	0	0,000	2	5	146D3	0	0,000	7					
Дуопларюв.	Слот 1.В.Х000(1.12)	6	12	0	0,000	2	6	PE2	0	0,000	1					
Розганч.	Слот 1.В.Х000(1.12)	7	113F1	0	0,000	2	7	PE4	0	0,000	2					
Магн. вит.	Слот 1.В.Х000(1.12)	8	113A6	0	0,000	2	8	PE7	0	0,000	2					
Зб. конден	Слот 1.В.Х000(1.12)															
Рез. схов.	Слот 1.В.Х000(1.12)	1	PE71	0	0,000	2	1	F56	0	0,0	7					
Повітря КВП	Слот 1.В.Х000(1.12)	2	3F1	0	0,000	2	2	F31	0	0,0	6					
Конц. ННЗ	Слот 1.В.Х000(1.12)	3	4F1	0	0,000	2	3	F40	0	0,0	8					
Конвекси	Слот 1.В.Х000(1.12)	4	5F1	0	0,000	2	4	F64	0	0,0	12					
Усред. емс.	Слот 1.В.Х000(1.12)	5	F18-1	0	0,0	1	5	L23	0	0,0	4					
Техн. засоби	Слот 1.В.Х000(1.12)	6	F18-2	0	0,0	1	6	L26	0	0,0	11					
Сх. блокув.	Слот 1.В.Х000(1.12)	7	F18-3	0	0,0	1	7	L11	0	0,0	3					
Потоц. параш	Слот 1.В.Х000(1.12)	8	F16	0	0,0	2	8	L32	0	0,0	4					
Гр.рег. №1	Слот 1.В.Х114(2.23)															
Гр.рег. №2	Слот 1.В.Х114(2.23)	1	L47	0	0,000	8	1	L141	0	0,000	10					
Гр.рег. №3	Слот 1.В.Х114(2.23)	2	L33	0	0,000	8	2	L142	0	0,000	10					
Гр.рег. №4	Слот 1.В.Х114(2.23)	3	L28	0	0,000	8	3	L143	0	0,0	15					
Гр.рег. №5	Слот 1.В.Х114(2.23)	4	L39	0	0,000	9	4	L144	0	0,0	15					
Історія	Слот 1.В.Х114(2.23)	5	07	0	0,000	15	5	L145	0	0,0	15					
Повідомлен.	Слот 1.В.Х114(2.23)	6	01001	0	0,000	13	6	L1	0	0,0	2					
Панель світ	Слот 1.В.Х114(2.23)	7	01002	0	0,000	13	7	L57	0	0,000	4					
Стан зв'язку	Слот 1.В.Х114(2.23)	8	01003	0	0,000	13	8	L45	0	0,000	5					
Техн. рап.	Слот 1.В.Х114(2.23)															
Слот 1.В.Х000(1.12)	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.				
Слот 1.В.Х000(1.12)	1	T371	0	0,000	7	1	F56	0	0,0	7	1	L141	0	0,000	10	
Слот 1.В.Х000(1.12)	2	T372	0	0,000	7	2	F31	0	0,0	6	2	L142	0	0,000	10	
Слот 1.В.Х000(1.12)	3	T373	0	0,000	5	3	F40	0	0,0	8	3	L143	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)	4	T102	0	0,000	1	4	F64	0	0,0	12	4	L144	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)	5	T641	0	0,000	2	5	L23	0	0,0	4	5	L145	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)	6	T656	0	0,000	15	6	L26	0	0,0	11	6	L1	0	0,0	2	
Слот 1.В.Х000(1.12)	7	T108	0	0,000	2	7	L11	0	0,0	3	7	L57	0	0,000	4	
Слот 1.В.Х000(1.12)	8	T166	0	0,000	6	8	L32	0	0,0	4	8	L45	0	0,000	5	
Слот 1.В.Х000(1.12)																
Слот 1.В.Х000(1.12)	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.
Слот 1.В.Х000(1.12)	1	T132	0	0,000	6	1	F63	0	0,0	2	1	L25F1	0	0,000	1	
Слот 1.В.Х000(1.12)	2	T162	0	0,000	6	2	F201	0	0,0	2	2	L25/2	0	0,0	1	
Слот 1.В.Х000(1.12)	3	T133	0	0,000	6	3	F202	0	0,0	2	3	L85	0	0,000	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)	4	T163	0	0,000	6	4	F203	0	0,0	2	4	068	0	0,000	8	
Слот 1.В.Х000(1.12)	5	T134	0	0,000	6	5	F204	0	0,0	2	5	F2	0	0,0	2	
Слот 1.В.Х000(1.12)	6	T164	0	0,000	6	6	F205	0	0,0	2	6	085F1	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)	7	T165	0	0,000	6	7	F22	0	0,0	4	7	085F2	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)	8	T19	0	0,000	1	8	F35	0	0,0	15	8	F85	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х000(1.12)																
Слот 1.В.Х000(1.12)	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.
Слот 1.В.Х000(1.12)	1	2P1	0	0,000	2	1	034	0	0,000	15	1	L403	0	0,0	9	
Слот 1.В.Х000(1.12)	2	3P1	0	0,000	2	2	L403	0	0,0	9	2	L404	0	0,0	9	
Слот 1.В.Х000(1.12)	3	4P1	0	0,000	2	3	L404	0	0,0	9	3	L405	0	0,0	9	
Слот 1.В.Х000(1.12)	4	5P1	0	0,000	2	4	L405	0	0,0	9	4	L406	0	0,000	9	
Слот 1.В.Х000(1.12)	5	F18-1	0	0,0	1	5	L406	0	0,000	9	5	F400	0	0,0	9	
Слот 1.В.Х000(1.12)	6	F18-2	0	0,0	1	6	L407	0	0,000	9	6	01001	0	0,000	13	
Слот 1.В.Х000(1.12)	7	F18-3	0	0,0	1	7	F400	0	0,000	9	7	01002	0	0,000	13	
Слот 1.В.Х000(1.12)	8	F16	0	0,0	2	8	F400	0	0,0	9	8	01003	0	0,000	13	
Слот 1.В.Х114(2.23)																
Слот 1.В.Х114(2.23)	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.	Шифр	код	знач.	№ др.
Слот 1.В.Х114(2.23)	1	L25F1	0	0,000	1	1	L25F1	0	0,000	1	1	L25F1	0	0,000	1	
Слот 1.В.Х114(2.23)	2	L25/2	0	0,0	1	2	L25/2	0	0,0	1	2	L25/2	0	0,0	1	
Слот 1.В.Х114(2.23)	3	L85	0	0,000	15	3	L85	0	0,000	15	3	L85	0	0,000	15	
Слот 1.В.Х114(2.23)	4	068	0	0,000	8	4	068	0	0,000	8	4	068	0	0,000	8	
Слот 1.В.Х114(2.23)	5	F2	0	0,0	2	5	F2	0	0,0	2	5	F2	0	0,0	2	
Слот 1.В.Х114(2.23)	6	085F1	0	0,0	15	6	085F1	0	0,0	15	6	085F1	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х114(2.23)	7	085F2	0	0,0	15	7	085F2	0	0,0	15	7	085F2	0	0,0	15	
Слот 1.В.Х114(2.23)	8	F85	0	0,0	15	8	F85	0	0,0	15	8	F85	0	0,0	15	

Дискр. мод. Вих. мод. Мод. шасі 3
Каніація Пр. диспл. Табл.перерак.

Параметр Значення

Час 10:26:54 06/11/07 СКРПТ Оновка припинення з...
10:26:54 06/11/07 СКРПТ Додаток до мнемосхеми

Позначення

Стан об'єкту контролера з...

Рис. 2.87. Мнемосхема стану аналогових входних модулів

ІПТС режим: виважене ПЗО - [Мнемосхема]		Команди системи		Перегляд інструменти		Регулювання контролерів					
КСА-АС ВТН		Ав. сигнал.		Стан технічних засобів (дискр. модулі)							
Підтрів		Нейтраліз.		Сепаратор		Донецктр.					
Конденснтр.		Дюларов.		Розгонка		Магн. вит.					
Зб. кондсн		Рез-схов.		Повітря КВП		Конц. NH3					
Усервод. емк.		Техн. засобів		Сх-блок.кув.		Поточ. поруш					
Гр-рег.№1		Гр-рег.№2		Гр-рег.№3		Гр-рег.№4					
Гр-рег.№5		Історія		Повідомлен.		Панель синг					
Стан зв'язу		Техн. рап.									
Слот 1. X20 (32)		Слот 2. X30 (48)		Слот 3. X40 (64)		Слот 4. X50 (80)		Слот 5. X60 (96)		Слот 22. X170 (368)	
Шифр: стан № фвр		Шифр: стан № фвр		Шифр: стан № фвр		Шифр: стан № фвр		Шифр: стан № фвр		Шифр: стан № фвр	
1	1T51	0	2	1	5T51	0	2	1	Насос 30	0	3
2	1TV4 отпр	0	2	2	5TV4 відкр	0	2	2	Насос 19/2	0	6
3	1TV4 закр	0	2	3	5TV4 закр	0	2	3	Насос 42/1	0	4
4	1TV7 отпр	0	2	4	5TV7 відкр	0	2	4	Насос 40/1	0	0
5	1TV7 закр	0	2	5	5TV7 закр	0	2	5	Насос 40/2	0	5
6	1TV6 отпр	0	2	6	5TV6 відкр	0	2	6	Насос 40/3	0	0
7	1TV6 закр	0	2	7	5TV6 закр	0	2	7	Резерв		
8	1TV8 отпр	0	2	8	ОН88	0	2	8	Насос 56/1	0	8
9	1TV8 закр	0	2	9	С68 відкр	0	8	9	Насос 56/2	0	8
10	2T51	0	2	10	С68 закр	0	8	10	Насос 57/1	0	8
11	2TV4 отпр	0	2	11	PL66	0	12	11	Насос 57/2	0	8
12	2TV4 закр	0	2	12	Сікора 1	0	2	12	Конв. 3/1	0	14
13	2TV7 отпр	0	2	13	Сікора 2	0	2	13	Конв. 3/2	0	14
14	2TV7 закр	0	2	14	Сікора 3	0	2	14	Конв. 4/1	0	14
15	2TV6 отпр	0	2	15	Сікора 4	0	2	15	Конв. 4/2	0	14
16	2TV6 закр	0	2	16	Насос 60/1	0	8	16	Насос 64/3	0	5
					Насос 60/2	0	8		Насос 64/4	0	5
									Насос 64/5	0	5
									PL67	0	12
									PL67	0	12
									Резерв		

Рис. 2.88. Мнемосхема стану дискретних модулів

ІПН: режиса стандартна ПЗО - [Мнемосхема] Регулювання

Команди системи: Перегляд, Інструменти Стан технічних засобів (вихід, модулі)

КСА-АС ВТН Ав. сигнал.

Підтрів Слот 23: Y180 (384)

Нейтраліз. Слот 21: X160(352)

Сепаратор Слот 20: X150(336)

Донейтр.

Концентр.

Конденс.

Дуопларов.

Розгонка

Магн. вит.

ЗБ. конден

Рез. схов.

Повітря КВП

Конц. NH3

Конвєєри

Усеред. емк.

Техн. засоби

Сх. блокуєв.

Поточ. поурш

Гр. рег. №1

Гр. рег. №2

Гр. рег. №3

Гр. рег. №4

Гр. рег. №5

Історія

Повідомлен.

Панель сигн

Стан зв'язу

Техн. рап.

шифр	код	знач. праймор.	№ фр
1	ТС19	0	0.00
2	РС67/1	0	0.00
3	РС67/2	0	0.00
4	РС50	0	0.00
5	РС51	0	0.00
6	FC63	0	0.00
7	FC22	0	0.00
8	резерв		

шифр	код	знач. праймор.	№ фр
1	FC20/1	0	0.00
2	FC20/2	0	0.00
3	FC20/3	0	0.00
4	FC20/4	0	0.00
5	FC20/5	0	0.00
6	LC32	0	0.00
7	LC45	0	0.00
8	LC47	0	0.00

шифр	код	знач. праймор.	№ фр
1	LC33	0	0.00
2	LC29	0	0.00
3	QC85_1	0	0.00
4	LC1_1	0	0.00

шифр	код	знач. праймор.	№ фр
1	Стан кан. ТС19	0	0
2	1PV_DO	0	0
3	Z1_DO	0	0
4	Стан кан. РС50	0	0
5	Стан кан. РС51	0	0
6	Стан кан. FC63	0	0
7	Стан кан. FC22	0	0
8	Стан вих. мод.3	0	0
9	Стан кан. FC20/1	0	0
10	Стан кан. FC20/2	0	0
11	Стан кан. FC20/3	0	0
12	Стан кан. FC20/4	0	0
13	Стан кан. FC20/5	0	0
14	Стан кан. LC32	0	0
15	Стан кан. LC45	0	0
16	Стан кан. LC47	0	0

Анал. мод.	Дискр. мод.	Мод. шасі 3
Кваліація	Пр-дискл	Табл. перерах.

Х	чис	Параметр	Значення	Повідомлення
1	10:26:54 06/11/07	SKRTN	Останка припинення з...	
2	10:26:54 06/11/07	SKRTN	Стан об'єкту контролера з...	

Рис. 2.89. Мнемосхема стану вихідних модулів

ІТНС режимі співування ПЗО - [Міномоскена]
 Команди системи Перегляд Інструменти

КСА-АС ВТН Ав. сигнал. Стан технічних засобів (шасі 3) Регулювання серверів

Підгрів	Слот 24: X190 (400)	Слот 25: X1A0 (416)	Слот 26: Y1B0 (432)	Слот 27: X1C0 (448)	Слот 28: X1D0 (464)
	шифр стан № фр	шифр стан № фр	шифр стан	шифр код знач № фр	шифр код знач № фр
Нейтраліз.	1 TC19.R 0	1 LC33.R 0	1 AY-LC33 0	1 TV19 0 0,000 1	1 FV20/1 0 0,000 2
Сепаратор	2 Резерв	2 LC29.R 0	2 AY-LC29 0	2 Резерв	2 FV20/2 0 0,000 2
Донейтр.	3 Резерв	3 QC85/1.R 0	3 AY-QC85/1 0	3 Резерв	3 FV20/3 0 0,000 2
Конденс.	4 PC50.R 0	4 LC1/1.R 0	4 AY-LC1/1 0	4 FV50 0 0,000 7	4 FV20/4 0 0,000 2
Допуларов.	5 PC51.R 0	5 Резерв	5 Резерв	5 FV51 0 0,000 7	5 FV20/5 0 0,000 2
Розгонка	6 FC63.R 0	6 Резерв	6 Резерв	6 FV63 0 0,000 2	6 LV32 0 0,000 5
Магн. вміт.	7 FC22.R 0	7 Резерв	7 Резерв	7 FV22 0 0,000 4	7 LV45 0 0,000 5
Зб. конден	8 Резерв	8 Резерв	8 Резерв	8 Резерв	8 LV47 0 0,000 8
Повітря КПТ	9 FC20/1.R 0	9 Резерв	9 Резерв		
Конц. NH3	10 FC20/2.R 0	10 Резерв	10 Резерв		
Конвєсири	11 FC20/3.R 0	11 Резерв	11 Резерв		
Усеред. емс.	12 FC20/4.R 0	12 Резерв	12 Резерв		
Техн. засоби	13 FC20/5.R 0	13 Резерв	13 Резерв		
Ож.б.лакув.	14 LC32.R 0	14 Резерв	14 Резерв		
Почт. порух	15 LC45.R 0	15 Резерв	15 Резерв		
Гр.рег.№1	16 LC47.R 0	16 Резерв	16 Резерв		
Гр.рег.№2					
Гр.рег.№3					
Гр.рег.№4					
Гр.рег.№5					
Історія					
Повідомлен.					
Панель світн					
Стан зв'язу					
Техн. рап.					

Слот 29: X1F0 (496)	Слот 30: X1F0 (496)
шифр код знач № фр	шифр код знач № фр
1 GV22/1 0 0,000	1 GV22/1 0 0,000
2 GV22/2 0 0,000	2 LV29 0 0,000 8
3 GV22/3 0 0,000	3 GV85/1 0 0,000 15
4 GV22/4 0 0,000	4 LV1/1 0 0,000 3
5 GV22/5 0 0,000	5 Резерв
6 Резерв	6 Резерв
7 Резерв	7 Резерв
8 Резерв	8 Резерв

Слот 29: X1E0 (480)
шифр код знач № фр
1 LV93 0 0,000 8
2 LV29 0 0,000 8
3 GV85/1 0 0,000 15
4 LV1/1 0 0,000 3
5 Резерв
6 Резерв
7 Резерв
8 Резерв

Анал. мод.	Дискр. мод.	Мод. шасі 3
Квантіза	Пр-диспл	Табл. перерах.

Час	Параметр	Значення	Повідомлення
10:26:54 06/11/07	SKPTIN	Синхронізована з...	Стан обліку контролера з...
10:26:54 06/11/07	SKPTIN	Синхронізована з...	

Рис. 2.90. Мнемосхема стану технічних засобів для робочого місяця ВТН

Стан технічних засобів (шасі 1)

КСА-АС ГРБЗ | Ав. сигнал. | Регулювання операції

Улар.ансел.	Слот 1. Х020(0032)		Слот 2. Х030(0448)		Слот 3. Х040(064)		Слот 4. Х050(080)		Слот 5. Х060(096)										
	шифр	стан № фр	шифр	стан № фр	шифр	код знач № фр	шифр	код знач № фр	шифр	код знач № фр									
Гранулюв.	1	ТН103	0	2	1	Т48_4	0	0,00	2	1	Т103	0	0,00	2	1	Р101	0	0,000	1
Конд. пара	2	PL57	0	5	2	T49	0	0,00	1	2	T105/1	0	0,00	2	2	Р110	0	0,000	1
Аероз. очищ.	3	PL58	0	5	3	T50	0	0,00	3	3	T105/2	0	0,00	2	3	Р113	0	0,0000	2
Повітря КВП	4	PL59	0	5	4	T52	0	0,00	3	4	T106	0	0,00	1	4	Р114	0	0,000	2
Конвеєри	5	PL60	0	4	5	T100/1	0	0,00	1	5	T107	0	0,00	1	5	F68	0	0,0	3
Техніч. зас	6	PL61	0	3	6	T100/2	0	0,00	1	6	T108	0	0,00	2	6	F120	0	0,0	1
Потоц.лор	7	ГАН115 отр	0	2	7	T103а	0	0,00	2	7	T1346	0	0,00	4	7	Г100/36	0	0,0000	5
Гр. рег. №1	8	ГАН115 захр	0	2	8	T104	0	0,00	2	8	P51/1	0	0,00	2	8	L45/1	0	0,0	1
Гр. рег. №2	9	Гранул. 99	0	2	9	Вент. 93/1	0	2											
Гр. рег. №3	10	Вент.605/1	0	2	10	Вент. 93/2	0	2											
Історія	11	Вент.605/2	0	2	11	Резерв													
Повідомл.	12	Насос 614/1	0	4	12	Резерв													
Панель сигн	13	Насос 614/2	0	4	13	Резерв													
Стан зв'язку	14	Ск.ков. 201/1	0	6	14	Резерв													
	15	Ск.ков. 201/2	0	6	15	Резерв													
	16	Резерв			16	Резерв													

Слот 6. Х070(112)		Слот 7. Х080(128)							
шифр	код знач № фр	шифр	код знач протоп.№ фр						
1	L71	0	1700,0	1	PC110	0	0,00	0	1
2	L74	0	200,0	2	LC121	0	0,00	0	1
3	L75	0	0,0	3	LC122	0	0,00	0	1
4	L121	0	0,0	4	LC161	0	0,00	0	4
5	L122	0	0,0	1					
6	L160	0	200,0	2					
7	L161	0	200,0	4					
8	L162	0	0,00	2					

Кейтація	Таб.перерах	Пр.дисля	Шасі 2

Рис. 2.91. Мнемосхема технічних засобів для робочого місяця ГРБЗ

GRB3: режим сканування ПЗО - (Менюскена) | Команди системи | Перегляд | Інструменти

КСА-АС ГРБ4 | Ав. сигнал. | Стан технічних засобів | Регулювання Оператор

Унар. ампл.	Гранулов.	Конд. пари	Аероз. о.ч.	Повітря КВП	Конвеєри	Техн. засоби	Площ. попуш.	Гр. рег. №1	Гр. рег. №2	Гр. рег. №3	Історія	Повідомлення	Панель сигн	Стан зв'язку									
1	ТН1Д	0	2	1	Насос 20г/1	0	3	1	Т1Б	0	0,00	2	1	Т1/1д	0	0,00	2	1	Р6	0	0,000	3	
2	Р140	0	5	2	Насос 20г/2	0	3	2	Т1д	0	0,00	2	2	Т1п	0	0,00	1	2	Р22	0	0,000	3	
3	Р141	0	5	3	Насос 47г/1	0	4	3	Т1ж	0	0,00	4	3	Т2/1	0	0,00	1	3	Р40	0	0,000	2	
4	РН41	0	5	4	Насос 47г/2	0	4	4	Т1в	0	0,00	2	4	Т2/2	0	0,00	1	4	Р3	0	0,0	1	
5	Р139	0	4	5	Насос 43г/1	0	4	5	Т1и	0	0,00	1	5	Т7	0	0,00	3	5	Р4	0	0,0	3	
6	САНЗ відр.	0	2	6	Насос 43г/2	0	4	6	Т1с	0	0,00	2	6	Р1	0	0,000	1	6	Л1г	0	1000,0	1	
7	САНЗ закр.	0	2	7	Вент. 23г/1	0	2	7	Т1н	0	0,00	1	7	Р2г	0	0,000	2	7	Л2	0	210,0	1	
8	Вент.б/1	0	2	8	Вент. 23г/2	0	2	8	ТБ	0	0,00	3	8	Р2ж	0	0,000	1	8	Л3	0	350,0	1	
9	Вент. б/2	0	2	9	Вент. П1	0	8																
10	Гранул.8г	0	2	10	Вент. П2	0	8																
11	Насос 39г/1	0	3	11	Вент П3/1	0	8																
12	Насос 39г/2	0	3	12	Вент. П3/2	0	8																
13	Конв. 32	0	6	13	Вент. П4/1	0	8																
14	Конв. 33	0	6	14	Вент. П4/2	0	8																
15	Конв. 34	0	6	15	Вент. П5/1	0	8																
16	Конв. 35	0	6	16	Вент. П5/2	0	8																

Слот 1. Х020(032)		Слот 2. Х030(048)		Слот 3. Х010(064)		Слот 4. Х050(080)		Слот 5. Х060(096)		
шифр	стан № фр	шифр	стан № фр	шифр	знач № фр	шифр	знач № фр	шифр	знач № фр	
1	PC1	0	0,00	3	1	PC1	0	0,00	0	1
2	PC40	0	90,0	2	2	PC40	0	0,00	0	2
3	LC2	0	300,0	4	3	LC2	0	0,00	0	1
4	LC10	0	350,0	2	4	LC3	0	0,00	0	1
5	LC12	0	45,0	2	5	LC4	0	0,00	0	3
6	LC9	0	380,0	4	6	LC8	0	0,00	0	4
7	LC11	0	160,0	2	7	LC10	0	0,00	0	2
8	LC100/1г	0	0,00	5	8	Резерв				

Слот 6. Х070(112)		Слот 7. Х060(128)								
шифр	знач № фр	шифр	знач протор.№ фр							
1	L4	0	40,0	3	1	PC1	0	0,00	0	1
2	L5	0	90,0	2	2	PC40	0	0,00	0	2
3	L8	0	300,0	4	3	LC2	0	0,00	0	1
4	L10	0	350,0	2	4	LC3	0	0,00	0	1
5	L12	0	45,0	2	5	LC4	0	0,00	0	3
6	L9	0	380,0	4	6	LC8	0	0,00	0	4
7	L11	0	160,0	2	7	LC10	0	0,00	0	2
8	LC100/1г	0	0,00	5	8	Резерв				

Контая	Табл.перерах	Пр.диспл

Час	Параметр	Значення
10:26:54	Остання припинення з...	Повідомлення
06/11/07	СКРПМ	Стан об'єкту контролю з...
10-24-34	06/11/07	
	СКОТМ	

Рис. 2.92. Мнемосхема технічних засобів для робочого місця ГРБ4

За кожним дискретним модулем відображається:

- номер каналу підключення дискретного давача;
- ідентифікатор параметра або найменування;
- поточний стан параметра (0 або 1);
- номер фрагмента мнемосхеми, де відображається даний параметр.

За кожним аналоговим вхідним модулем відображається:

- номер каналу включення давача аналогового сигналу;
- ідентифікатор параметра;
- поточне значення параметра в кодах (0–12000);
- поточне значення параметра в технічних одиницях;
- кольорове кодування стану параметра;
- номер фрагмента мнемосхеми, де відображається даний параметр.

За кожним аналоговим вихідним модулем відображається:

- номер каналу включення перетворювача ПЕП-95;
- ідентифікатор параметра;
- поточне значення параметра в кодах (0–12000);
- поточне значення вихідного сигналу у відсотках;
- прапорець видачі струмового сигналу з вихідного модуля ПЗО:

1 — видавати, 0 — не видавати;

- кольорове кодування стану прапорця (**зелений** відповідає стану прапорця 1, **червоний** — 0);

- номер фрагмента мнемосхеми, де відображається контур регулювання Прапорець видачі струмового сигналу формується КСА автоматично в залежності від ознаки включення САР до опитування: якщо включений — 1, виключений — 0. Для налагодження систем контролю в складі фрагментів розроблена таблиця перерахунку «струм-код». Виклик даної таблиці здійснюється кнопкою **Табл. перерах.** з фрагмента мнемосхеми. Для отримання повної інформації про параметри КСА, до складу кожного параметра (аналогового, дискретного) розроблені оверлеї. Для надання інформації про стан зв'язку між контролерами та ПК, а також про стан технічних засобів контролера розроблені фрагменти мнемосхем «Стан зв'язку» за кожним робочим місцем. Для ПК робочого місця ГрБ3 фрагмент мнемосхеми показано на рис. 2.93, для ПК робочого місця ГрБ4 фрагмент має вигляд, показаний на рис. 2.94, а для ПК робочого місця ВТН — на рис. 2.95.

На ПК робочого місця МЗ (рис. 2.96) для відображення стану технічних засобів системи КСА (зв'язку ПК з контролерами, стану модулів контролерів тощо) розроблено фрагмент, на котрому відображається стан зв'язку ПК з контролерами всіх РМО, а також стан аналогових модулів контролерів системи. Лінії зв'язку ПК оператора й контролера, ПК майстра зміни і контролера відображаються **зеленим** кольором, якщо зв'язок є в

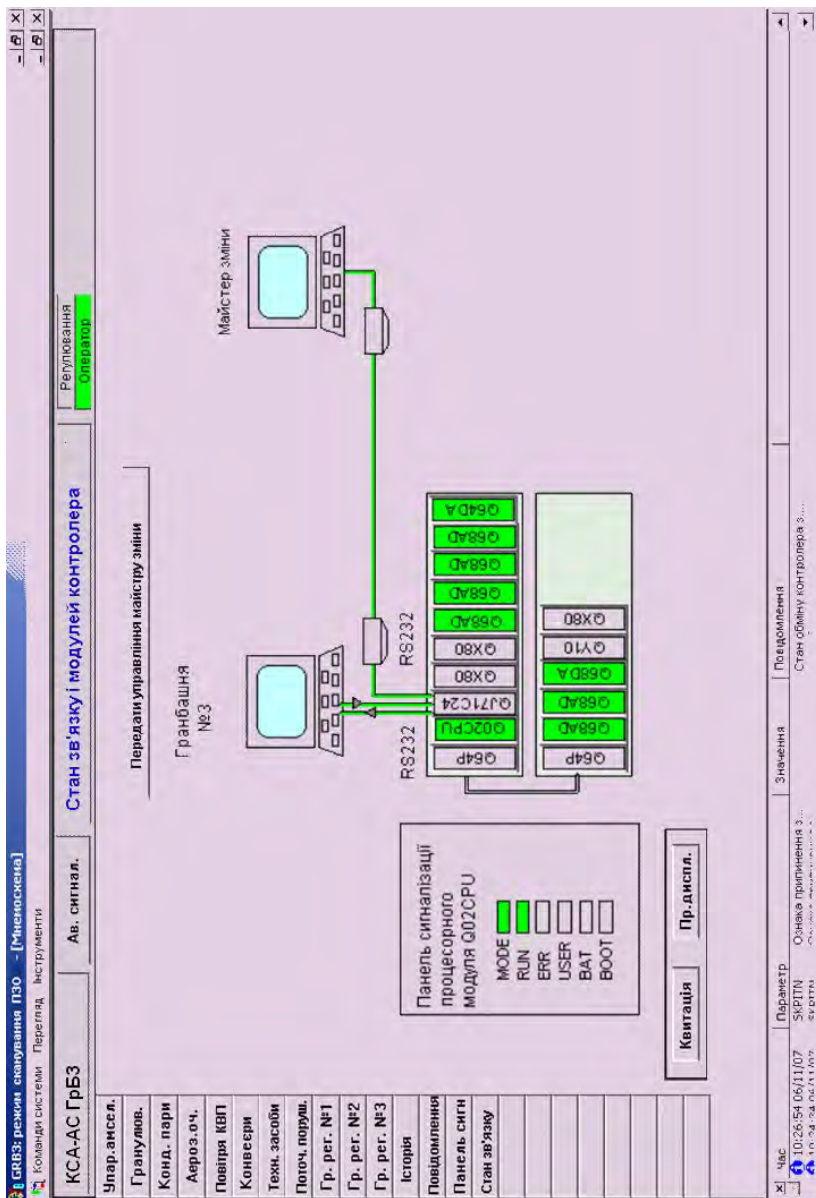


Рис. 2.93. Мнемосхема стану зв'язку та модулів контролера для робочого місця ГрБ3

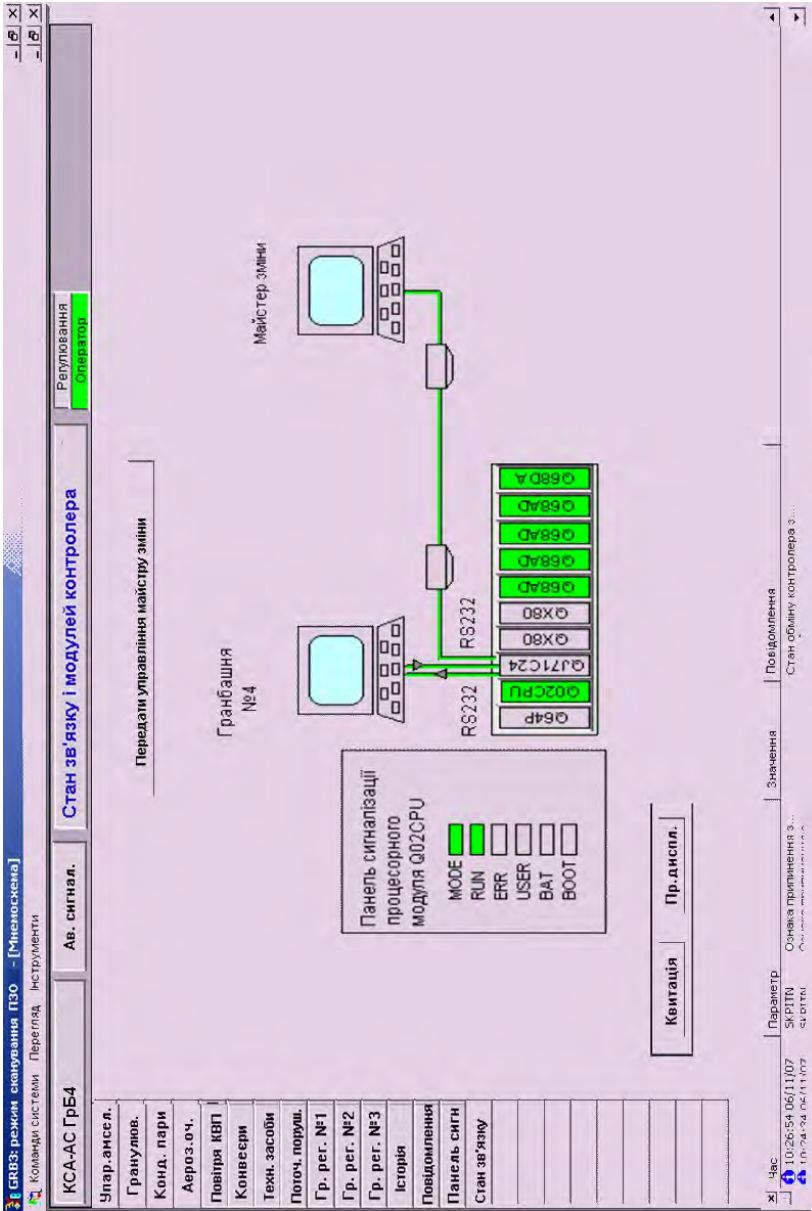


Рис. 2.94. Мнемосхема стану зв'язку та модулів контролера для робочого місяця ГрБ4

ВІП: режим оновлення ПЗО - [Мнемосхема]
 Команди системи Перегляд Інструменти

КСА-АС ВТН Ав. сигнал. Регульована Сепаратор

Стан технічних засобів (шасі 3)

Передачі управління майстру зміни

ВТН Майстер зміни

Панель сигналізації процесорного модуля Q02CPU

MOOE

RUN

ERR

USER

BAT

BOOT

Контатція Пр.диспл.

Підтрів
 Нейтраліз.
 Сепаратор
 Донеитр.
 Конценс.
 Доупларов.
 Розгонка
 Магн. вит.
 Зб. конден.
 Рез. схов.
 Повітря ВП
 Конц. NH3
 Конвертери
 Усерод. еміс
 Техн. засоби
 Сх.блочув.
 Плочеч. поруш
 Гр.-рег. №1
 Гр.-рег. №2
 Гр.-рег. №3
 Гр.-рег. №4
 Гр.-рег. №5
 Історія
 Повідомлен.
 Панель сигн
 Стан зв'язку
 Техн. rap.

Параметр Значення Повідомлення
 Ознака припинення з...
 Стан сфайлу контролера з...
 СКРПН
 СКРПМ
 СКРПН
 СКРПМ

Час 10:26:54 06/11/07
 10:24:34 06/11/07

Рис. 2.95. Мнемосхема стану зв'язку та модулів контролера для робочого місяця ВТН

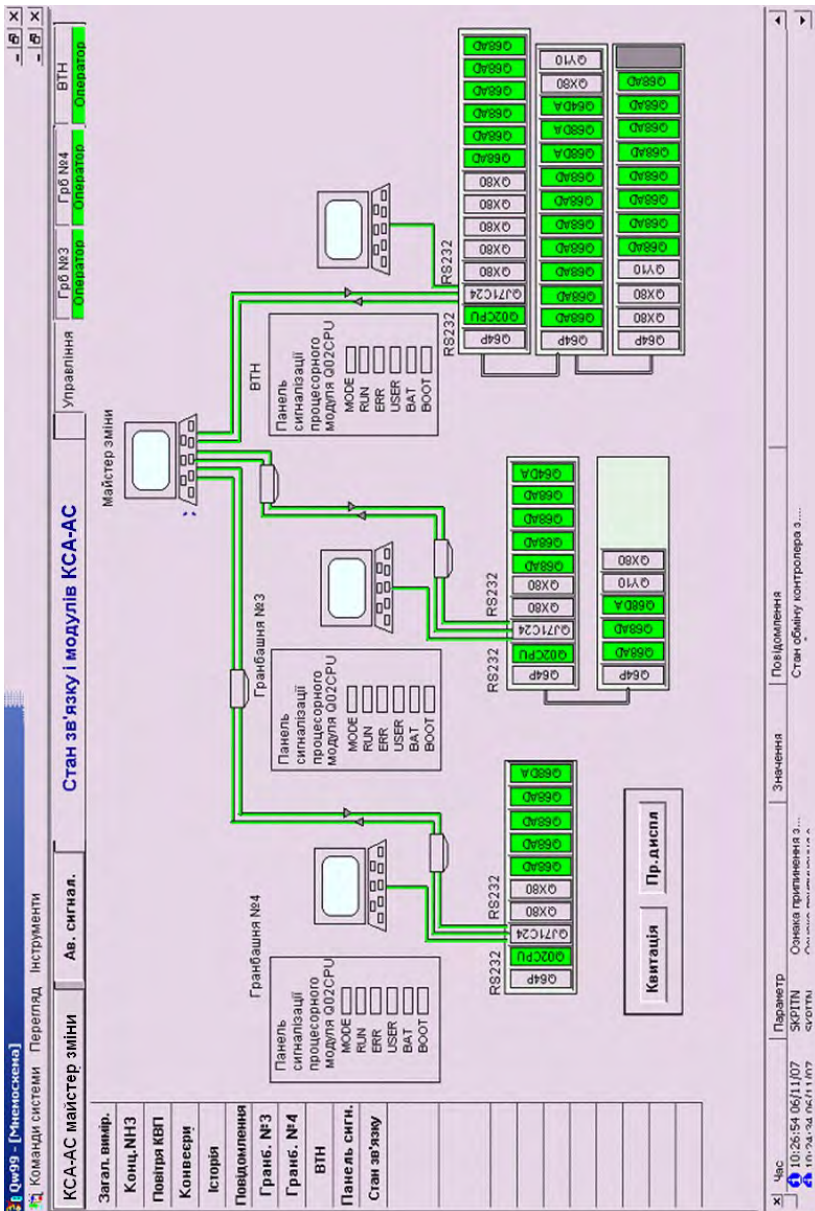


Рис. 2.96. Мнемосхема стану зв'язку та модулів для робочого місця М3

нормі, і **темно-бузковим** кольором, якщо зв'язок відсутній. Прямокутник, що відповідає модулю процесора контролера (Q02CPU), відображається таким кольором:

- **зелений** — процесор працездатний;
- **червоний** — процесор в режимі STOP;
- **жовтий** — помилка процесора;
- **білий** — немає інтерфейсного зв'язку.

Прямокутники, що відповідають аналоговим модулям системи (Q68AD, Q68DA і Q64DA) відображаються такими кольорами:

- **зелений** — модулі працездатні;
- **жовтий** — виявлена помилка модуля;
- **червоний** — відмова модуля (при відсутності сигналу READY на модулі);

- **білий** — зв'язок з контролером відсутній або процесор контролера в режимі STOP, тому визначити стан модуля нема можливості.

На фрагменті ПК оператора технологічної стадії опція «Стан зв'язку» відображає стан зв'язку контролера даного робочого місця з ПК оператора та майстра зміни, а також стан модулів контролера. Стан зв'язку ПК оператора з контролером визначається за наявністю зв'язку OPC сервера з інтерфейсним модулем контролера.

Можлива ситуація, коли є зв'язок з контролером, але процесор контролера знаходиться у режимі STOP. У цьому разі на весь екран видається фрагмент з повідомленням про перехід контролера на режим STOP і з відповідної дисплейної лінійки, що виключає можливість перейти на інший фрагмент. У разі переходу контролера на режим RUN на екран автоматично виводиться фрагмент «Стан зв'язку». Стан зв'язку між ПК майстра зміни і контролером визначається за змінною D1. Якщо змінна змінюється, то лінія зв'язку забарвлена в **зелений** колір. Якщо змінна на протязі 40 циклів не змінюється, то лінія зв'язку забарвлюється в **темно-бузковий** колір. Це означає, що зв'язку нема. Стан зв'язку ПК майстра зміни з контролерами визначається за наявністю зв'язку OPC сервера з інтерфейсними модулями контролерів. Якщо зв'язок з контролером є, а процесор контролера знаходиться у режимі STOP, то на екран видається фрагмент з повідомленням про перехід контролера робочого місця на режим STOP. При цьому дисплейна лінійка зберігається. Стан зв'язку між ПК оператора та контролером визначається за змінною D0. Якщо змінна змінюється, то лінія зв'язку забарвлена в **зелений** колір; якщо змінна на протязі 40 циклів не змінюється, а лінія зв'язку забарвлюється в **темно-бузковий** колір, то зв'язку нема. Для визначення коду помилки необхідно натиснути ЛКМ на відповідному прямокутнику. При цьому відкривається вікно, в якому відображається код помилки, описання помилки та

рекомендації щодо даної помилки. Перелік помилок, що формуються системою самодіагностики за аналоговими вхідними модулями, приведений в табл. 2.2, а за аналоговими вихідними модулями в табл. 2.3. Перелік помилок, що формуються системою самодіагностики за процесорним модулем контролера приведений в табл. 2.4. Для визначення коду помилки необхідно натиснути ЛКМ по прямокутнику. При цьому відкривається вікно, у котрому відображається код помилки та зіслання на документ, який містить перелік можливих помилок.

Таблиця 2.2

Перелік помилок, що формуються за аналоговими вхідними модулями

Код помилки	Тип помилки	Дії щодо помилки
0	Модуль в нормі	
1	Помилка модуля. Нема сигналу готовності модуля	Перевірити працездатність модуля
2	Стан не визначено. Нема зв'язку	Відновити зв'язок з контролером
101÷108	Помилка діапазону вхідного сигналу каналу 1÷8 (4÷20 мА)	Установити діапазон вхідного сигналу через GX IEC Developer
111	Помилка модуля при запуску	Виключити живлення і знову включити. Якщо помилка повториться, то модуль може бути несправни
201÷208	Помилка часу усереднення каналу 1÷8	Установити час усереднення в межах 2÷5000 мс
301÷308	Помилка кількості циклів усереднення каналу 1÷8	Установити кількість циклів усереднення в межах 4÷62500 разів

Таблиця 2.3

Помилки, котрі формуються за аналоговими вихідними модулями

Код помилки	Тип помилки	Дії щодо помилки
0	Модуль в нормі	
1	Помилка модуля. Нема сигналу готовності модуля	Перевірити працездатність модуля
2	Стан не визначено. Нема зв'язку з контролером або ЦПУ в режимі STOP	Відновити зв'язок з контролером
101÷108	Помилка діапазону вихідного сигналу каналу 1÷8 (4÷20 мА)	Установити діапазон вихідного сигналу через GX IEC Developer
111	Помилка модуля при запуску	Виключити живлення і знову включити
601÷608	Помилка уведеної величини для каналу 1÷8	Увести значення в межах діапазону

Перелік помилок, які формуються системою за процесорним модулем контролера

Код помилки	Тип помилка	Дії щодо помилки
0	Контролер в нормі	
1	Процесор контролера в режимі STOP	Документ Melsec Q series Programming Manual (Common instruction) Q an
2	Стан не визначено. Нема зв'язку	Відновити зв'язок з контролером
XXXX	Помилка контролера	Документ Melsec Q series Programming Manual (Common instruction) Q an

На фрагменті «Стан зв'язку» панелі сигналізації процесорного модуля показані індикатори, що характеризують стан процесорного модуля контролера. При нормальній роботі процесорного модуля колір індикаторів RUN і MODE **зелений**, колір інших індикаторів є **сірим**. Невідповідність кольору індикаторів нормі говорить про порушення в роботі процесора. Можливі такі ситуації:

- якщо контролер відключений, то всі індикатори відображаються **сірим** кольором;
- якщо процесорний модуль перейшов на режим STOP, то колір індикатора RUN **сірий**;
- якщо в процесорі виникли помилки, то колір індикатора ERR **зелений** або **червоний** миготливий;
- якщо батарейка контролера вичерпала свій ресурс, то колір індикатора BAT є **зелений**.

2.12. Обслуговування системи контролю

Перелік і структура вимірювальних каналів. Інформаційна частина КСА містить технологічні параметри, значення яких передаються по вимірювальних каналах (ВК). Структура ВК являє собою сукупність первинного давача, вимірювального перетворювача, лінії зв'язку (ЛЗ), контролера і ПК.

Відмова систем контролю аналогової інформації. У разі отримання інформації про відмову або неправильну роботу тої чи іншої системи контролю, необхідно викликати фрагмент стану технічних засобів

(«Техніч. засоби») та упевнитися за величиною коду про характер відмови (тобто чи значення параметра вийшло за «min» або «max»). За показаннями вторинного приладу визначити необхідність вимірювання величини струму до і після заміни ПЗО, установити відповідність величини струму та коду, використовуючи таблицю перерахунку «струм–код» (рис. 2.97).

Установлену причину відмови системи усунути, впевнитися за показаннями вторинного приладу та комп'ютера, що система контролю увійшла в нормальну роботу. У температурних колах (у разі відмови) потрібно виконати аналогічні перевірки, тобто проконтролювати величину струму перед ПЗО, порівняти її з величиною коду і показаннями вторинного приладу. У разі наявності порушень знайти причину відмови. Якщо відповідність між показаннями результатів вимірювань не порушена, то потрібно виміряти величину термоопору і порівняти з величиною струму після перетворювача. Проведений аналіз дозволить визначити причину відмови. Періодично, приблизно один раз на квартал, необхідно виконувати порівняння показань величин параметрів на комп'ютері і вторинних приладах. При наявності неузгодженості більше допустимої похибки потрібно знайти та усунути причину або відкорегувати коефіцієнти.

Відмова систем контролю дискретної інформації. Аналіз технічного стану систем дискретної інформації можна виконати за відповідністю реального стану обладнання, величини контролюючих параметрів та їх кольорового відображення на технологічних фрагментах і мнемосхемах стану дискретної інформації. Наприклад, реально насос зупинено або ВО закотився, а колір символів цього обладнання не змінився. У випадку виявлення такої невідповідності необхідно за фрагментом стану дискретних входів уточнити установлену ознаку стану даного дискретного сигналу (тобто «0» або «1»). Якщо ця ознака не відповідає реальному стану об'єкта (у нашому випадку стану насоса), то необхідно виміряти величину напруги на вході ПЗО. Якщо величина напруги не відповідає прийнятому кодуванню (див. фрагмент технологічного стану дискретних сигналів), то це свідчить про відмову модуля ПЗО. Якщо прийняте кодування відповідає прийнятому кодуванню (тобто коли є напруга $U = 24 \text{ V}$ і на фрагменті «1» вона має місце), то це свідчить про відмову в колах формування дискретного сигналу, тобто по деякій причині не спрацьовують потрібні реле. Реалізація САР виконана на базі ПТК з автономним резервуванням ручним задавачем повторювачів МТМ103.01, який забезпечує:

- відстежування вихідного сигналу з ПТК із заданою затримкою в часі, в режимі управління ВО від ПТК;
- автоматичне переведення управління виконавчими пристроями від ПТК на задавач за командою «Аварія» від ПТК.

ІІІ: режим сканування ПЗО - [Мініюскена]
 Команди системи Перегляд Інструменти

КСА-АС ВТН Ав. сигнал.

Стан технічних засобів (ан. вх. модулі)

Регулювання оператора

Підгрів	Слот 6: Х070 (112)	Слот 7: Х080 (128)	Слот 8: Х090 (144)	Слот 9: Х100 (160)	Слот 10: Х110 (176)
	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр
1	T65A 0 0,00 2	1 T11 0 0,00 2	1 T132 0 0,00 6	1 T371 0 0,00 7	1 T100 0 0,00 6
2	T652 0 -0,00 2	2 T21 0 0,00 2	2 T162 0 0,00 6	2 T372 0 0,00 7	2 T13 0 0,00 6
3	T653 0 0,00 2	3 T11 0 0,00 2	3 T133 0 0,00 6	3 T373 0 0,00 7	3 T481 0 0,00 7
4	T654 0 0,00 2	4 T11 0 0,00 2	4 T163 0 0,00 6	4 T102 0 -50,00 1	4 T482 0 0,00 7
5	T655 0 -0,00 2	5 T11 0 0,00 2	5 T134 0 0,00 6	5 T641 0 50,00 2	5 T483 0 0,00 7
6	T135 0 0,00 6	6 T2 0 -30,00 1	6 T164 0 0,00 6	6 T656 0 0,00 15	6 P62 0 0,00 1
7	T131 0 0,00 6	7 P2 0 0,00 2	7 T165 0 0,00 6	7 T108 0 0,00 2	7 P64 0 0,00 2
8	T161 0 0,00 6	8 T136 0 0,00 6	8 T19 0 0,00 1	8 T166 0 0,00 6	8 P17 0 0,00 2

36. конден	Слот 12: Х050 (240)	Слот 13: Х060 (240)	Слот 14: Х070 (240)	Слот 15: Х100 (256)
	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр
1	P671 0 0,000 12	1 F63 0 0,0 2	1 F56 0 0,0 7	1 L141 0 200,0 10
2	P672 0 0,000 12	2 F201 0 0,0 2	2 F31 0 0,0 3	2 L142 0 200,0 10
3	резерв	3 F41 0 0,000 2	3 F202 0 0,0 2	3 F49 0 0,0 15
4	P41 0 0,000 6	4 F51 0 0,000 2	4 F203 0 0,0 2	4 F64 0 0,0 15
5	P50 0 0,000 7	5 F18-1 0 0,0 1	5 F204 0 0,0 2	5 L23 0 0,0 15
6	P51 0 0,000 7	6 F18-2 0 0,0 1	6 F205 0 0,0 2	6 L26 0 0,0 2
7	P55 0 0,000 7	7 F18-3 0 0,0 1	7 F22 0 -50,0 4	7 L11 0 0,0 4
8	P11 0 40,000 2	8 F18 0 0,0 2	8 F35 0 0,0 15	8 L32 0 0,0 5

Гр.рег.№1	Слот 16: Х130 (384)	Слот 17: Х130 (384)	Слот 18: Х130 (384)
	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр
1	L47 0 200,0 8	1 G34 0 27,00 15	1 L251 0 300,0 1
2	L33 0 100,0 8	2 L403 0 0,0 9	2 L252 0 300,0 1
3	L29 0 500,0 8	3 L404 0 0,0 9	3 L85 0 500,0 15
4	L39 0 300,0 9	4 L405 0 0,0 9	4 G68 0 0,00 8
5	G7 0 0,000 15	5 L406 0 1500,0 9	5 F2 0 0,0 2
6	G1001 0 0,000 13	6 L407 0 500,0 9	6 G851 0 0,0 15
7	G1002 0 0,000 13	7 F400 0 0,000 9	7 G852 0 2,0 15
8	G1003 0 0,000 13	8 F400 0 0,0 9	8 F85 0 0,0 15

Гр.рег.№2	Слот 19: Х100 (256)	Слот 20: Х100 (256)	Слот 21: Х100 (256)
	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр
1	L47 0 200,0 8	1 G34 0 27,00 15	1 L251 0 300,0 1
2	L33 0 100,0 8	2 L403 0 0,0 9	2 L252 0 300,0 1
3	L29 0 500,0 8	3 L404 0 0,0 9	3 L85 0 500,0 15
4	L39 0 300,0 9	4 L405 0 0,0 9	4 G68 0 0,00 8
5	G7 0 0,000 15	5 L406 0 1500,0 9	5 F2 0 0,0 2
6	G1001 0 0,000 13	6 L407 0 500,0 9	6 G851 0 0,0 15
7	G1002 0 0,000 13	7 F400 0 0,000 9	7 G852 0 2,0 15
8	G1003 0 0,000 13	8 F400 0 0,0 9	8 F85 0 0,0 15

Техн. rap.	Слот 22: Х100 (256)	Слот 23: Х100 (256)	Слот 24: Х100 (256)
	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр	шифр код значч № фр
1	L47 0 200,0 8	1 G34 0 27,00 15	1 L251 0 300,0 1
2	L33 0 100,0 8	2 L403 0 0,0 9	2 L252 0 300,0 1
3	L29 0 500,0 8	3 L404 0 0,0 9	3 L85 0 500,0 15
4	L39 0 300,0 9	4 L405 0 0,0 9	4 G68 0 0,00 8
5	G7 0 0,000 15	5 L406 0 1500,0 9	5 F2 0 0,0 2
6	G1001 0 0,000 13	6 L407 0 500,0 9	6 G851 0 0,0 15
7	G1002 0 0,000 13	7 F400 0 0,000 9	7 G852 0 2,0 15
8	G1003 0 0,000 13	8 F400 0 0,0 9	8 F85 0 0,0 15

МА

Код

750

5,0

1500

6,0

2250

7,0

3000

8,0

3750

9,0

4500

10,0

5250

11,0

6000

12,0

6750

13,0

7500

14,0

8250

15,0

9000

16,0

9750

17,0

10500

18,0

11250

19,0

12000

Иод. шасі 3


Табл.перерак.

ХІ час	Параметр	Значення	Повідомлення
10:26:54 06/11/07	СКРТН	Онака припинена 3...	
10:24:54 06/11/07	СКРТМ	Стан об'єкту контролера 3...	

Рис. 2.97. Вікно виклику таблиці перерахунку «струм-код»

2.13. Налаштування систем регулювання

Налаштування, тобто зміна параметрів регулятора, виконується за допомогою програми ініціалізації та корегування паспортів. При прийнятті рішення щодо зміни налаштувань регулятора для покращення якості регулювання необхідно викликати паспорт вибраного регулятора (на вкладці «Один RG» ввести номер регулятора в поле «Номер паспорта») і, змінюючи налаштування регулятора, добитися заданої якості регулювання. Налаштування регулятора потрібно виконувати за груповим трендом, який входить до детального фрагменту паспорта регулятора програмного забезпечення верхнього рівня. Налаштування розглянемо на прикладі САР температури газоподібного аміаку на виході випарювача 26 (ТС19). Для цього необхідно:

- викликати фрагмент мнемосхеми «Підігрів» (рис. 2.98);
- підвести курсор мишки до значення ВО параметра ТС19. При цьому з'являється символ руки  ;
- натиснути ЛКМ. При цьому на фрагменті з'являється оверлей контура регулювання ТС19.

Щоби викликати паспорт регулятора необхідно ввести пароль обслуговуючого персоналу. Після введення паролю з оверлею ТС19 викликати детальний фрагмент паспорта натискуванням кнопки «Паспорт» (рис. 2.99). На фрагменті мнемосхеми паспорта контура контролю Т19 викликати паспорт регулятора натискуванням кнопки «Регулятор». Таким чином, викликається екран перегляду налаштувань регулятора (рис. 2.100).

На цьому екрані надається паспорт коефіцієнтів налаштувань регулятора, оверлей регулятора, тренд регулятора, кнопки введення, тобто вся інформація, яка необхідна для моніторингу роботи регулятора.

Для зміни будь-якого параметра в паспорті регулятора необхідно:

- запустити програму ініціалізації та корегування паспортів;
- відкрити закладку «Один RG»; ввести логічний номер станції, що відповідає потрібному контролеру КСА у полі «Логічний номер станції», ввести номер регулятора в поле «Номер паспорта» і виконати читання поточних значень полів паспорта з контролера, натиснувши кнопку «Читання одного паспорта регулятора»;
- у поле відповідного параметра, в таблиці «База даних» (нижня частина вікна), ввести нове значення за допомогою клавіатури;
- записати зміни в контролер, натиснувши кнопку «Запис одного паспорта регулятора».

Налаштування регулятора можна контролювати за груповим трендом, який викликається з оверлею САР (рис. 2.101). Для цього необхідно

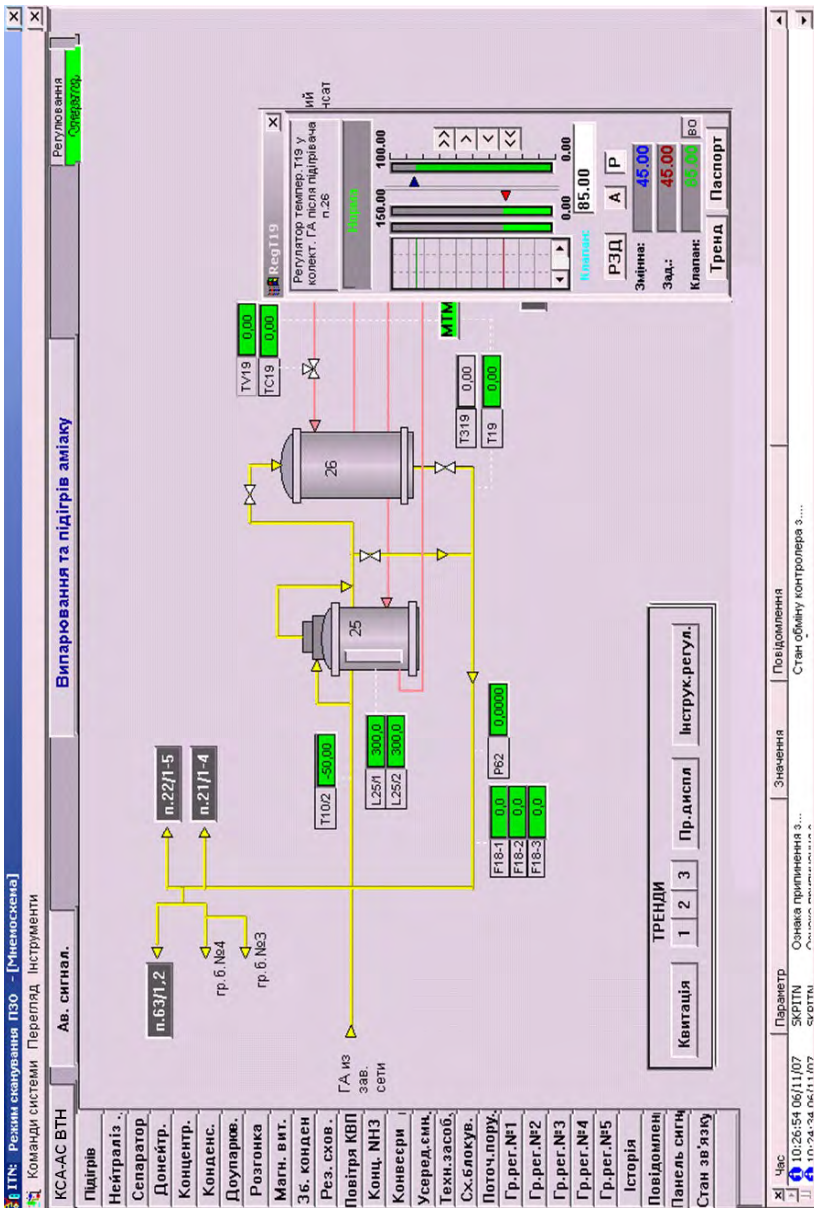


Рис. 2.98. Вікно виклику оверлея регулятора температури

ГЛС-сервіс: сканування ЛБО [Паспорт аналогового контура]

Командо системи: Перегляд Інструменти

11:49 11:50

Резюме налагодж.: 0

Випередив виступок: 1.00e+038

Спосіб фільтрації: 2.00

Розташування об'єкта: 24

Період (сек): 0.00000

Кількість каналів усередн.: 3

Використана фільтрація: 1

Підприємство: 0.00000

Вікна механ. доступності: -2.39

Кількість дискрет в каналі: 0

Стану 1-го Д. Вкл.: 0

Стану 2-го Д. Вкл.: 0

Навів. вимір. Б.к.: 1

Тип сигналу: 0

Адреса вводу: 24

Тип параметра: 0

Мінімум вказів: 0.00000

Максимум вказів: 150.00

Розрах. поточного: 0

Додатк. перета.: 0

Мас. АС: 1.00e+038

Мен. АС: -1.00e+038

Повт. за Макс. АС: 0

Повт. за Мен. АС: 0

Повт. за Макс.: 0

Повт. за Мен.: 0

Мас. ТС: -1.00e+038

Повт. за Макс. ТС: 0

Повт. за Мен. ТС: 0

Мас. вварт. маніт: 150.000

Повт. за вварт.: 0

Адреса сигнал.: 144

Є регулювання: 1

Варіант р. доп.: 102.39

Контролер: 1

Вид: Модаль: 0

Вид: Модаль: 19

Канал: 0

Канал: 1

Відомості

Номер Параметра: 74

Шифр: ПЛС 119

Три в одному (для параметрів ЛБО): 75

Одиниця вимірювання: 76

Значення усереднене: 76.00

Значення в кодс: 6680.00

Значення миттєве: 76.00

Заданіє: 76.00

Вклад: 49.33

Стат: Нормал

Синхронізували БД ПК і контролера

Запис паспорту в контролер

Параметри (ПН_СР_УТ19): Вклад контура рег. три в колектор ГА після під'єдн. п.26 [26.07.2012 11:50:25]

Для виласку даних, натисніть F1

Вид / Регулятор /

Рис. 2.99. Вікно паспорту регулятора

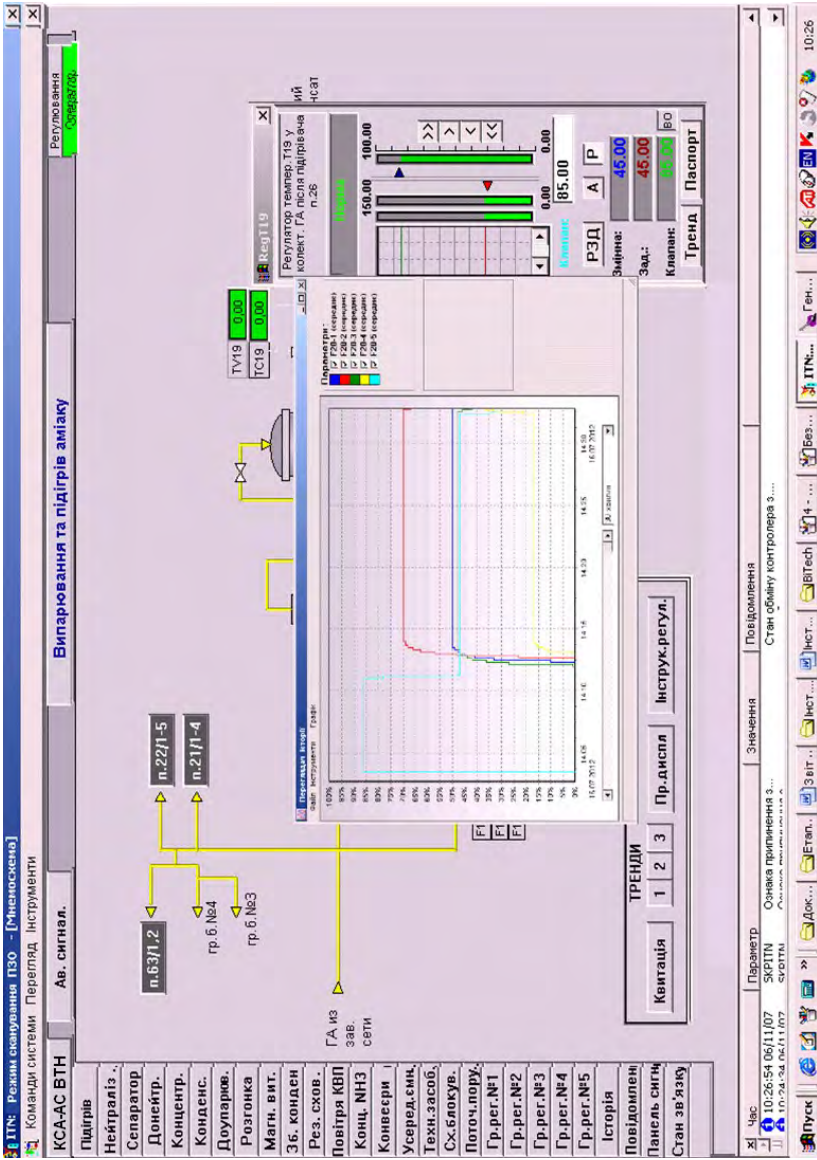





Рис. 2.101. Вікно налагодження регулятора за груповим трендом

підвести курсор мишки до кнопки «Тренд» на нижній лінійці оверлею та натиснути ЛКМ. Налаштування регулятора можна контролювати за груповим трендом історії за поточну добу, який розроблено для кожної САР.

Для цього необхідно:

- підвести курсор мишки до значення змінної регулятора і натиснути ЛКМ;

- на вікні групового тренда історії за поточну добу можна уточнити необхідний інтервал часу огляду і натиснути кнопкою на потрібному інтервалі часу в списку часу.

Момент часу надається тренду історії і вибирається кнопками ,  або переміщенням кнопки .

2.14. Відмова системи регулювання

Відмова САР пов'язана з таким:

- відмовою задавача-повторювача МТМ103.01;

- відмовою вихідного кола від ПТК до ПЕП-95.

Відмова задавача МТМ103.01 визначається візуально зовнішнім оглядом або автоматично задачею діагностики стану задавача, що вирішується на рівні ПТК з видачею повідомлення про його відмову. Дана функція реалізується при прийнятті рішення щодо уведення в ПТК сигналу з МТМ103.01. При нормальній роботі МТМ103.01 на цифрових індикаторах його передньої панелі повинні засвітитися: цифрові показання, котрі відповідають значенню вихідного сигналу на ВО від ПТК, світлодіод «Р» на передній панелі не світиться і його цифрові показники повинні повторювати вихід з ПТК. У разі обриву вихідного кола або кола від аналогового вихідного модуля до МТМ103.01 на цифрових індикаторах передньої панелі МТМ103.01 висвічуються риси при відсутності напруги живлення МТМ103.01 або його несправності; його цифрові індикатори та світлодіод на передній панелі не світяться. При виявленні відмови МТМ103.01 необхідно знайти причину відмови та усунути її; при несправності самого МТМ103.01 замінити його.

2.15. Методика виконання перевірки системи регулювання

Перевірка виконується після зупинки цеху на капітальний ремонт або при відмові САР. За вибраною САР необхідно:

- підключити манометр до виходу відповідного перетворювача ПЕП-95 для контролю пневмосигналу на клапан і подати на нього пневмота електроживлення;

- перевірити ручне управління ВО від задавача МТМ103.01. Для цього потрібно виконати наступне:

-- перевести тумблер режиму роботи задавача МТМ103.01 у верхнє положення «МТМ 103»;

-- кнопками «більше» або «менше» МТМ103.01 установити сигнал на виході 50%. При цьому манометр має показувати тиск, який дорівнює 0,06 МПа. У протилежному разі, потрібно знайти причину несправності або налагодити перетворювач ПЕП-95, якщо сигнал не відповідає 0,06 МПа;

- кнопками «більше» або «менше» МТМ103.01 змінити вихід задавача від 0 до 100% і навпаки; при цьому сигнал на манометрі має змінитися від 0,02 до 0,1 МПа і навпаки. Впевнитися, що управління від ручного задавача виконується правильно.

Перевірити ручне управління ВО від ПТК і безударність переходу з задавача МТМ103.01. Для чого необхідно:

- кнопками «більше» або «менше» МТМ103.01 установити сигнал на виході 50%. При цьому манометр має показувати тиск, який дорівнює 0,06 МПа;

- викликати відповідний фрагмент мнемосхеми та оверлей САР. Упевнитися, що регулятор знаходиться на ручному режимі управління, тобто «Р». Якщо ні, то потрібно натиснути кнопку «Р»;

- кнопками «більше» або «менше» на оверлею установити значення виходу, яке дорівнює виходу з задавача, тобто 50% і перевести тумблер режиму роботи МТМ103.01 у нижнє положення «ПТК». Упевнитися, що переведення виконано безударно за значенням сигналу, який контролюється манометром. Значення сигналу повинно відповідати 0,06 МПа;

- упевнитися, що значення величини задання дорівнює значенню величини змінної;

- з оверлею, використовуючи один з 4-х способів зміни положення ВО, змінити вихід від 0 до 100% і навпаки. При цьому сигнал на манометрі має змінитися від 0,02 до 0,1 МПа і навпаки. При цьому впевнитися:

-- за цифровим індикатором задавача, що він відстежує вихідний сигнал з ПТК з заданою затримкою часу; у протилежному разі замінити задавач;

-- що управління від ПТК виконується правильно; у протилежному разі, потрібно знайти причину несправності, усунути її та повторити ці дії.

Перевірити управління ВО в автоматичному режимі роботи та відстежування вихідного сигналу з ПТК задавачем, для чого потрібно:

- викликати паспорт САР та уточнити налагодження регулятора; при невідповідності, змінити їх;

- на оверлеї установити значення виходу, яке дорівнює 50%. Перевести регулятор в положення «А» і впевнитися, що значення виходу не змінилося, тобто відповідає 50%, а на манометрі 0,06 МПа;

- змінити задання на 5 % і фіксувати, як і в яку сторону змінюється значення виходу. Дана операція дозволяє оцінити правильність установки типу регулятора, а саме: «прямий» (якщо змінна зростає і вихід зростає або навпаки, якщо змінна спадає і вихід спадає) або «зворотний» (якщо змінна зростає, а вихід спадає або навпаки).

Якщо тип регулятора (прямий/зворотний) не відповідає заданому значенню, то необхідно в початкових даних регулятора змінити тип регулятора і знову перевірити правильність зміни виходу. Виконати перевірку сигналізації роботи регулятора при порушеннях.

Перевірка переходу регулятора на режим утримування (перевірка даного режиму виконується тільки при роботі регулятора в режимі «А»). Для цього потрібно:

- вимкнути напругу живлення на відповідному перетворювачі ПЕП-2;
- проконтролювати сигналізацію у разі відмови давача «змінної». При відмові давача регулятор має перейти на режим «Утримування». Впевнитися, що:

- видається звуковий сигнал;
- вихід регулятора не змінюється;
- індикатор режиму роботи регулятора на мнемосхемі змінює колір на **червоний**;

- на оверлеї та рядку повідомлень вказується повідомлення про перехід регулятора на режим утримування;

- змінюючи задання регулятору, впевнитися, що регулятором воно не відпрацьовується; у протилежному разі, знайти причину, усунути її і повторити дані дії;

- подати напругу живлення на ПЕП-2; перевести САР на режим «А» і змінити задання, впевнитися, що регулятор його відпрацьовує нормально.

Перевірка формування порушення за перевищенням максимальної величини неузгодженості. Для чого потрібно:

- одним з чотирьох способів змінити величину задання, при котрому величина неузгодженості поміж змінною та заданням перевищує максимально допустиме значення;

- упевнитися, що при цьому порушенні:

- видається звуковий сигнал;

- індикатор режиму роботи змінює колір на **жовтий**;

-- видається відповідне повідомлення на оверлей.

У противному разі знайти причину збійної ситуації, усунути її та повторити дії.

Перевірка формування порушення за обмеженням вихідного сигналу регулятора на максимальну або мінімальну величину. Для цього потрібно:

- викликати паспорт регулятора та уточнити максимальну і мінімальну величину обмеження вихідного сигналу;

- установити величину задання, при якій вихідний сигнал вийшов би на обмеження за максимальним значенням;

- упевнитися, що при порушенні:

-- звучить звуковий сигнал;

-- індикатор режиму роботи змінює колір на **жовтий**;

-- спливає відповідне повідомлення на оверлей.

- змінюючи величину задання в тому ж напрямку, впевнитися, що вихідний сигнал не змінюється, тобто він є обмеженим.

У противному разі знайти причину збійної ситуації, усунути її та повторити вказані дії. Аналогічно виконати дії при обмеженні вихідного сигналу за мінімальним значенням неузгодженості.

Перевірка безударного переведення САР з управління ВО від ПТК на управління від задавача МТМ103.01. Упевнитися в правильності роботи САР у режимі «А». Знову перейти в положення «Р» і за допомогою кнопок управління оверлея установити значення виходу, яке дорівнює 50%. Перевести тумблер режиму роботи задавача МТМ103.01 у верхнє положення. При цьому сигнал на манометрі не мусить змінитися, тобто має показувати 0,06 МПа, на цифровому індикаторі задавача — 50%. У противному разі, потрібно знайти причину несправності, усунути її та повторити дані дії.

Перевірка процесу безударного автоматичного переведення САР управління ВО від ПТК на управління від задавача МТМ103.01 за командою «АВАРІЯ». Дана перевірка виконується при наявності вихідного дискретного модуля ПЗО контролера, тобто реалізації функції автоматичного переходу управління ВО від ПТК на управління від задавача МТМ103.01 за командою «АВАРІЯ», яка формується ПТК. Перевірка виконується через Developer 6.10 (рис. 2.102) скиданням на «0» сигналу готовності аналогового вихідного модуля, шляхом зміни «Адреси READY» даного вихідного модуля, записаного в паспорті регулятора, та введенням відповідної додаткової змінної Xi0 для реалізації функції перевірки. Для установлення режиму управління ВО від ПТК потрібно перевести тумблер режиму роботи задавача МТМ103.01 у нижнє положення «ПТК». Увійти на режим «Адміністратор». Запустити до роботи програмний проєкт контролера даного робочого місця, наприклад, ВТН (рис. 2.103).




Рис. 2.102. Вікно програмного проекту контролера



Рис. 2.103. Вікно програмного проекту на робочому місці ВТН

Для цього потрібно:

- 1) підвести курсор до ярлика  і натиснути ЛКМ; після чого натиснути клавішу «Enter» (або швидко двічі натиснути ЛКМ);
- 2) натиснути кнопку «OK»; при цьому з'являється нове вікно, в якому потрібно підвести курсор мишки до кнопки «Project» у верхньому меню і натиснути ЛКМ, після чого у відкритому меню вибрати і натиснути кнопку «Open»;
- 3) у верхньому рядку відкритого вікна установити/задати шлях доступу до папки з потрібним програмним Проектом. У зв'язку з тим, що вихідні дискретні модулі на даний момент є відсутніми в складі контролерів на робочому місці ГрБЗ і ГрБ4, то потрібно створити програмний Проект на робочому місці ВТН, у результаті чого верхня частина цього вікна буде мати вигляд, показаний на рис. 2.103. Після цього натиснути кнопку «Open»;
- 4) після появи нового вікна підвести курсор мишки до кнопки «Online» у верхньому меню і натиснути ЛКМ. При цьому з'явиться меню

(показане на рис. 2.104), на котрому потрібно підвести курсор мишки до опції «Entry Data Monitor» і натиснути ЛКМ.

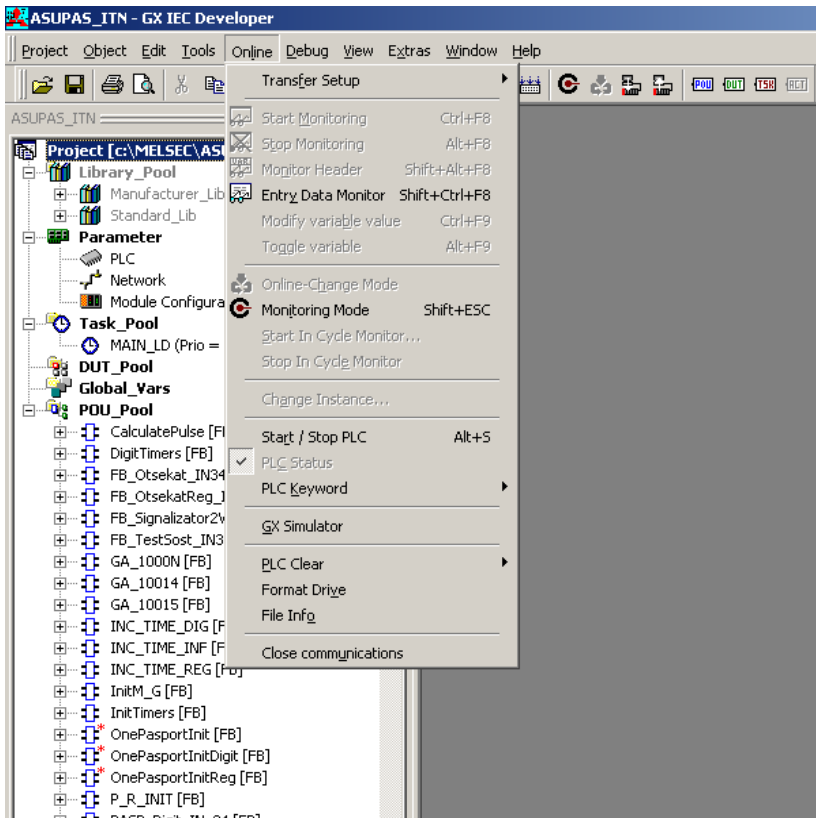



Рис. 2.104. Спливаюче вікно сторінки «Online»

У результаті цього відкриється налагоджувальна таблиця (рис. 2.105).

Далі потрібно підвести курсор мишки до кнопки «Enable/Disable Monitoring Mode» () у верхньому меню і натиснути ЛКМ. У результаті кнопка стане утопленою і запуститься до роботи програмний Проект контролера. Скинути на «0» сигнал готовності аналогового вихідного модуля САР у такій послідовності:

1. Відкрити паспорт потрібного регулятора, для чого:

– установити курсор в порожню комірку стовпчика «Name» налагоджувальної таблиці й натиснути клавішу «F2» на клавіатурі ПК;

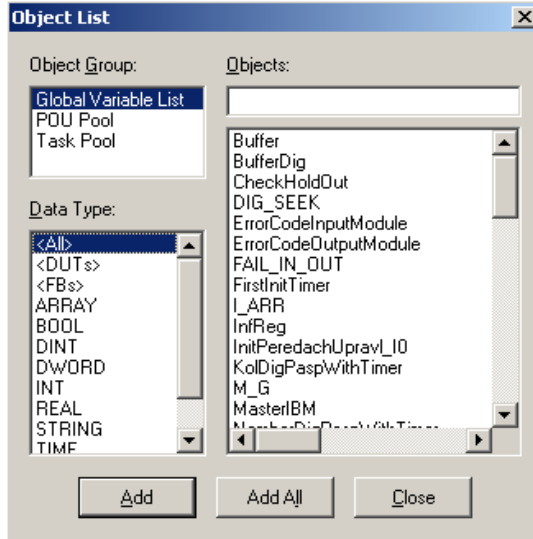


Рис. 2.105. Вікно налагоджувальної таблиці

- у відкритому вікні на налагоджувальній таблиці зробити наступне:
 - прокруткою знайти найменування «PASP_ARR_REG»;
 - помітити його натискуванням ЛКМ;
 - натиснути кнопку «Add»;
 - натиснути кнопку «Close»; при цьому дане вікно зникає з екрану;
- у налагоджувальній таблиці установити курсор на найменуванні «PASP_ARR_REG» і натиснути ЛКМ. Після цього двічі натиснути ЛКМ;
- у відкритому вікні:

- у рядку «You can select» задати значення 30, тобто кількість полів в паспорті регулятора;
- у рядку «Lower Bound» замість першої цифри «1» задати порядковий номер регулятора (наприклад, 4), після чого натиснути кнопку ОК; порядкові номери регуляторів за робочим місцем ВТН та адреси READY вихідних аналогових модулів приведені в табл. 2.5;

2. У налагоджувальній таблиці в розкритому паспорті регулятора запам'ятати значення, що знаходиться в 4-му рядку (у нашому прикладі для ВТН, у рядку [4, 4] це число дорівнює 320.0), тобто запам'ятати «Адресу READY» даного вихідного модуля, після чого задати в цьому рядку значення, котре перевищує максимально можливу «Адресу READY» у нашій конфігурації модулів (не менше 400.0, наприклад, 400.0). Для чого потрібно:

**Порядкові номери регуляторів за робочим місцем ВТН та адреси READY
вихідних аналогових модулів**

Робоче місце	№ регулятора з/п	Позиція регулятора	Адреса READY (готовності аналогового вихідного модуля)
ВТН	1	ТС19	320
	2	<i>Резерв</i>	
	3	<i>Резерв</i>	
	4	РС50	
	5	РС51	
	6	РС63	
	7	РС22	
	8	<i>Резерв</i>	320
	9	РС20/1	336
	10	РС20/2	
	11	РС20/3	
	12	РС20/4	
	13	РС20/5	
	14	ЛС32	
	15	ЛС45	
	16	ЛС47	

- установити курсор мишки на 4-му рядку на потрібне до зміни значення (у нашому прикладі, 320.0), після чого натиснути ЛКМ;

- набрати цифрами з клавіатури нове значення змінної (наприклад, 400) і натиснути клавішу «Enter».

3. Створити дискретний вихідний сигнал «АВАРІЯ». Для чого в налагоджувальній таблиці зробити наступне:

- установити курсор мишки в порожню комірку стовпця «Address (MIT)» і натиснути ЛКМ. Після цього набрати/задати значення, у нашому прикладі для ВТН Х190 (тобто 190 як 16-тирічне число 400), підтвердивши натискуванням клавіші «Enter»;

- у відкритому рядку установити курсор у комірку стовпчика «Value (dec)» і натиснути ЛКМ. Після цього, якщо в цій комірці є «1», то двічі натиснути ЛКМ (появиться значення «0»), а якщо «0», то перейти на наступний пункт.

Впевнитися за засвічуванням світлодіоду «Р» МТМ103.01 САР, що переведення на МТМ103.01 виконано безударно. При невідповідності вихідного сигналу з ПТК і МТМ103.01 налагодити час затримки сигналу, який формується задавачем. Відновити «Адресу READY» даного регулятора, для чого в налагоджувальній таблиці в масиві

«PASP_ARR_REG» на 4-му рядку (у нашому прикладі, [4, 4]) задати попереднє значення «Адреси READY» (у нашому прикладі, 320.0), набравши цифрами з клавіатури це значення, і натиснути клавішу «Enter». У результаті цих дій управління САР повинно перейти з МТМ103.01 на ПТК, про що буде свідчити відсутність світіння світлодіоду «Р» МТМ103.01 перевіряючої САР. У протилежному разі потрібно знайти причину несправності, усунути її й повторити дані дії.

2.16. Методика виконання перевірки систем сигналізації

Система сигналізації забезпечує оперативне повідомлення оператора про порушення технологічного режиму та про зміни стану обладнання. Система сигналізації розбита на 3 групи:

- аварійна сигналізація, що дублює сигналізацію локальної системи захисту та спрацьовує при досягненні значення величини контролюючого параметра границь аварійних уставок «max» або «min»;

- технологічна сигналізація, що спрацьовує при досягненні значення величини контролюючого параметра границь технологічних уставок «max» або «min»;

- сигналізація стану обладнання та відсікачів.

Технологічні та аварійні уставки за кожним параметром приведені на оверлеях параметрів контролю, які розроблені на фрагментах мнемосхем.

Виконання перевірки системи технологічної сигналізації. Перед перевіркою сигналізації необхідно:

- викликати фрагмент мнемосхеми, де відображається перевіряючий параметр;

- підвести курсор мишки до параметра на мнемосхемі та натискуванням на ПКМ викликати оверлей цього параметра (рис. 2.106).

Упевнитися, що уставки сигналізації виставлені правильно і відповідають відповідним значенням. Після перевірки заданої уставки виконуються такі дії:

1. Давач температури (термопара або термометр опору) замінюється на зразкове джерело електрорушійної сили (ЕРС) або магазин опорів, а давач тиску, рівня або витрати замінюємо на ручний задавач струмового сигналу зі зразковим приладом зміни струму або насос пневматичний зі зразковим приладом зміни пневмосигналу; установлюючи зразковий сигнал, який відповідає величині заданої уставки сигналізації, спостерігають на дисплеї операторської станції спрацьовування сигналізації.

2. При правильному спрацьованні сигналізації (рис. 2.107):

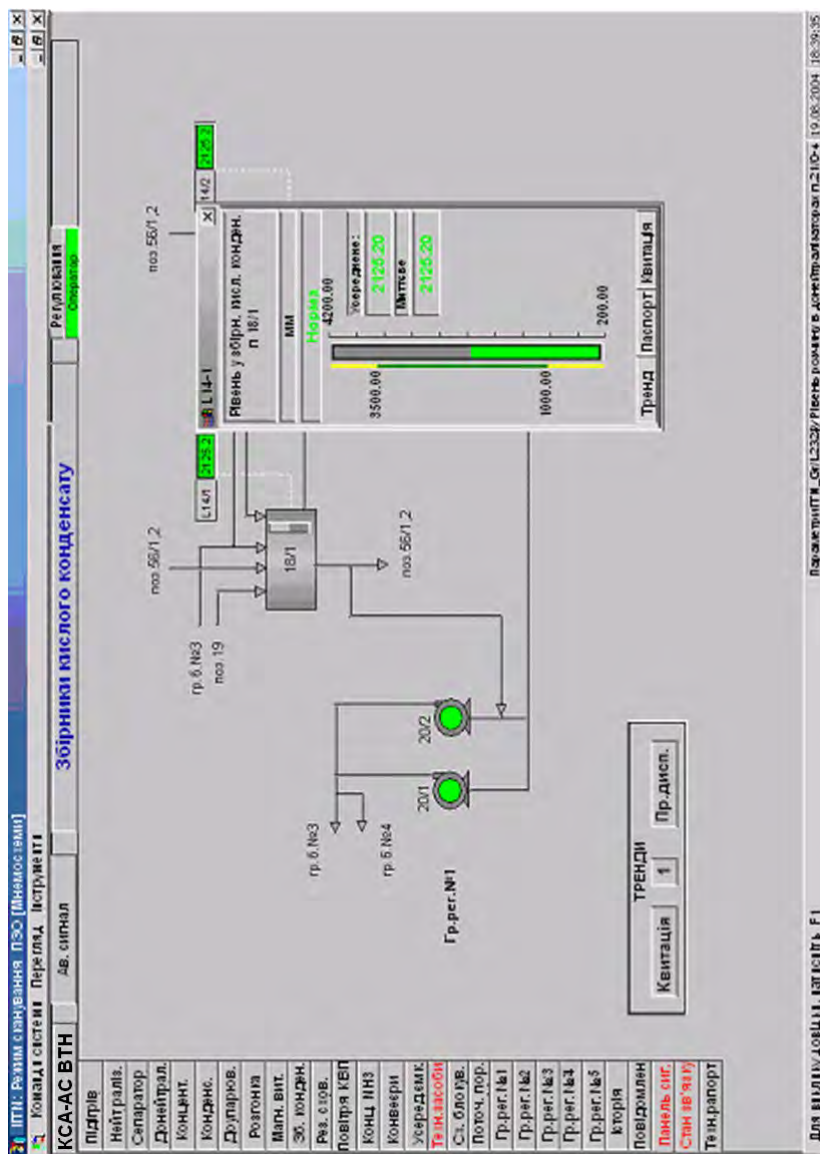


Рис. 2.106. Вікно виклику оверлея технологічного параметра

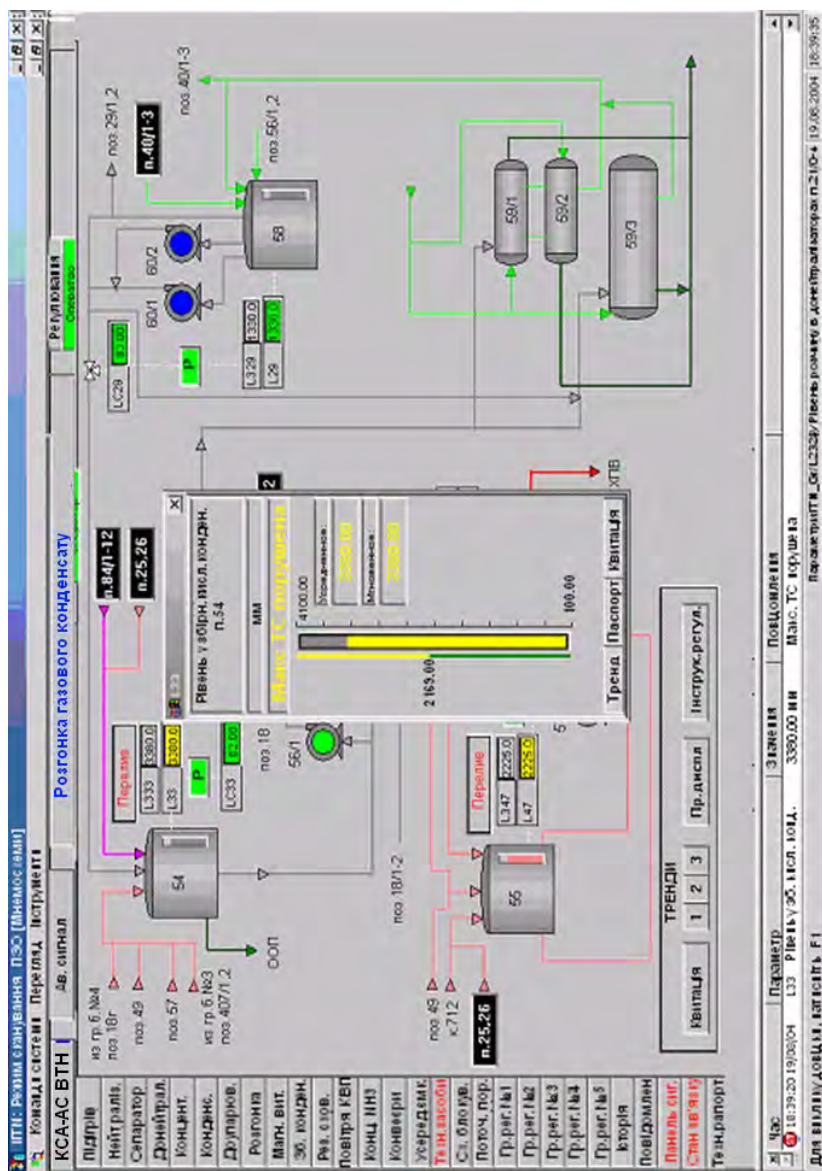


Рис. 2.107. Вікно перевірки спрацювання технологічної сигналізації

- звучить звуковий сигнал;
- на дисплейній лінійці фрагмента на кнопках «Панель сигналізації» і з найменуванням відповідного фрагменту мнемосхеми буквенні символи змінюють колір на **червоний** і кнопки починають миготіти;

- на нижній рядок повідомлення видається повідомлення про порушення;

- колір прямокутника, у котрому відображається значення даного параметра на фрагменті, змінюється на **жовтий** і починає миготіти;

- на фрагменті панелі сигналізації колір прямокутника з шифром даного параметра змінюється на **жовтий** і починає миготіти;

- на оверлеї у вікні стану параметра появляється повідомлення «Макс. ТС порушена» або «Мін. ТС порушена» **жовтого** кольору, колір гістограми параметра змінюється на **жовтий**. При натискуванні кнопки «Квитачія» на фрагменті мнемосхеми звук припиняється. При натискуванні кнопки «Квитачія» на оверлеї параметра припиняється миготіння кнопок «Панель сигналізації». Якщо на заданій уставці сигналізації не спрацьовує, то необхідно перевірити весь вимірювальний канал, знайти причину несправності та її усунути. При спрацюванні системи сигналізації впевнитися чи повернувся параметр до норми з врахуванням зони гістерезису сигналізації. Зона гістерезису уводиться для виключення повторного включення сигналізації, яке виникає при коливаннях параметра поблизу верхньої або нижньої уставки сигналізації. Перевірка повернення параметра до норми виконується таким чином:

- змінити значення зразкового сигналу в межах зони гістерезису з поверненням до заданої уставки сигналізації; при цьому повторна сигналізація не повинна спрацювати;

- установити значення зразкового сигналу, котре відповідає поверненню параметра до норми; при цьому:

- найменування кнопок «Панель сигналізації» з відповідним фрагментом на дисплейній лінійці змінює колір з **червоного** на **чорний**;

- кнопка з шифром параметра на фрагменті панелі сигналізації змінює колір з **жовтого** на **зелений**;

- прямокутник зі значенням параметра на фрагменті мнемосхеми змінює колір з **жовтого** на **зелений**;

- на панелі повідомлень спливає повідомлення про повернення значення параметра до норми.

Якщо за даним параметром задана інша уставка сигналізації, то потрібно виконати аналогічні дії. Після перевірки сигналізації за даним параметром, потрібно відключити зразковий сигнал і підключити давач. Перевірка сигналізації для інших параметрів, включаючи й блокувальні,

виконується аналогічно. При цьому досягнення параметра блокувального значення відображається **червоним** кольором.

Виконання перевірки системи сигналізації стану технологічних параметрів, обладнання та відсічних клапанів. Перевірка сигналізації стану технологічних параметрів.

1. При перевірці електроконтактних манометрів (ЕКМ), у яких межі спрацювання сигналу установлені на «максимум», необхідно:

- відключити ЕКМ від імпульсної лінії;
- підключити до ЕКМ, не знімаючи його з місця установки, переносний задавач зі зразковим манометром і, задаючи тиск стиснутого повітря, плавно підвести стрілку ЕКМ до границі спрацювання сигналізації. Порівняти показання зразкового манометра з уставкою меж спрацювання сигналізації.

2. У разі перевірки ЕКМ, в яких межі спрацювання сигналу установлені на «мінімум», необхідно:

- закрити подачу повітря на ЕКМ вентиляем;
- від'єднати ЕКМ від імпульсної трубки; при цьому повинна спрацювати сигналізація.

При спрацюванні сигналізації:

- звучить звуковий сигнал;
- на кнопках фрагменту «Панель сигналізації» з найменуванням відповідного фрагменту мнемосхеми на дисплейній лінійці змінюється колір (**чорний** на **червоний**) найменування кнопок і вони починають миготіти;

- у прямокутнику, де відображається стан даного параметра, змінюється надпис його стану («норма» змінюється на «max» або «min»), а колір змінюється з **зеленого** на **жовтий** і прямокутник починає миготіти;

- на фрагменті панелі сигналізації кнопка з шифром параметра змінює колір на **жовтий** і починає миготіти;

- на нижній рядок повідомлень видається повідомлення про досягнення параметра максимальної або мінімальної уставки сигналізації.

При натискуванні на кнопку «Квитачія» фрагменту припиняється звуковий сигнал. При натискуванні на кнопку «Квитачія» оверлею даного параметра припиняється миготіння.

Перевірка сигналізації стану технологічного обладнання. При перевірці сигналізації стану обладнання необхідно зробити наступне:

1. Викликати відповідний фрагмент мнемосхеми (рис. 2.108) і впевнитися, що стан перевіряючого обладнання відображається правильно, тобто якщо воно працює, то відображається **зеленим** кольором. У протилежному разі — **червоним**.

2. На котушку магнітного пускача подати напругу 220 В змінного струму через блок-контакти реле відповідного обладнання. При спрацюванні сигналізації:

- звучить звуковий сигнал;
- на дисплейній лінійці на кнопці «Панель сигналізації» змінюється колір найменування кнопки (**чорний** на **червоний**) і вона починає миготіти;
- відповідне обладнання відображається миготливим **червоним** кольором;
- кнопка з найменуванням відповідного обладнання на фрагменті панелі сигналізації змінює колір на **червоний** і починає миготіти;
- у нижній рядок повідомлення видається повідомлення про відключення даного обладнання. При натискуванні на кнопку «Квітація» фрагменту припиняється звуковий сигнал.

При натискуванні на кнопку «Квітація» оверлея даного параметра припиняється миготіння вищеперахованих кнопок і даного обладнання. При правильному спрацюванні сигналізації необхідно виконати аналогічну перевірку, знявши напругу з магнітного пускача. Перевірка сигналізації стану іншого обладнання виконується аналогічно.

Перевірка системи сигналізації положення відсічних клапанів.

При перевірці системи сигналізації положення відсічних клапанів («ВІДКРИТО» або «ЗАКРИТО») необхідно:

1. Викикати відповідний фрагмент мнемосхеми (рис. 2.109) і впевнитися, що положення перевіряючого відсічного клапана відображається правильно. Виконати таку перевірку:

- якщо відсічний клапан відкритий, то він відображається **зеленим** кольором;
- якщо відсічний клапан закритий, то він відображається **червоним** кольором;
- якщо відсічний клапан знаходиться в проміжному положенні, то він відображається **сірим** кольором.

2. Попередньо деблокувати відповідний відсічний клапан.

3. На щиті контролю натиснути кнопку «Закрити» відповідного відсічного клапана. При цьому:

- змінюється його колір — **зелений** на **сірий**.
- звучить звуковий сигнал;
- на дисплейній лінійці на кнопках «Панель сигналізації» і з найменуванням відповідного фрагмента мнемосхеми змінюється колір найменування кнопок (**чорний** на **червоний**) і вони починають миготіти;
- відповідний відсічний клапан відображається миготливим **червоним** кольором;

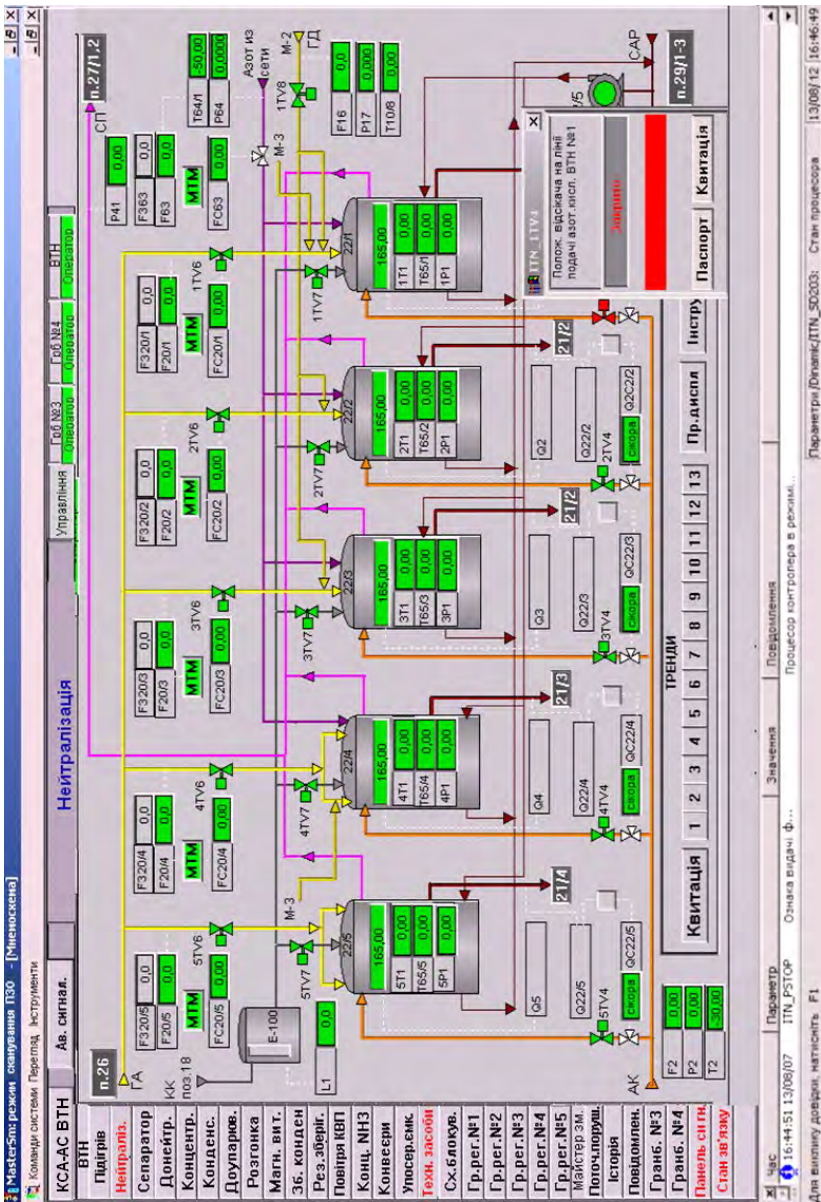


Рис. 2.109. Вікно перевірки стану відсічних клапанів

- кнопка з найменуванням відповідного відсічного клапана на фрагменті панелі сигналізації змінює свій колір на **червоний** і починає миготіти;

- на нижній рядок повідомлення видається повідомлення про закриття відсічного клапана. При цьому, якщо відсічний клапан пішов на закриття, то:

-- при натискуванні на кнопку «Квитачія» фрагменту припиняється звуковий сигнал;

-- при натискуванні на кнопку «Квитачія» оверлея даного параметра припиняється миготіння всіх кнопок і відповідного відсічного клапана.

4. Натиснути на кнопку «Відкрити». При цьому, якщо відсічний клапан пішов на відкриття, то змінюється колір (**червоний** на **сірий**). При правильному спрацюванні сигналізації відкриття відсічного клапана сигналізується аналогічно, при цьому відсічний клапан відображається миготливим **зеленим** кольором; після квитачії миготіння припиняється.

2.17. Обслуговування КСА верхнього рівня

2.17.1. Запуск комп'ютерної системи автоматизації

КСА після включення напруги живлення запускається автоматично в сеансі оператора. Якщо під час роботи системи були виконані зміни в паспортах параметрів, а база даних верхнього рівня не корегувалася, то нові зміни у завантаженому проєкті не будуть враховані. Для синхронізації бази даних контролера та ПК необхідно після перезапуску системи викликати паспорт параметра, для якого виконувалися корегування, і натиснути ЛКМ по кнопці **Синхронізувати БД ПК і контролера**. Після запуску системи на екран видається фрагмент «Стан зв'язку і стан модулів контролера» (рис. 2.110).

Якщо зв'язок є, то через 10–15 с лінії зв'язку контролера з ПК оператора, контролера з ПК майстра зміни відображаються **зеленим** кольором. Якщо зв'язку нема, то ці лінії відображаються **темно-бузковим** кольором. Якщо зв'язку нема, то необхідно перевірити:

- чи підключені лінії зв'язку до ПК та інтерфейсного модуля контролера;

- чи включений ПК (при обміні інформацією з ПК індикатори миготять).

Модем має 9 світлодіодних індикаторів на передній панелі, які дозволяють отримувати інформацію про його стан. Описання індикаторів:

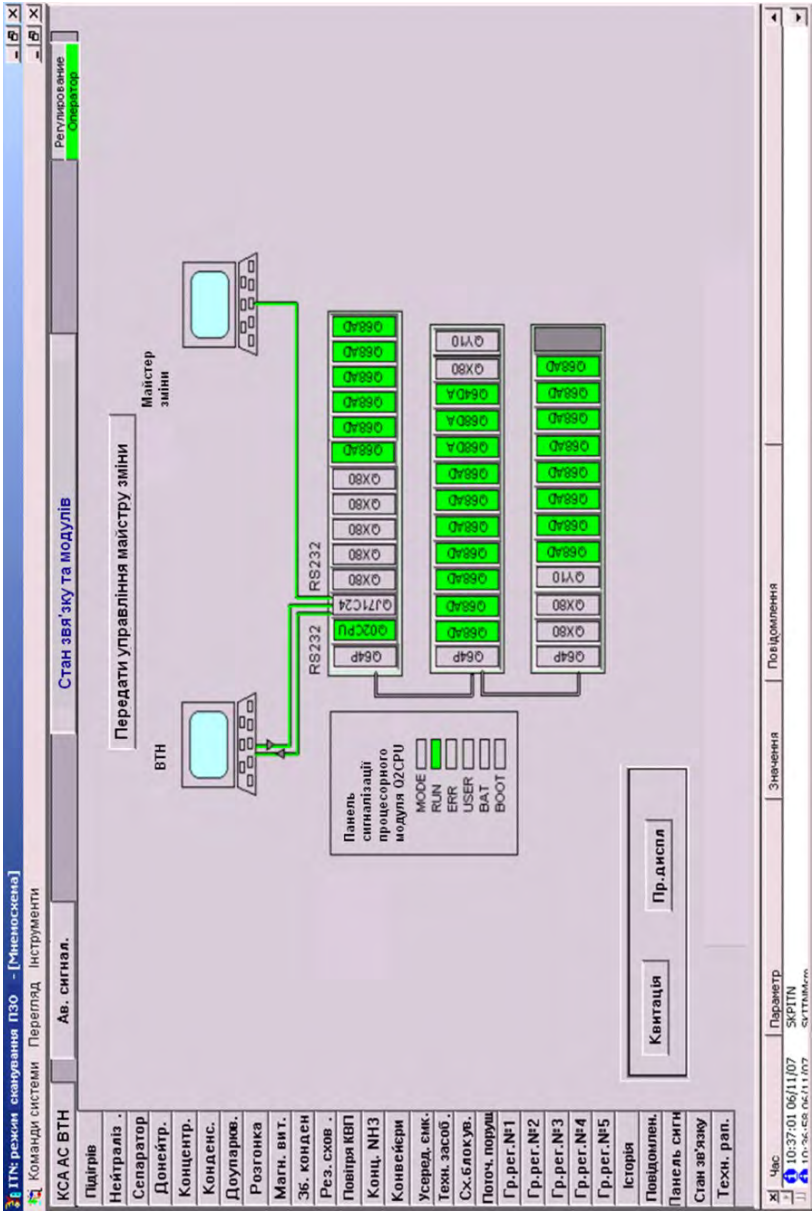


Рис. 2.110. Мнемохема КСА після запуску виробництва аміачної селітри

- SVD-індикатор (Simultaneous Voice and Data) засвічується, коли модем знаходиться в режимі одночасної передачі даних і голосу;

- HS-індикатор (High Speed) у режимі даних управляється регістром S50. Коли модемом не встановлено з'єднання, то індикатор HS показує визначену модемом швидкість DTE і він буде світитися, якщо ця швидкість дорівнює або є вищою 115200 bps;

- AA-індикатор (AutoAnswer) засвічується, коли модем знаходиться в режимі автоматичної відповіді на вхідний дзвінок;

- CD-індикатор (Carrier Detect) світиться, коли модем виявляє несучу частоту віддаленого модема;

- OH-індикатор (Off Hook) засвічується, коли модем включається до лінії (оператор «знімає слухавку»);

- TD-індикатор (Transmit Data) миготить кожний раз, коли виконується передача даних або включені модеми для гранбашень і майстра зміни;

- RD-індикатор (Receive Data) миготить, коли модемом приймається інформація. При неперервному прийманні інформації на високих швидкостях цей індикатор може світитися майже постійно;

- TR-індикатор (Data Terminal Ready) засвічується, коли модем отримує сигнал DTR;

- W-індикатор (Power) світиться постійно, якщо модем справний і підключений до мережі.

У нормальному режимі роботи (стан передачі даних) повинні світитися такі індикатори:

- CD, OH — показують наявність з'єднання по лінії зв'язку;

- PW — показує наявність напруги живлення та працездатність модема.

При цьому також повинні миготіти індикатори TD і RD, що показують обмін даними по лінії зв'язку. Якщо індикація відсутня, то необхідно:

- перевірити наявність напруги живлення модема по PW;

- перевірити стан лінії зв'язку по CD і OH;

- перевірити стан контролера на працездатність та стан комунікаційного модуля на наявність помилок зв'язку по TD та RD.

При відсутності нормального обміну інформацією між контролерами та ПК оператора або ПК майстра зміни на фрагменті модулі контролера світяться **білим** кольором. Такі ситуації можливі в таких випадках:

- відсутній зв'язок з контролером. Необхідно визначити причину відсутності зв'язку з контролером та її усунути;

- центральний процесор (ЦП) контролера переведено на режим STOP. Потрібно визначити причину переходу ЦП на режим STOP, усунути її та перевести ЦП на режим роботи;

- немає зворотного зв'язку з контролером, тобто інформація з ПК не поступає в контролер. Потрібно перезапустити КСА на ПК.

2.17.2. Конфігурація системного журналу подій

Для включення до роботи системного журналу необхідно в сеансі адміністратора відкрити «Панель управління», натиснувши опцію «Пуск\Налагодження\Панель управління». Після цього зайти в папку «Адміністрування», у якій запусити опцію «Локальна політика безпеки». У лівій частині вікна зайти в папку «Локальні політики» і натиснути на папку «Політика аудиту». У правій частині вікна появляються пункти, за котрими можна відстежувати події (рис. 2.111).

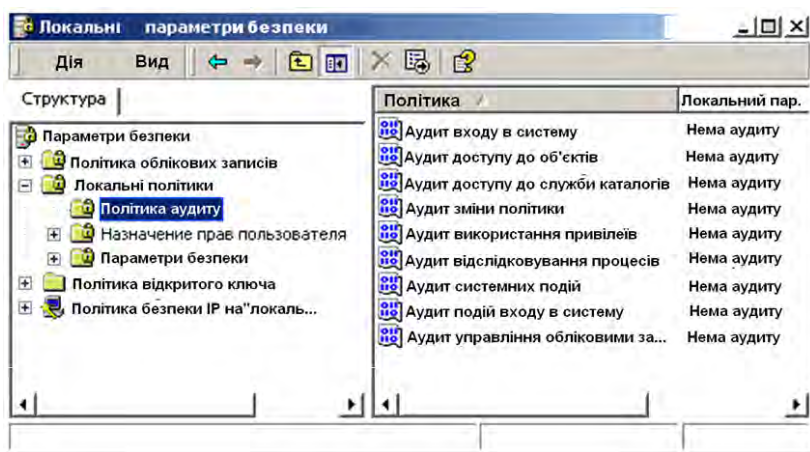


Рис. 2.111. Вікно конфігурування системного журналу подій

З наданих пунктів потрібно включити до роботи таке:

- аудит входу в систему;
- аудит доступу до об'єктів.

Включення пункта здійснюється подвійним натискуванням ЛКМ на вибраному пункті. На екрані появиться вікно, що пропонує вибрати ознаку, за якою буде здійснюватися записування подій (рис. 2.112).

Записування подій можна вести або за опцією «Успіх» — якщо дія була здійснена, або за «Відмовою» — якщо у виконанні дії було відмовлено. Для фіксування дій оперативного персоналу потрібно поставити прапорець «Успіх» і натиснути «ОК». Дані дії потрібно повторити для трьох вищевказаних пунктів ведення журналу подій. Далі потрібно виконати налагодження терміну зберігання подій і розміру журналу. Для цього потрібно відкрити опцію «Панель управління». Потім зайти в папку «Адміністрування», у якій запусити опцію «Перегляд

подій». У лівій частині вікна натиснути на кнопку «Журнал безпеки» (рис. 2.113). Далі натиснути на ньому ПКМ і в новому меню натиснути опцію «Властивості». У вікні, яке з'явилося, потрібно задати «Максимальний розмір журналу», який дорівнює 2048 КБ. Установити прапорець «Затирати старі події при необхідності». Далі натиснути кнопку «Примінити» та «ОК». Після введення задання всіх параметрів потрібно перезапустити робочу станцію.

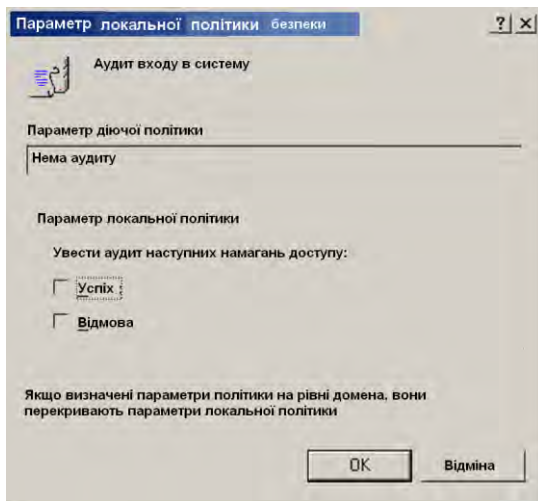


Рис. 2.112. Вікно включення до роботи аудиту

Перегляд записів системного журналу подій виконується в режимі «Адміністратора» системи. З метою перегляду подій з системного журналу необхідно:

- відкрити «Панель управління»;
- зайти в папку «Адміністрування»;
- запустити опцію «Перегляд подій» (рис. 2.114).

На лівій частині вікна, яке з'явилося, необхідно натиснути на опцію «Журнал безпеки». На правій частині вікна появляються записані системою події.

Перегляд подій викликається подвійним натискуванням на ньому ЛКМ або натискуванням на ньому ПКМ і вибором пункта меню «Властивості». У вікні, що появилось на екрані, приводиться інформація про події з вказанням дати/часу його походження та коротким описанням. Перехід до наступної або попередньої події можна здійснити при допомозі кнопок зі стрілками. Для вивчення змісту системного журналу

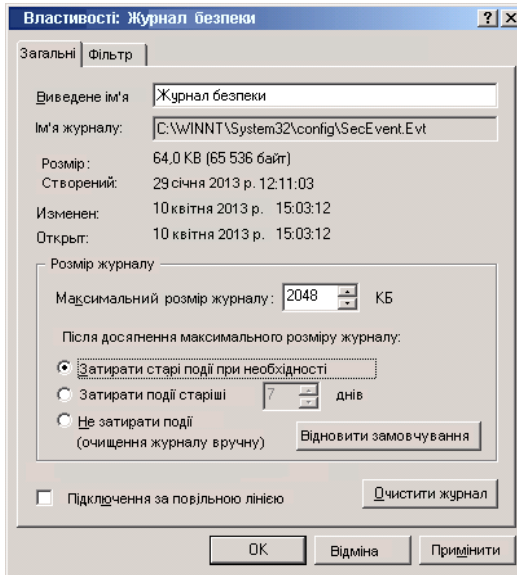


Рис. 2.113. Вікно налаштування журналу безпеки

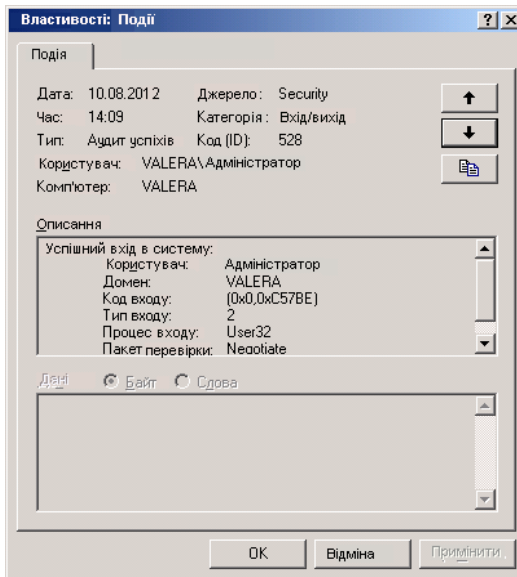




Рис. 2.114. Вікно перегляду подій у системному журналі



подій оживить його перенесення на іншу робочу станцію. Для цього необхідно натиснути на опцію «Журнал безпеки». Потім натиснути на ньому ПКМ і у меню, яке при цьому появляється, натиснути опцію «Зберегти файл журналу як ...». Далі журнал може бути збережений у вигляді файлу подій (*.evt) або у вигляді текстового файлу (*.txt). В останній файл подій може бути завантажено програму перегляду подій іншої робочої станції, а текстовий файл може бути роздрукованим. Для завантаження перенесеного файлу подій необхідно відкрити опцію «Панель управління». Потім зайти в папку «Адміністрування», у якій запустити опцію «Перегляд подій». У лівій частині вікна, яке при цьому появляється, необхідно натиснути на опцію «Журнал безпеки». Потім натиснути на ньому ПКМ і в меню, яке появляється, натиснути опцію «Відкрити файл журналу». Після цього вибрати потрібний файл.

2.17.3. Перегляд щоденника

З метою перегляду змісту щоденника потрібно зареєструватися в КСА як інженер (меню «Інструменти», вікно «Режим реконфігурації системи»). У вікні, яке при цьому появляється, потрібно ввести пароль «test» і натиснути кнопку ОК. Після реєстрації на дисплейній лінійці внизу появиться кнопка .

Перегляд щоденника інженера. Усі дії, які виконуються інженером при роботі з паспортами, а саме, зміна шкал, уставок сигналізації тощо фіксуються в щоденнику інженера. Для цього потрібно:

1. Підвести курсор мишки до кнопки  на дисплейній лінійці. На екрані появиться вікно «Менеджер звітів».
2. Підвести курсор мишки до опції «Звіти» і двічі натиснути ЛКМ.
3. Підвести курсор мишки до опції «Таблиці» і двічі натиснути ЛКМ.
4. Натиснути по рядку «Щоденник». При цьому відкривається вікно з переліком дій інженера за останню добу. Перегляд дій оператора за іншу дату виконується в меню «Дії», для чого потрібно вибрати рядок «Вибірка зі щоденника» (рис. 2.115).

У спливаючому вікні в рядку «Початкова дата/час» натиснути по даті та, використовуючи кнопки прокрутки , змінити дату. Аналогічно змінити місяць і рік. У рядку часу аналогічно змінити час. У рядках «Кінцеві дата/час» увести кінцеву дату й час перегляду повідомлень. Натиснути кнопку ОК. На екрані виникає повідомлення за вибраний період. Для повернення на фрагмент мнемосхеми потрібно натиснути кнопку  та, у верхньому правому куті вікна «Менеджер звітів» або в меню «Файл», вибрати рядок «Вихід».

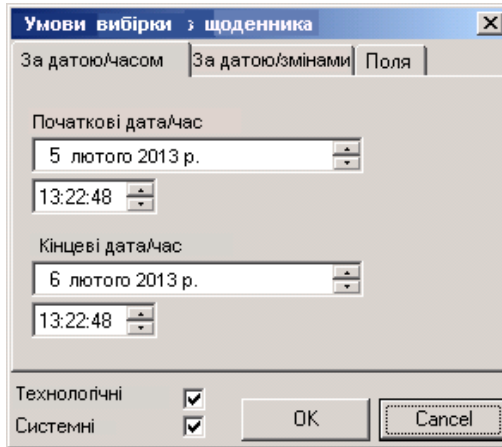


Рис. 2.115. Вікно умов вибірки з щоденника

Перегляд системного щоденника. З метою перегляду системного щоденника потрібно повторити дії, які описані в попередньому пункті, вибравши рядок «Системний щоденник» у вікні «Менеджера звітів». На екрані сплинуть системні повідомлення (рис. 2.116).

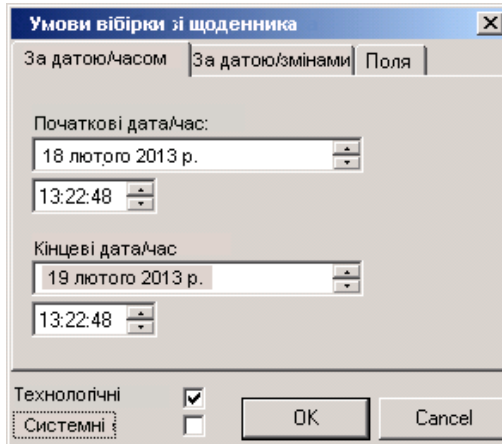


Рис. 2.116. Вікно вибору дати для перегляду системного щоденника


Для вибору повідомлень тільки про технологічні порушення, необхідно виконати попередній пункт та у вікні, яке спливає, натиснути по квадрату навпроти надпису «Системні», щоби вибраним залишився тільки

рядок «Технологічні» і натиснути кнопку ОК. На екрані залишаються тільки технологічні повідомлення. Аналогічно поступити, якщо потрібно переглянути тільки системні повідомлення, залишивши вибраним рядок «Системні».

Перегляд щоденника оператора. З метою перегляду щоденника оператора необхідно вибрати рядок «Щоденник оператора» у вікні «Менеджера звітів». На екрані з'явиться повідомлення дій оператора.

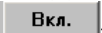
2.18. Відключення блокування від ПТК і включення імітації блокувань

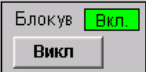
Порядок відключення блокування від ПТК. Для виключення/включення блокування від ПТК, включення/виключення імітації спрацювання блокування за тиском « $P41 \geq 19.3$ » і « $P41 \geq 21.3$ » на фрагменті мнемосхеми «Схема блокування» знаходиться панель управління блокуванням. На панелі знаходяться індикатори ознак стану блокування від ПТК та імітації блокування, у котрих на **зеленому** фоні написано «Вкл.», якщо блокування (імітація) є включеним, або на **червоному** фоні написано «Викл.», якщо блокування (імітація) є виключеним. Кнопки виключення/включення блокування та імітації захищені від несанкціонованого доступу технічного персоналу. Кнопки помітні тільки в режимі реконфігурації системи. У разі відключення блокування від ПТК необхідно:

- перейти на фрагмент «Схема блокування»;
- перейти на режим реконфігурації системи;
- натиснути кнопку , яка знаходиться нижче надпису «Блокув.».

Через декілька секунд блокування від ПТК буде відключено. При цьому в індикаторі стану блокування від ПТК на **червоному** фоні


з'явиться опція «Викл.», а кнопка  стає такою: .


Для включення блокування від ПТК необхідно натиснути кнопку , яка знаходиться нижче надпису «Блокув.».



Після включення блокування вигляд панелі буде таким: .

У разі відключення блокування від ПТК на фрагменті «Схема блокування» можна відстежувати тільки спрацювання локальної схеми блокування.

Для включення імітації спрацювання блокування за тиском « $P_{41} \geq 19.3$ » або « $P_{41} \geq 21.3$ » потрібно:

- викликати фрагмент «Схема блокування» (рис. 2.117);
- перейти на режим реконфігурації системи;
- натиснути кнопку , яка знаходиться нижче надпису «Імітація».

Через декілька секунд включиться режим імітації; при цьому на індикаторі стану імітації на **зеленому** фоні з'явиться «Вкл.», надпис «Імітація $P > 19.3$ кПа» або «Імітація $P > 21.3$ кПа». У залежності від того, яку імітацію включити, зміниться колір на **зелений**, кнопка  під

надписом зміниться на . Для виключення імітації потрібно натиснути кнопку ,

яка знаходиться нижче надпису «Імітація».

Виконання перевірки системи блокування на відкриття відсічного клапана при перевищенні тиску сокової пари. Для цього потрібно:

1. На вхід ПЗО замість сигналу давача P_{41} подати сигнал від ручного струмового задавача відповідного тиску.

2. Проімітувати збільшення тиску пари $P > 19,3$ кПа. При цьому впевнитися, що:

- спрацювала аварійна сигналізація на стадії «Конденсація сокової пари»;

- появилось повідомлення «Макс. ТС порушена»;

- спрацював контакт PS_{41H} , втягнута котушка P_{41_K2} ;

- на вікні повідомлень з'явився надпис «Спрацювало реле 2К на відсікач»;

- контакти 2К в схемі контролю спрацювання блокування замкнені;

- через 90 с відкрився відсічний клапан (появилось повідомлення «Відсікач відкрився», контакт $1PV_O$ у схемі контролю замкнений, а $1PV_C$ — розімкнений, відсічний клапан на мнемосхемі має **зелений** колір).

3. Проімітувати зменшення величини тиску пари $P < 18$ кПа; впевнитися, що:

- поступило повідомлення «Макс. ТС норма»;

- розімкнувся контакт PS_{41H} і відключилася котушка P_{41_K2} ;

- зникла аварійна сигналізація. На вікні повідомлень з'явилася надпис «Спрацювання реле 2К на відсікач норма»;

- контакти 2К у схемі контролю розімкнені; через 40–90 с закрився відсічний клапан (поступило повідомлення «Відсікач закрився», $1PV_O$ у схемі контролю — розімкнений, а $1PV_C$ — замкнений, відсічний клапан на мнемосхемі має **червоний** колір).

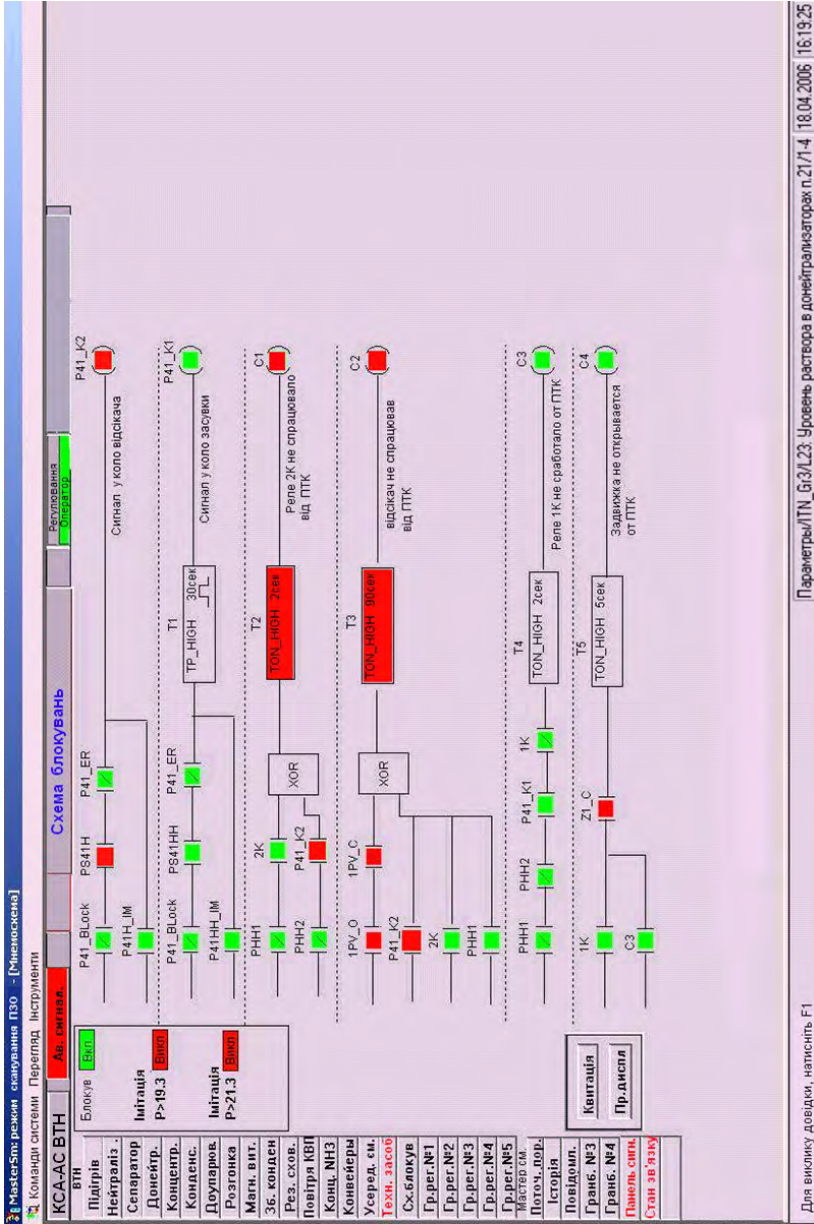


Рис. 2.117. Мнемосхема фрагменту «Схема блокувань»

4. Перевірити сигналізацію при відсутності напруги 220 В у схемі захисту та відкриття відсічного клапана. При цьому потрібно відключити напругу живлення 220 В у схемі захисту (тумблер SF2). Упевнитися, що:

- спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;
- появилось повідомлення «Відсутня напруга 220 В у локальній схемі захисту»;
- через 90 с відкрився відсічний клапан. Включити напругу живлення 220 В.

5. Виконати імітацію ситуації «Реле 2К не спрацювало»:

- від'єднати вихідне коло ПТК для відсічного клапана;
- виконати імітацію збільшення величини тиску пари $P > 19,3$ кПа. Упевнитися, що:
 - появилось повідомлення «Макс. ТС порушена»;
 - спрацював контакт PS41H, підключена котушка P41_K2 у схемі контролю;
 - спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;
 - у вікні повідомлень появилось повідомлення «Реле 2К не спрацювало від ПТК»;
 - з'єднати коло живлення схеми контролю. Упевнитися, що відключилася котушка C1 у схемі контролю;
 - виконати імітацію зменшення величини тиску пари $P < 18,0$ кПа. При цьому має:
 - появлятися повідомлення «Макс. ТС норма»;
 - розімкнутися контакт PS41H, відключитися котушка P41_K2;
 - відключитися аварійна сигналізація.

6. Виконати імітацію ситуації «Реле 2К спрацювало від локального захисту». Для цього потрібно замкнути контакт, який є паралельним контакту ЕКМ-2. Упевнитися, що:

- спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;
- у вікні повідомлень появилось повідомлення «Спрацювало реле 2К на відсікач»;
- у вікні повідомлень появилось повідомлення «Реле 2К не спрацювало від ПТК»;
- розімкнути контакт, паралельний контакту ЕКМ-2; упевнитися, що вся сигналізація відключилася.

7. Перевірити сигналізацію при відсутності напруги 24 В схеми захисту від ПТК; для чого потрібно відключити живлення 24 В шляхом відключення вихідного кола блоку живлення. Упевнитися, що:

- спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;

- появилось повідомлення «Відсутність напруги 24 В у схемі захисту від ПТК»;

- включити напругу живлення 24 В шляхом включення вихідного кола блоку живлення.

Виконання перевірки системи блокування на відкриття електрозасувки при перевищенні тиску сокової пари. Для цього потрібно:

1. На вхід ПЗО замість сигналу давача P41 подати струмовий сигнал від ручного задавача, який відповідає потрібному тиску.

2. Виконати імітацію збільшення тиску пари $P > 21,3$ кПа. Упевнитися, що:

- спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;

- появилось повідомлення «Макс. АС порушена»;

- спрацював контакт PS41НН, включена котушка P41_K1 у схемі контролю;

- у вікні повідомлень появилось повідомлення «Спрацювало реле 1К» на електрозасувку»;

- контакти 1К у схемі контролю повноти спрацювання блокування замкнені;

- через 5 с схема контролю показала початок відкриття електрозасувки — контакт 1PV_C — розімкнений (електрозасувка на мнемосхемі має **сірий** колір);

- через 30 с відключилася котушка P41_K1;

- через 50 с відкрилася електрозасувка (появилось повідомлення «Електрозасувка відкрилася», контакт Z1_O у схемі контролю замкнений, а Z1_C — розімкнений, електрозасувка на мнемосхемі має **зелений** колір).

3. Виконати імітацію зменшення тиску пари $P < 18$ кПа. Упевнитися, що:

- появилось повідомлення «Макс. ам. селітра норма»;

- розімкнувся контакт PS41НН і виключилася котушка P41_K1;

- зникла аварійна сигналізація;

- у вікні повідомлень появилось повідомлення «Відпрацювало реле 1К на електрозасувку норма»;

- контакти 1К у схемі контролю розімкнені.

4. Закрити електрозасувку вручну з поста ручного управління; упевнитися, що через 50 с закрилася електрозасувка (появилось повідомлення «Електрозасувка закрилася», контакт Z1_O у схемі контролю — розімкнений, електрозасувка на мнемосхемі має **червоний** колір).

5. Виконати імітацію ситуації «Реле 1К не спрацювало».

5.1. Від'єднати вихідне коло ПТК для електрозасувки на проміжне реле 11К;

5.2. Проімітувати збільшення тиску пари $P > 21,3$ кПа. Упевнитися, що:

- появилось повідомлення «Макс. ам. селітра порушена»;
- спрацював контакт PS41НН і включена котушка P41_K1 в схемі

контролю;

- спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;

- появилось повідомлення «Реле 1К не спрацювало від ПТК»;

5.3. Виконати імітацію зменшення тиску пари $P < 18,0$ кПа. При цьому має:

- появиться повідомлення «Макс. АС норма»;
- розімкнутися контакт PS41НН і відключитися котушка P41_K1;
- зникнути аварійна сигналізація.

6. Виконати імітацію ситуації «Реле 1К спрацювало від локального захисту». Для цього потрібно:

6.1. Замкнути контакт, паралельний контакту ЕКМ-2. Упевнитися, що:

- спрацювала аварійна сигналізація по стадії «Конденсація сокової пари»;

- у вікні повідомлень появилось повідомлення «Відпрацювало реле 1К на електрозасувку»;

- у вікні повідомлень появилось повідомлення «Реле 1К не спрацювало від ПТК»;

6.2. Розімкнути контакт, який є паралельним контакту ЕКМ-2 і впевнитися, що вся сигналізація виключилася.

2.19. Методика виконання перевірки безударності переведення управління клапаном від МТМ103.01 на ПТК

Дана перевірка проводиться з тією ж періодичністю, що й перевірка спрацювання систем сигналізації. Блок-схема резервування САР за контурами регулювання каскадної САР тиску РС110, рівнів LC121, LC122 і LC161, а також каскадної САР «тиск РС51/1 — температура ТС104» подачею пари, приведена на рис. 2.118, а за САР температур ТС100/1, ТС100/2 і ТС103/1 подачею плаву — на рис. 2.119.

У системі регулювання передбачено уведення сигналу зворотного зв'язку (сигналу, який поступає на клапан), а також — надання величини даного сигналу на оверлеї регулятора.

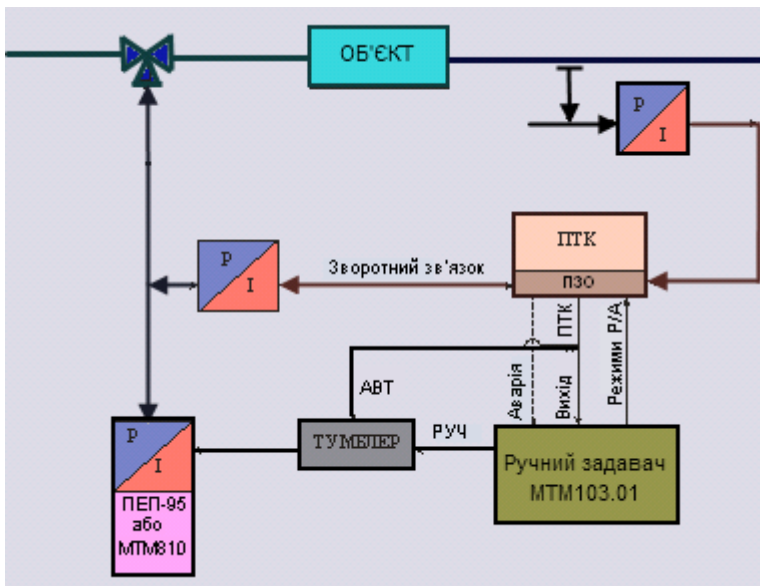


Рис. 2.118. Схема безударності переведення управління клапаном від МТМ103.01 на ПТК у каскадному режимі роботи

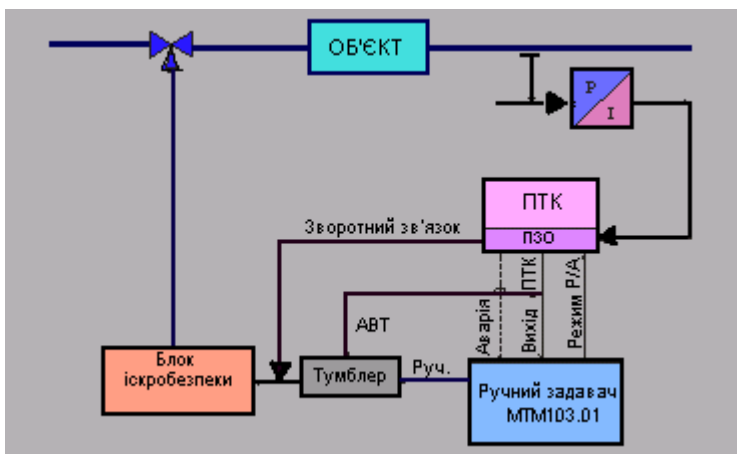


Рис. 2.119. Схема безударного переведення управління клапаном від МТМ103.01 на ПТК при одноконтурному режимі роботи САР

Перевірка виконання безударності переведення управління клапаном від ПТК на МТМ103.01. Перевірка здійснюється за кожною САР в такій послідовності:

- викликати фрагмент мнемосхеми з САР;
- викликати оверлей САР й впевнитися, що значення виходу на клапан відстежується на індикаторі ручного задавача МТМ103.01 з врахуванням затримки в часі, яка дорівнює 3 с, і установлюється на МТМ103.01;
- якщо САР знаходиться в режимі «А», то потрібно змінити задання на 1–5%, натиснувши на оверлей кнопку «>», або «<», або «>>», або «<<», а якщо САР знаходиться в режимі «Р», то змінити вихід на клапан на 1–5% аналогічним чином;
- упевнитися, що МТМ103.01 відстежує вихід на клапан, який формується контролером, із затримкою в часі 3 с;
- перевести відповідний тумблер перемикання «ПТК» ↔ «МТМ103» щитової панелі в положення «МТМ103». При цьому задання на МТМ103.01 не відхиляється від встановленого значення, а також видається повідомлення (сигналізація) «Управління клапаном <позиція> від МТМ103.01», а режим роботи САР («А» або «Р») на оверлей мусить змінитися на режим роботи «МТМ» і «Р» (відповідні кнопки утоплені);
- проконтролювати переведення МТМ103.01 на режим «Р» по індикатору.

У подальшому, величина сигналу зворотного зв'язку на оверлей регулятора має повторювати значення на цифровому індикаторі МТМ103.01.

Перевірка виконання безударності переведення управління клапаном від МТМ103.01 на ПТК. Перевірка здійснюється за кожною САР таким чином:

- викликати фрагмент мнемосхеми з перевіряючою САР;
- викликати оверлей САР і впевнитися, що він знаходиться в режимі «МТМ» і «Р» (відповідні кнопки утоплені);
- упевнитися, що на оверлей значення виходу на клапан дорівнює значенню на індикаторі ручного задавача МТМ103.01;
- змінити вихід з МТМ103.01, натиснувши кнопку «>>» або «<<» декілька разів і впевнитися, що на оверлей вихід на клапан системи регулювання відстежує величину виходу на індикаторі МТМ103.01;
- перевести відповідний тумблер перемикання «ПТК↔«МТМ103» на панелі в положення «ПТК»;
- упевнитися, що вихідний сигнал на клапан не змінився і видалося повідомлення (сигналізація) «Управління клапаном <позиція> від ПТК». При цьому мусить зникнути режим «МТМ» (кнопка не утоплена) і залишитися режим «Р» (кнопка утоплена);

- перевести, при необхідності, САР на режим «А».

Якщо які-небудь умови перевірки безударності переведення управління клапаном від МТМ103.01 на ПТК і навпаки не виконуються, то потрібно знайти причину та її усунути.

Виконання перевірки переведення управління клапаном від ПТК на МТМ. Перевірка призначена для визначення працездатності схеми автоматичного переведення управління клапаном від ПТК на ручний задавач МТМ103.01. Перевірка виконується у відповідності з прийнятою періодичністю перевірки систем сигналізації. Технічна реалізація автоматичного переведення управління клапана від ПТК на МТМ103.01. Система має такі режими роботи:

- індивідуального автоматичного переведення управління клапаном від ПТК на ручний задавач МТМ103.01 за командою «Аварія», яка формується ПТК, при відмові вихідного модуля ПЗО;

- групового автоматичного переведення управління клапанів від ПТК на ручні задавачі МТМ103.01:

-- при відключенні напруги живлення на ПТК;

-- у разі переходу контролера в режим STOP.

Для автоматичного групового переведення управління клапанів від ПТК на МТМ103.01 є модуль (пристрій) перемикачання. Пристрій включає:

- три реле (К1, К2, К3);

- кнопку SB подачі напруги на реле;

- сигнальне табло НЛ контролю перемикачання при пропаданні напруги живлення на контролер;

- зуммер НА для спрацювання звукової сигналізації;

- Q62P — контакт з блоку живлення контролера, що розмикається при відсутності напруги живлення на контролері або при його переході на режим STOP.

Можливі три режими роботи модуля перемикачання:

1) підготовчий режим;

2) нормальний режим;

3) відключення напруги живлення.

Підготовчий режим призначений для подачі напруги живлення на реле (К1, К2, К3). Подача напруги забезпечується кнопкою SB (без фіксації). При натискуванні кнопки SB на реле подається напруга, при цьому контакт реле 4-К2 замикається і реле К1, К2, К3 переходять на самопідтримку. Контакти реле в схемі перемикачання управління розмикаються.


Нормальний режим. У нормальному режимі, тобто при наявності напруги живлення на контролері та відсутності ситуацій переходу

контролера на режим STOP, контакт Q62P завжди є замкненим. Замкнений стан контактів Q62P і 4-K2 забезпечує подачу напруги на реле K1, K2, K3;

при цьому контакти в схемі перемикання управління МТМ103.01 розімкнені. Управління клапаном здійснюється від ПТК.

Відключення живлення. При відключенні напруги живлення на контролер контакт Q62P розмикається, контакти в схемах перемикання всіх МТМ103.01 замикаються і управління клапанами автоматично переводиться на режим управління від МТМ103.01. При замиканні контакту 3-K3 звучить звукова сигналізація та світиться сигнальне табло. Квітування цього сигналу здійснюється тумблером SA. Світлова сигналізація відключається при наявності напруги живлення на контролері та натискуванні кнопки SB.

Перевірка переведення при відмові вихідного модуля. Дана перевірка виконується через Developer 6.00 скиданням на «0» сигналу готовності аналогового вихідного модуля, шляхом зміни «Адреси READY» даного вихідного модуля, записаного в паспорті регулятора, і введенням відповідної додаткової змінної «Xi0» для реалізації функції перевірки. Упевнитися, що встановлено режим управління клапаном від ПТК (за станом тумблера «ПТК»↔«МТМ»), який має бути в нижньому положенні «ПТК»). Увійти в режим «Адміністратор» і запустити до роботи програмний проект контролера даного робочого місця. Для цього потрібно:

1. Підвести курсор мишки до ярлика  і натиснути ЛКМ. Після цього натиснути клавішу «Enter» (або швидко двічі ЛКМ).

2. У відкритому вікні натиснути кнопку «OK».

3. У відкритому вікні підвести курсор до кнопки «Project» у верхньому меню і натиснути ЛКМ, після чого у заново відкритому меню вибрати й натиснути кнопку «Open» (рис. 2.120).

4. У відкритому вікні на верхньому рядку встановити/задати шлях доступу до папки з потрібним програмним проектом (наприклад, для робочого місця ГрБ3) і після чого натиснути кнопку «Open».



Рис. 2.120. Вікно виклику програмного проекту

5. Коли появиться нове вікно, підвести курсор до кнопки «Online» у верхньому меню й натиснути ЛКМ. При цьому появиться меню (рис. 2.121), у якому необхідно підвести курсор до «Entry Data Monitor» і натиснути ЛКМ, у результаті чого відкриється налагоджувальна таблиця.

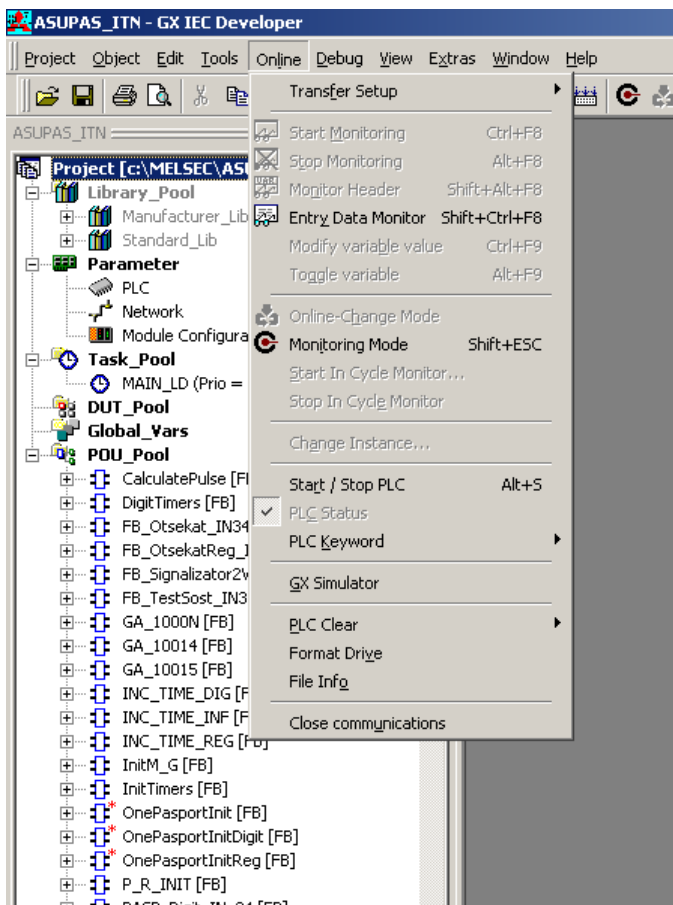


Рис. 2.121. Вікно перевірки переведення при відмові вихідного модуля

6. Підвести курсор мишки до кнопки «Enable/Disable Monitoring Mode» у верхньому меню і натиснути ЛКМ. У результаті цього кнопка стане утопленою і запуститься до роботи програмний проект даного контролера.

Скинути на «0» сигнал готовності аналогового вихідного модуля перевіряючої САР у такій послідовності:

1. Відкрити паспорт потрібного регулятора, для чого:

- установити курсор у порожню комірку стовбця «Name» налагоджувальної таблиці і натиснути клавішу «F2» ПК;
- у відкритому вікні на налагоджувальній таблиці (рис. 2.122):

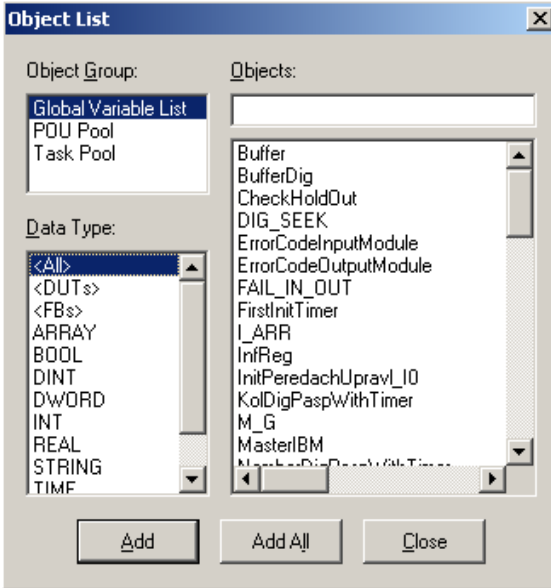


Рис. 2.122. Вікно задання параметрів налагоджувальної таблиці

- прокруткою (указаною стрілкою) знайти найменування PASP_ARR_REG;
- помітити його натискуванням ЛКМ;
- натиснути кнопку «Add»; після чого в цьому ж вікні натиснути кнопку «Close». При цьому вікно зникає з екрану;
- у налагоджувальній таблиці установити курсор на найменуванні PASP_ARR_REG і натиснути ЛКМ, після чого двічі натиснути ЛКМ;
- у відкритому вікні:
 - у рядку «You can select» задати кількість полів паспорта регулятора (значення 30);
 - у рядку «Lower Bound» замість першої цифри 1 задати порядковий номер регулятора (наприклад, 4-го [4, 4]);
 - натиснути кнопку «OK».

2. У налагоджувальній таблиці в розкритому паспорті регулятора запам'ятати значення, яке знаходиться в 4-ому рядку (у прикладі по робочому місцю ГрБЗ, у рядку [4, 4] — це число 128.0), фактично запам'ятати «Адресу READY» даного вихідного модуля, після чого задати в цьому рядку значення, що перевищує максимально можливу «Адресу READY» у конфігурації модулів (не менше 400.0, наприклад, 400.0), для чого:

- установити курсор в 4-ому рядку на потрібне до зміни значення (128.0) і натиснути ЛКМ;

- набрати цифрами клавіатури нове значення змінної (наприклад, 400) і натиснути клавішу «Enter».

3. Визначити дискретний вихідний сигнал «Аварія», для чого в налагоджувальній таблиці:

- установити курсор на порожню комірку стовбчика «Address (MIT)» і натиснути ЛКМ, а далі набрати/задати значення, у прикладі по робочому місцю ГрБЗ X190 (тобто 190 як 16-тирічне число 400), підтвердивши натискуванням клавіші «Enter»;

- у відкритому рядку установити курсор на комірку стовбця «Value (dec)» і натиснути ЛКМ. Після цього, якщо в цій комірці є «1», то двічі натиснути ЛКМ (появиться значення «0»), а якщо «0», то перейти на наступний пункт.

4. Упевнитися за засвічуванням світлодіода «Р» МТМ103.01, що переведення на МТМ103.01 виконано безударно, тобто значення сигналу на індикаторі МТМ103.01 даної САР не змінилося. У протилежному разі, потрібно знайти причину несправності та усунути її. При невідповідності вихідного сигналу з ПТК і МТМ103.01 налагодити час затримки сигналу, який формується задавачем.

5. Відновити «Адресу READY» даного регулятора, для чого в налагоджувальній таблиці в масиві PASP_ARR_REG у 4-ому рядку [4, 4] задати попереднє значення «Адреси READY» (128.0), набравши цифрами на клавіатурі це значення й натиснути клавішу «Enter». У результаті цих дій управління даною САР повинно перейти з МТМ103.01 на ПТК, про що буде свідчити відсутність свічення світлодіода «Р» МТМ103.01. У протилежному разі, потрібно знайти причину несправності, усунути її та повторити дані дії.

Розділ 3

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ НЕКОНЦЕНТРОВАНОЇ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ ГАЗОПОДІБНИМ АМІАКОМ І ГАЗАМИ ДИСТИЛЯЦІЇ В АПАРАТАХ ВТН

3.1. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу підготовки газоподібного аміаку

НАК зі складу цеху азотної кислоти з масовою долею не менше 58%, оксидів азоту не більше 0,1%, масовою концентрацією йонів хлору не більше 20,0 мг/дм³, тиском не менше 0,4 МПа (4,0 кгс/см²) (вимірюється манометром PIRAL-2), проходить через фільтр і поступає в розподільчий колектор (на рис. 3.1 трубопроводи НАК показані світлокоричневим кольором). З цього колектора НАК направляється в апарати ВТН 22/1-5, а також у ГрБ3 і ГрБ4.

На вхідному трубопроводі НАК в цех встановлено термометр контролю температури з виведенням показань на пульт управління (термометр TIR2). На трубопроводі НАК є дренаж, з якого НАК направляється в резервні сховища слабкого розчину. Також передбачена подача НАК на апарати ВТН зі складу по 2-х резервних лініях: перша з встановленим на ній фільтром — на апарати ВТН 22/1-5. ГД під тиском не більше 0,3 МПа (3,0 кгс/см²) (вимірюється манометром PIR-17) і температурою не більше 100°C (вимірюється термометром TIR-10-8) поступають в апарати ВТН 22/1-5. Витрата ГД (вимірюється витратоміром FIR-16) не більше 5000 м³/год. На трубопроводі ГД передбачена аналізна точка GO-112 для визначення складу газів дистиляції. ГД поступають у загальний колектор, на якому встановлена засувка з електроприводом, дистанційне управління якої здійснюється з ЦПУ. Із загального колектора ГПА (трубопроводи жовтого кольору) під тиском 0,17–0,25 МПа (1,7–2,5 кгс/см²) (вимірюється манометром PI-80) і температурою не менше 10°C (вимірюється термометром TIR-10-2) через випарювач рідкого аміаку 25 поступає в підігрівач аміаку 26. Мнемосхема КСА ТП підготовки ГПА приведена на рис. 3.2.

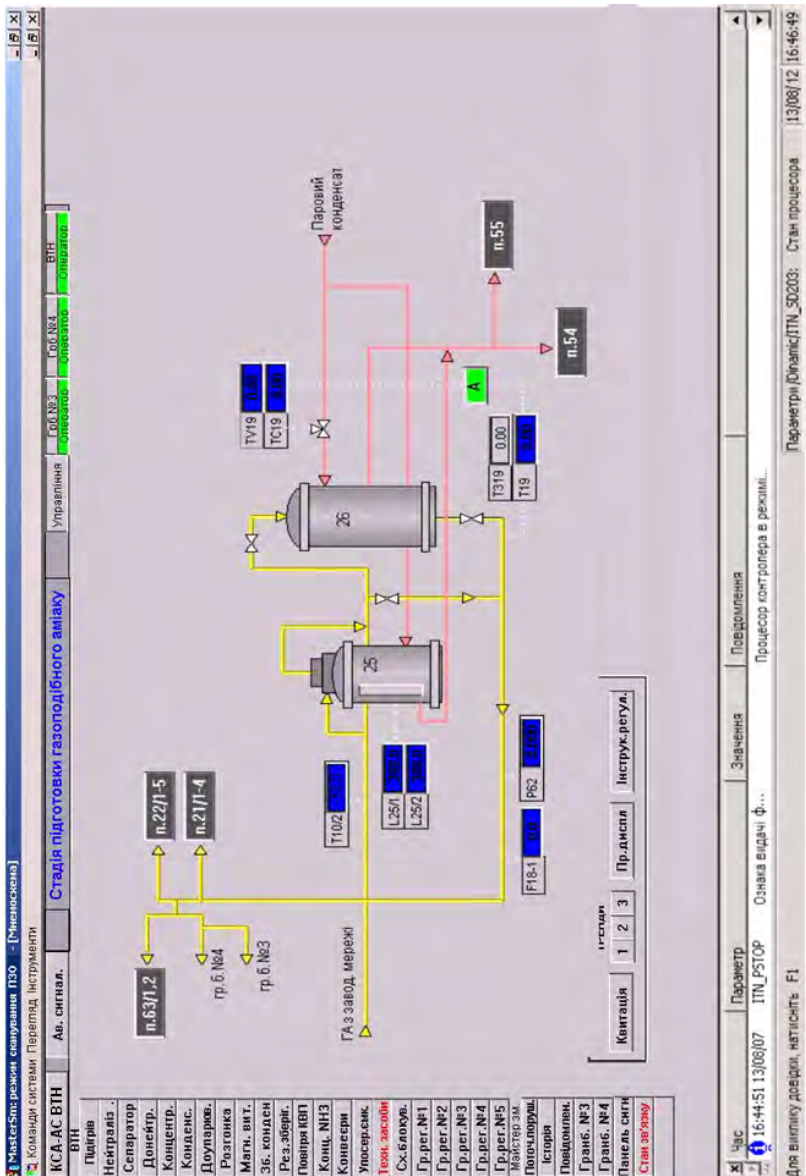


Рис. 3.2. Мнемосхема КСА ТП підготовки ГПА

Випаровувач рідкого аміаку являє собою посудину, в нижній частині якої ззовні встановлено змійовик, що обігривається паром під тиском не більше 0,55 МПа (5,5 кгс/см²) (PI-81). Випаровувач аміаку має запобіжні клапани, котрі спрацьовують при підвищенні тиску понад 0,28 МПа (2,8 кгс/см²). З метою запобігання попадання рідкого аміаку в лінію подачі ГПА в апарати ВТН 22/1-5 передбачена видача рідкого аміаку з випаровувача 25 у сховище аміачної води. Температура Т19 ГПА стабілізується регулятором температури ТС19 за рахунок зміни витрати парового конденсату, який подається в теплообмінник 26 (трубопроводи світлокоричневого кольору). Рівень аміаку у випаровувачі 25 вимірюється рівнемірами LIRAH25.1-3 і підтримується в межах 400–700 мм. Підігрівач аміаку являє собою вертикальний кожухотрубний теплообмінник, у міжтрубний простір котрого подається пара під тиском не більше 0,55 МПа (5,5 кгс/см²) і вимірюється манометром PI-81 (трубопроводи коричневого кольору). Паровий конденсат з підігрівача аміаку та з випаровувача аміаку виводиться в збірник чистого конденсату 55 або, у випадку забруднення, в збірник конденсату 54. ГПА після підігрівача 26 з температурою не вище 80°C (вимірюється термометром TIRC-19) і тиском 0,17–0,25 МПа (1,7–2,5 кгс/см²) (вимірюється манометром PIR-62) поступає в розподільчий колектор. На розподільчому колекторі встановлена діафрагма для визначення витрати аміаку (витратомір FIR-18/1-3) та аналізна точка для визначення масової концентрації мастила, а також об'ємної долі інертних газів в аміаку (контролюються з аналізної точки GO-224).

3.2. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу нейтралізації азотної кислоти

З розподільчого колектора ГПА подається: в апарати ВТН 22/1-5; у донейтралізатори 21/1-4; на ГрБ3 і ГрБ4, у гідрозатвори-донецитралізатори 602/1,2, у нейтралізатор плаву 606; у гідрозатвори-донецитралізатори 3г/1,2, у нейтралізатор плаву 7г ГрБ4 [19–21]. Мнемосхема КСА ТП нейтралізації НАК ГПА приведена на рис. 3.3. ГПА і ГД (трубопроводи жовто-зеленого кольору), поступають у кільцевий барботер, який розташований у нижній частині реакційної склянки апарату ВТН. НАК нейтралізується ГПА зі створенням розчину аміачної селітри. Кількість аміаку, який поступає в апарат ВТН, задається регулятором витрати FIRC-20/1-5. Вона не повинна перевищувати регламентної величини 10000 м³/год. Для ведення оптимального технологічного процесу в апаратах ВТН передбачена система контролю та автоматичного регулювання процесу нейтралізації Система забезпечує вимірювання концентрації надлишкової кислоти на

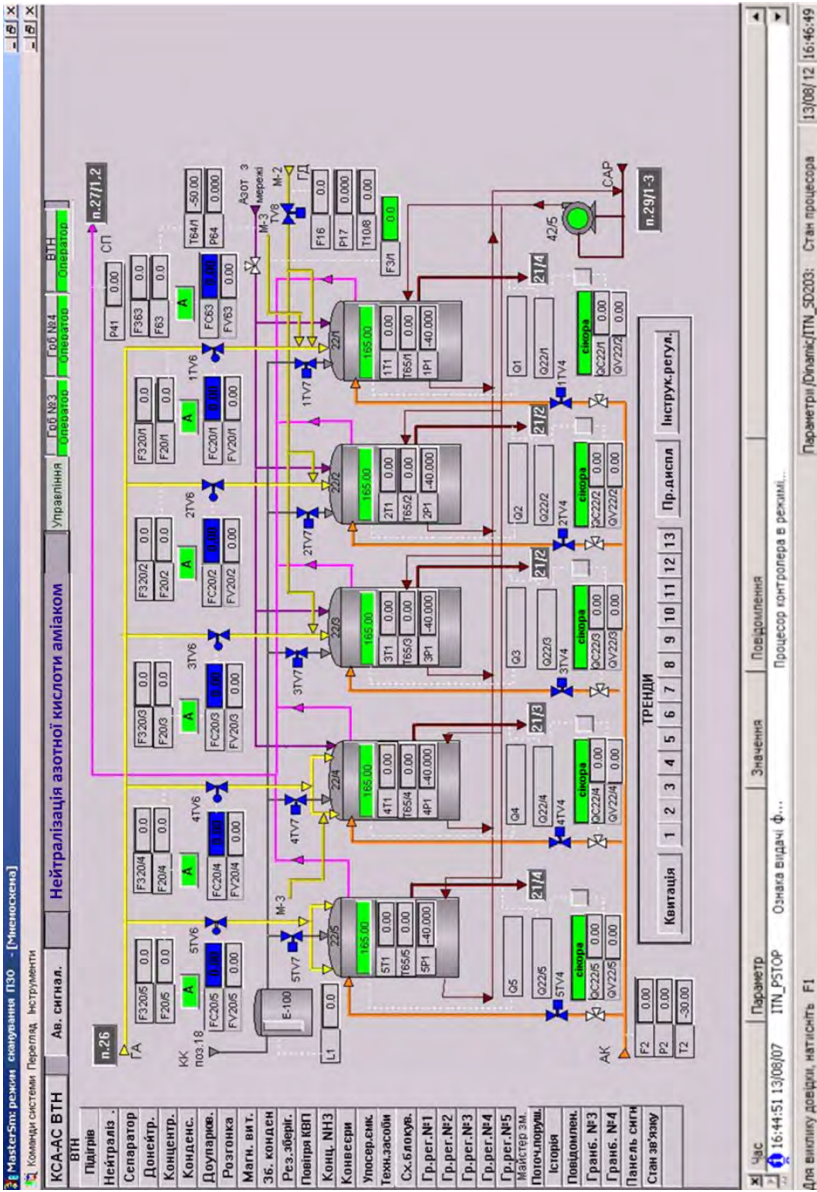


Рис. 3.3. Мнемосхема КСА ТП нейтралізації НАК

виході з апаратів ВТН і здійснює регулювання процесу нейтралізації в апараті. Підтримується близьке до стехіометричного співвідношення витрат реагуючих компонентів (НАК і ГПА) шляхом зміни подачі НАК в реакційну зону апарату з метою економічного їх витрачання, а також безпечного ведення технологічного процесу, зниження корозійних розрушень обладнання та зменшення викидів у навколишнє середовище.

Технологічні параметри, що підлягають контролю, регулюванню, сигналізації та блокуванню приведені в табл. 3.1.

Для безпечного ведення процесу нейтралізації газами дистиляції передбачена подача в апарати ВТН азоту, в кількості не менше 500 м³/год (FIRCAL-63) у кожний ВТН, який працює на газах дистиляції. Тиск (PIR-64) і температура азоту (TIR 64.1) на вході в цех не нормуються. Для зменшення злежуваності аміачної селітри в апарати ВТН подається розчин магnezитової витяжки. Апарат ВТН є циліндричною посудиною, в якій установлена реакційна склянка. НАК і ГПА або аміакомісткі гази подаються в барботери, що розташовані в реакційній склянці один над одним. Барботери забезпечують зустрічну подачу реагентів у диспергованому стані. Реакційна склянка внизу має отвори, через які в неї поступає циркулюючий розчин аміачної селітри, що заповнює кільцевий простір між корпусом апарату та реакційною склянкою. Циркуляція розчину забезпечується піднімальною силою, що створюється в реакційній зоні за рахунок пароутворення. Кратність циркуляції залежить від інтенсивності пароутворення (вона підвищується з ростом масової концентрації НАК і температури підігріву початкових реагентів). Циркуляція позитивно впливає на повноту реакції нейтралізації. Реакція нейтралізації супроводжується значним виділенням тепла, що використовується для виділення частини води, яка вноситься з кислотою. Температура розчину в апаратах ВТН підтримується не більше 160°C (TIRSAH1). Для зниження температури в апаратах ВТН передбачена подача слабкого розчину аміачної селітри зі сховища 29/1-3 насосом 42/5. При досягненні температури розчину 162°C спрацьовує світлова та звукова сигналізація. У випадку підвищення температури в апаратах ВТН більше 165°C автоматично відсікачем THVS 1-4 припиняється подача НАК і за допомогою регулюючого клапана THVS 1-10 припиняється подача в них аміаку. Одночасно, автоматично відкривається відсікач THVS 1-7 на лінії конденсату сокової пари у ВТН. При цьому з напірного баку Е-100 в реакційну зону апарату подається конденсат сокової пари. Конденсат сокової пари в напірний бак Е-100 подається насосом 42/5 зі сховища 29/1. Рівень у напірному баку має бути в межах 400–1600 мм і контролюється рівнеміром LIRAH1. Для запобігання переливу конденсату під час заповнення напірного баку передбачена лінія переливу з напірного баку в сховище 29. Технологічні параметри, що підлягають аналітичному контролю у відділенні нейтралізації НАК ГПА приведені в табл. 3.2.

Технологічні параметри, що підлягають контролю, регулюванню, сигналізації та блокуванню у відділенні нейтралізації НАК ГПА

Найменування стадії, місце вимірювання параметру/відбору проби	Параметр, що контролюється, позиція КВП/А, од. вим.	Частота та вид контролю	Норми	Діапазон допустимих показань	Засоби вимірювання
1	2	3	4	5	6
1. Аміак на вході в цех	Температура, ПІР-10-2, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не менше 10	не менше 10,74	Термометр опору мідний ТСМ-Х. Кт-0.1. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: -50÷+150°С. Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск, РІ-80, МПа	Періодичний контроль, запис у рапорті	0,17–0,25	0,176–0,244	Манометр показуючий МПП-160-10. ДВ: 0±0,4 МПа. Кт-1.6
2. Пара у випаровувач 25 і підгрівач аміаку 26	Тиск, РІ-81, МПа	Періодичний контроль за місцем, запис у рапорті	не більше 0,55	не більше 0,52	Манометр показуючий МПП-160-10. ДВ: 0±1,0 МПа. Кт-2.5.
3. Колектор ГПА після підгрівача 26	Тиск, РІР-62, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не норм.	-	Перетворювач тиску МС-ПІ. ДВ: 0±0,4 МПа. Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4÷20 мА. Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Температура, TPC-19, °C	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 80	не більше 78,05	Перетворювач ТХК-0515. Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0±150°C / 4±20 мА. Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0±100%/4±20 мА. Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа. Кт-0.5. Клапан регул. КР-40-40 "НЗ"
	Виррата, FIR-18/1-3, м ³ /год	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не норм.	-	Діафрагма ДКС-0.6-300, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100А, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА. Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор. FR-18.3 ДВ: 0±5000 м ³ /год FR-18.1 ДВ: 0±13000 м ³ /год FR-18.2 ДВ: 0±25000 м ³ /год
4. Нейтралізація НАК ГПА і газами дистиляції в апаратах ВПН 22/1-5	Виррата аміаку, FIRС-20/1-5, м ³ /год	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті, контроль за місцем	не більше 10000	не більше 9816,7	Діафрагма ДКС-0.6-150/220, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100А, Перетворювач ППЕ-2. Кт-1.0. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА. Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор. FRC-20/1: ДВ: 0±9961,00 м ³ /год FRC-20/2: ДВ: 0±9961,06 м ³ /год FRC-20/3: ДВ: 0±9961,06 м ³ /год

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Тиск сокової пари, РІ-(74-78), МПа	Періодичний контроль за місцем	не більше 0,02	не більше 0,017	FRC-20/4: ДВ: 0±9517 м ³ /год FRC-20/5: ДВ: 0±9517 м ³ /год Задавач струму МТМ 103-01. Кт-0.1. ДВ: 0±100%/4÷20 мА. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа. Кт-0.5. Клапан регул. FRC-20/1-3 КР-150-16 "НЗ", Ду150. FRC-20/4,5 25нж54нж "НЗ" Ду150.
	Тиск сокової пари у верхній частині апарату (1-5), PIRAN1, кПа	Неперервна реєстрація на індикаторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 20	не більше 19,74	Манометр технічний СРМ ОБМ1-100. ДВ: 0±0,1 МПа. Кт-2.5.
	Температура, ТРАН-65/1-5, °С	Сигналізація максимуму Неперервна реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	20	19,74	Повторювач тиску ПД-4М-1. ДВ: 0,5±100 кПа. Кт-0.1. Перетворювач тиску МТМ700.Ді-Ех-40-3-2. ДВ: 0±40 кПа/4-20 мА, Кт-0.5. Ресстратор МТМ-РЕ-160. ДВ: 0±40 кПа. Кт-0.2. Контролер, Кт-0.1. Монітор
					Індикатор сигналізації. Монітор
					Термопара ТХК-0515, Кт-1. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0±300°С. Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Температура в реакційній зоні (1-5), TIRSAH1, °С	Неперервна індикація та реєстрація на індикаторі в ЦПУ	не більше 160	не більше 157,4	Термометр опору ТСП-1088. ДВ: 50±500°С. Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 ТСП. ДВ: 0±200°С/ 4÷20 мА. Кт-0.25. Реєстратор електронний МТМ-РЕ-160. ДВ: 0±200°С. Кт-0.2 Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму	162	159,4	Термометр опору ТСП-1088. ДВ: 50±500°С. Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 ТСП. ДВ: 0±200°С/ 4÷20 мА. Кт-0.25. Реєстратор МТМ-РЕ-160. ДВ: 0±200°С. Кт-0.2. Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Блокування за максимумом	165	162,4	Термометр опору ТСП-1088. ДВ: 50±500°С, Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 ТСП. ДВ: 0±200°С/ 4÷20 МПа. Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Положення, стан обладнання (1-5), THVS 1-4	Сигналізація відкриття і закриття відсіків (ліній НАК)	-	-	Клапан електропневматичний "ГО" КЕП-6,3/М1. Клапан відсічний з пневматичним ВМ 12Х18Н9ТЛ тип 2.2нж32п "НЗ", Ду50. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Положення, стан обладнання (1-5), THVS 1-10	Сигналізація відкриття і закриття клапана (лінія аміаку)	-	-	Клапан електропневматичний тип "ТО" КЕП-6,3/М1. Клапан регул. 22/1 КЯ-150-16 "НЗ", Ду150 22/2,3 К-150-16 "НЗ" Ду150 22/4,5 25нж54нж "НЗ" Ду150. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Положення, стан обладнання, THVS 1-13	Сигналізація відкриття і закриття клапана (лінія ГД)	-	-	Клапан тип "ТО" КЕП-6,3/М1. Клапан відсічний з пневматичним ВМ тип 22нж79п "НЗ", Ду200, Ру40. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Положення, стан обладнання (1-5), THVS 1-7	Сигналізація відкриття і закриття відсікача (лінія конденсату)	від слабо-лужної до слабо-кислої	-	Клапан тип "ТО" КЕП-6,3/М1. Клапан відсічний з пневматичним ВМ із сталі 12Х18Н12М2Б тип 22нж32п "НО", Ду80, Ру25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Середовище розчину, QIRC-22/1-5	Неперервна індикація та реєстрація на моніторі в ЦПУ	-	-	Давач концентрації. Бар'єр іскрозахисту ВІЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПУ. ДВ: -1 ↔ +1 В. Кт-5.0. Перетворювач ПЕП-95. Кт-0.5. ДВ: 0-5 мА/0,2-1,0 ктс/см ² . Клапан регул. 25нж48нж "НО", Ду50. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
	Середовище розчину на виході з апаратів ВТН, QIRC-22/1а, 2а,3а,4а,5а	Неперервна індикація та реєстрація на моніторі в ЦПУ	від слабо-лужного до слабо-кислого	-	Давач концентрації. Бар'єр іскрозахисту БІЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПУ. ДВ: -1÷+1 В. Кт-5.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Середовище сокової пари, QIRC-(1-5).	Неперервна індикація та реєстрація на моніторі в ЦПУ	від слабо-лужного до слабо-кислого	-	Давач концентрації. Бар'єр іскрозахисту БІЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПУ. ДВ: -1÷+1 В. Кт-5.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
5. Азот в апарати ВТН 22/1-4	Витрата, FIRCAL-63, м ³ /год	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті, контроль за місцем	не менше 500	не менше 538,7	Діафрагма ДКС-0.6-100, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100 Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА. Кт-1.0. Задавач МТМ 103-01. ДВ: 0÷100%/4±20 мА. Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4±20 мА/0,02-0,1 МПа. Кт-0.5. Клапан регул. 25нж50нж "НО", Ду40. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація мінімуму	500	538,7	Індикатор сигналізації
	Тиск, PIR-64, МПа	Неперервна індикація, реєстрація	не норм.	-	Манометр сильфонний МС-П2. Кт-1.0. ДВ: 0÷0,6 МПа.

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
		на моніторі в ЦПУ			Перетворювач ПШЕ-2, Кт-1.0. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Контролер, Кт-0.1 Монітор
	Температура, TIR 64.1 °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	–	Термолара ТХК-0515, Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 L, Кт-0.25. ДВ: 50÷150°С/4÷20 мА. Контролер, Кт-0.1 Монітор
6. ГД на вході в цех	Витрата, FIR-16, м ³ /год	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 5000	не більше 4906,3	Диафрагма ДКС-0.6-200, Кт-1.0. Перетворювач 13ДД11, Кт-1.0. Перетворювач ПШЕ-2, Кт-1.0. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск, PIR-17, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 0,3	не більше 0,293	Манометр сильфонний пневматичний МС-П2. ДВ: 0÷0,4 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ПШЕ-2, Кт-1.0. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Температура, TIR-10-8, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті.	не більше 100	не більше 99,44	Термометр опору ТСМ-5071, Кт-0.1. Перетворювач МТМ 292-СТ, Кт-0.25. ДВ: 0÷±150°С, Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
7. Пожежо- господар- ська вода на вході в цех	Тиск, РІАЛ-66, МПа	Контроль за місцем	не менше 0,2	не менше 0,21	Манометр електроконтактний ВЕ-1брб. ДВ: 0÷0,6 МПа, Кт-1.5 Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація мінімуму в ЦПУ	0,2	0,21	
8. Повітря КВПіА на вході в цех	Тиск, РІАЛ-67, МПа	Сигналізація за мінімумом	0,2	0,205	Манометр ЕКМ-ІУ. ДВ: 0÷0,6 МПа, Кт-1.5. Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	–	
9. Повітря КВПіА	Витрата, FIR-64, м ³ /год Тиск, РІРСАЛН-67/1,2, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	0,126– 0,154	0,131– 0,149	Діафрагма ДКС-0,6-200, Кт-1.0. Перетворювач тиску ІЗДД11, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Кт-1.0 Манометр сильфонний МС-ПІ. Кт-1.0. ДВ: 0÷0,25. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Кт-1.0 Задавач струму МІМ 103-01. ДВ: 0÷100%/4÷20 мА. Кт-0.1. Перетворювач ППЕ-95. ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа. Кт-0.5. Клапан регул. КР-10-16 "НЗ", Ду10. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація мінімуму та максимуму	0,126 0,154	0,131 0,149	

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
10. Азотна кислота на вході в цех	Тиск, P/RAL-2, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 0,4	не менше 0,43	Манометр сильфонний МС-П2. ДВ: 0÷1,6 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Температура, TIR-2, °C	Сигналізація мінімуму	0,4	0,43	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Температура, TIR-2, °C	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	20–40	20,47–39,53	Перетворювач МТМ 201Д, ДВ: –30÷70°C, Кт-0.25. Ресстратор електронний МТМ-РЕ-160. ДВ: –30÷–70°C, Кт-0.2. Контролер, Кт-0.1. Монітор
11. Збірник слабого розчину ам. селітри 15	Рівень, LIR-13, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 2800	не більше 2726,4	П'єзометрична трубка L=2900 мм. Манометр МС-П1. ДВ: 0÷0,04 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
12. Конденсат на виході з ма-логабаритних швидкохідних конденсаторів:	Температура, °C	Неперервна реєстрація на моніторі в ЦПУ	80–90	81,3–88,7	Термометр ТХК-2088, Кт-1. Контролер, Кт-0.1. Монітор Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0÷+100°, Кт-0.25

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
поз.84/1,2 поз.84/3,4 поз.84/5,6 поз.84/7,8 поз.84/9,10 поз.84/11	TTR-16.1 TTR-16.2 TTR-16.3 TTR-16.4 TTR-16.5 TTR-16.6				поз.84/1,2 — канал 5 поз.84/3,4 — канал 7 поз.84/5,6 — канал 9 поз.84/7,8 — канал 11 поз.84/9,10 — канал 13 поз.84/11 — канал 15
13. Оборотна вода на виході з малогабаритних швидкоісних конденсаторів: поз.84/1,2 поз.84/3,4 поз.84/5,6 поз.84/7,8 поз.84/9,10 поз.84/11	Температура, °С TTR-13.1 TTR-13.2 TTR-13.3 TTR-13.4 TTR-13.5 TTR-13.6	Неперервна реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 35	не більше 33,7	Термолара ТХК-2088, Кт-1. Контролер, Кт-0.1. Монітор Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0÷100°С. Кт-0.25: поз.84/1,2 — канал 4 поз.84/3,4 — канал 6 поз.84/5,6 — канал 8 поз.84/7,8 — канал 10 поз.84/9,10 — канал 12 поз.84/11 — канал 14
14. Повітря в дренажний бак б1	Тиск, РІ-61, МПа	Періодичний контроль за місцем	не більше 0,07	не більше 0,063	Манометр технічний МП-4У. ДВ: 0÷0,15 МПа. Кт-1.5
15. Сокова пара на вході в швидкоісні конденсатори 84/1-11	Тиск, РІ-11-1, МПа	Періодичний контроль за місцем, запис у рапорті	не більше 0,02	не більше 0,013	Манометр технічний МП-4У. ДВ: 0÷0,15 МПа, Кт-1.5

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
16. Сокова пара в сокопроводі на загально-цехову свічу	Тиск, PIRSAN-41, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 0,02	не більше 0,0193	Манометр сільфонний МС-П1. ДВ: 0÷0.04 МПа. Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
17. Конденсат сокової пари у напорному баці поз. Е-100	Рівень, LIRANL1, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	400–1600	420–1580	Клапан відсічний ВЗ, Ду200, Ру16. Засувка регулююча, Ду600, Ру8. Контролер, Кт-0.1. Монітор Перетворювач 701.5Г-Ех. ДВ: 0÷25 кПа/4÷20 мА. Кт-1,0. Реєстратор електронний МТМ-РЭ-160-1. ДВ: 0÷25 кПа Кт-0,25. Блок перетворювання сигналів БПС-24, Кт-0,25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
18. Рідкий аміак у випаровувачі аміаку 25	Рівень, LIRAN 25.1 LIRAN 25.2 LI 25.3, мм	Сигналізація мінімуму максимуму Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	400 1600 400–700	420 1580 409,6–690,4	Індикатор сигналізації Рівнемір буйковий УБ-ПВ. ДВ: 0÷400 мм, Кт-1.6. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Кт-1.0. Перетворювач МТМ292-СТ. ДВ: 0÷400 мм. Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
		Сигналізація максимуму	600	590,6	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
19. Повітря у приміщенні відділення нейтралізації	Масова концентрація аміаку, QIRAH-100/1,3, мг/м ³	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 16	не більше 15,35	Газоаналізатор "Дозор" ДВ: 0±20 мг/м ³ /4±20 мА, Кт-2.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор
20. Повітря у приміщенні ЦПУ	Температура, TIR-66, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	16	15,35	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	літній період 21-28; зимовий період 20-24		Термопара ТХК-0515, Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0- 100°С/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
Приготування магnezитової витяжки					
1. Приготування розчину магnezитової витяжки	Рівень, LIRAH-(403-405), мм	Неперервна реєстрація на діаграмі та РКІ-індикаторі у щитовій, неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 5500	не більше 5374	П'єзометрична трубка L=3500 мм. Манометр МСС-410. ДВ: 0-0,06 МПа, Кт-1.5. Перетворювач тиску МТМ 701.4С. ДВ: 0-60 кПа/4±20 мА, Кт-0.6. Ресстратор МТМ-РЭ-160-01. ДВ: 0-6000 мм, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму	3100	2974	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
2. Розчин магnezитової витяжки у відстійнику 2А	Рівень, LIR-406, мм	Неперервна реєстрація на тренді та РКІ-індикаторі в щитовій, неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 4500	не більше 4395	П'єзометрична трубка L=4000 мм. Манометр сильфонний МСС-410. ДВ: 0±0,06 МПа, Кт-1.5. Перетворювач тиску МТМ 701.4С. ДВ: 0±60 кПа/4±20 мА, Кт-0.5. Ресратор МТМ-РЭ-160-01. ДВ: 1500±6500 мм, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
3. Розчин магnezитової витяжки в донейтрапі-заторі 3А	Рівень, LIR-407, мм	Неперервна реєстрація, неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 2800	не більше 2778,5	П'єзометрична трубка L=2610 мм. Перетворювач тиску МТМ 700.ДИ. ДВ: 0±60 кПа/4±20 мА, Кт-0.5. Ресратор. МТМ-РЕ-160-01. ДВ: 300±3550 мм, Кт-0.1 Контролер, Кт-0.1. Монітор
4. Сховище магnezитової витяжки 65/І	Рівень, LIRAN-39, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 4500	не більше 4393,3	П'єзометрична трубка L=4000 мм. Манометр сильфонний МС-ПІ. ДВ: 0±0,06 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму	4000	3893,3	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
5. Сховище магнетитової вугілки 65/2	Рівень, LIR-26, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 4500	не більше 4393,3	П'єзометрична трубка L=4350 мм. Перетворювач тиску МС-ПІ. ДВ: 0±0,06 МПа. Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА. Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1 Монітор
6. Повітря технологічне	Тиск, PIR400, кПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 550	не більше 547,9	Перетворювач тиску МТМ 700 ДИ. ДВ: 0±600 кПа/4±20 мА, Кт-0.25. Ресстратор МТМ-РЕ-160-01. Кт-0.25. ДВ: 0±600 кПа. Контролер Кт-0.1. Монітор

Таблиця 3.2
Технологічні параметри, що підлягають аналітичному контролю у відділенні нейтралізації НАК

Найменування стадії, місце вимірювання параметру/ відбору проби	Параметр, що контролюється, од. вим.	Частота контролю	Норми	Методи вимірювання
1	2	3	4	5
1. Гази дистилляції на вході в цех	Об'ємна доля, %:			
	- аміаку	1 р./добу	не менше 80,0	Титриметричний, за методикою МВ-259
	- діоксиду вуглецю	1 р./добу	не більше 8,0	Хроматографічний, за методикою Х-587
	- оксиду вуглецю	1 р./добу	не норм.	Хроматографічний, за методикою Х-332
	- кисню	1 р./добу	не норм.	Хроматографічний, за методикою Х-332
	- водню	1 р./добу	не норм.	Хроматографічний, за методикою Х-91
	- азоту	1 р./добу	не норм.	Хроматографічний, за методикою Х-332
	- метану	1 р./добу	не норм.	Хроматографічний, за методикою Х-332
	- вологи	1 р./добу	не більше 15,0	Титриметричний, за методикою 0-1047
	Масова концентрація:			
- карбаміду, г/м ³	2 р./тижд.	не більше 0,1	Фотоколориметричний, за методикою 0-1017	
- мастила, мг/м ³	1 р./добу	не більше 22,0	УФ-спектрофотометрія, за методикою С-545	
2. Нейтралізація НАК у ВТН:	Масова доля, %	1 р./4 год	не менше 75,0	За густиною, за методикою МВ-849
- аміаком з газів дистилляції	Масова концентрація, г/дм ³ :			
	- азотної кислоти	1 р./год	не більше 5	Титриметричний, за методикою МВ-850
- ГПА	- азотної кислоти	1 р./год	не більше 5	Титриметричний, за методикою МВ-850
3. ГПА на вході в цех	Масова концентрація мастила, мг/м ³	1 р./тижд.	не більше 22,0	УФ-спектрофотометрія, за методикою С-545
	Об'ємна доля інертних газів, %	1 р./тижд.	не більше 1,0	Титриметричний, за методикою МВ-623

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
4. НАК на вході в цех	Масова доля, %: - НАК	1 р./тижд.	не менше 58,0	За густиною, за методикою МВ-152
	- оксидів азоту	1 р./тижд.	не більше 0,1	Перманганометричний, за методикою МВ-153
	Масова концентрація хлорид-йонів, мг/дм ³	1 р./тижд.	не більше 20	Меркурометричний, за методикою МВ-622
5. Нейтралізація НАК ГПА в апаратах ВПН: - конденсат сокової пари після апаратів ВПН - конденсат сокової пари після сепараторів сокової пари	Масова концентрація, г/дм ³ : - аміаку	за вимогою	не більше 3,0	Титрометричний, за методикою МВ-850
	- азотної кислоти	за вимогою	не більше 1,0	Титрометричний, за методикою МВ-850
	- аміачної селітри	за вимогою	не більше 20,0	Титрометричний, за методикою МВ-382
	Масова концентрація, г/дм ³ : - аміаку	1 р./добу	не більше 3,0	Титрометричний, за методикою МВ-850
	- азотної кислоти	1 р./добу	не більше 1,0	Титрометричний, за методикою МВ-850
- ам. селітри	1 р./добу	не більше 2,0	Титрометричний, за методикою МВ-382	
6. Донеїтралізація розчину ам. селітри в донеїтралізаторах (з лінії переливу напірного баку	Масова концентрація, г/дм ³ : - аміаку	1 р./год	не більше 0,05	Титрометричний, за методикою МВ-850
	- азотної кислоти	1 р./год	не більше 1,2	Титрометричний, за методикою МВ-850
	- оксиду магнію	1 р./год	1,6÷4,0	Комплексонометричний, за методикою МВ-193
	Масова доля мастила, мг/кг	1 р./тижд.	не більше 7,0	УФ-спектрофотометрія, за методикою С-546
	Масова доля ам. селітри, %	ч-з 2 год	не менше 75,0	За густиною, за методикою МВ-849
7. Розчин нітрату амонію	Масова концентрація нітрату амонію, г/дм ³	за вимогою	не менше 250	Титрометричний, за методикою МВ-382

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5
	Масова концентрація: - хлоридів, г/дм ³ - нітритів, г/дм ³ - мастила, мг/дм ³ Масова доля, %: - сульфат-йону - калію	за вимогою за вимогою за вимогою за вимогою за вимогою за вимогою	не більше 20 не норм. не більше 7,0 не більше 1,5 не більше 0,5 безколірний	Турбидиметричний, за методикою МВ-1119 Перманганометричний, за методикою МВ-798 ІК-спектофотометричний, за методикою С-575 Турбидиметричний, за методикою МВ-1118 Турбидиметричний, за методикою МВ-1118 Полум'янофотометричний, за методикою НПЦ-87
8. Азотна кислота з реактора після розчинення конденсатом	Масова доля азотної кислоти, %	при заповненні реактора	25÷30	За густиною, за методикою МВ-152
9. Розчин азотнокислого магnezиту в реакторах	Масова концентрація оксиду магнію, г/дм ³ рН	кожне приготування кожне приготування	100,0÷145,0 7,02÷8,0	Комплексонометричний, за методикою МВ-854 Потенціометричний, за методикою Е-519
10. Розчин магnezитової витяжки зі сховища	Масова концентрація, г/дм ³ : - оксиду магнію, - залізо в перерахунку на оксид заліза рН	1 р./добу 1 р./добу 2 р./добу	100,0÷145,0 не більше 0,009 7,02÷8,0	Комплексонометричний, за методикою МУ-854 Фотоколориметричний, за методикою НПЦ № 1113 Потенціометричний, за методикою Е-519

3.3. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу донейтралізації аміачної селітри та конденсації сокової пари

Мнемосхема КСА ТП донейтралізації розчину аміачної селітри ГПА приведена на рис. 3.4. Розчин аміачної селітри з масовою долею не менше 75% і масовою концентрацією азотної кислоти не більше 5 г/дм³ (аналізні точки GO-107, 109, 110, 117, 118) з апаратів ВТН 22/1-5 поступає в донейтралізатори 21/1-4. Вміст аміаку, азотної кислоти та аміачної селітри в розчині, який виходить з апаратів ВТН 22/1-5, контролюється та стабілізується системою аналізаторів QIRC-22/1a,2a,3a,4a,5a. Передбачена подача парового конденсату в лінії виходу розчину аміачної селітри з апаратів ВТН і в аміачні барботери для їх промивання при запусках і зупинках з метою запобігання кристалізації ліній і барботерів. Сокова пара, що створюється в результаті кипіння розчину за рахунок тепла реакції нейтралізації, з апаратів ВТН 22/1-5 поступає в сепаратори сокової пари 27/1-2. Мнемосхема КСА ТП сепарації сокової пари приведена на рис. 3.5. Сепаратор має три сітчасті тарілочки, на двох з котрих укладені охолоджуючі оборотною водою змійовики. Частина сокової пари конденсується і на тарілках створюється шар конденсату, крізь який барботує та одночасно промивається новостворена сокова пара. У верхній частині сепараторів розміщено відбійник з голкопробивного полотна, на якому проходить відділення та виведення бризок розчину аміачної селітри. Із сепараторів 27/1-2 сокова пара поступає в загальний колектор. Масова концентрація аміаку, азотної кислоти та аміачної селітри в соковій парі після апаратів ВТН 22/1-5 неперервно контролюється системою аналізаторів QIRC(1-5). Для проведення лабораторного аналітичного контролю сокової пари передбачені також аналізні точки GO-111, 113, 114, 115, 116. Тиск сокової пари після апаратів ВТН має бути не більше 20 кПа (0,2 кгс/см²) (вимірюється манометрами PI-(74-78) і PIRAH1).

При досягненні тиску у верхній частині апаратів ВТН 20 кПа спрацьовує світлова та звукова сигналізація. На загальному колекторі сокової пари після апаратів ВТН передбачена аналізна точка GO-106 для лабораторного визначення складу конденсату сокової пари. Сокова пара з донейтралізаторів викидається в атмосферу по свічі, на якій є аналізна точка GO-105 для лабораторного контролю вмісту аміаку, оксидів азоту та аміачної селітри. Сокова пара у вигляді конденсату дренується в резервне сховище слабкого розчину 29/1, 2, збірник конденсату 54 та збірник

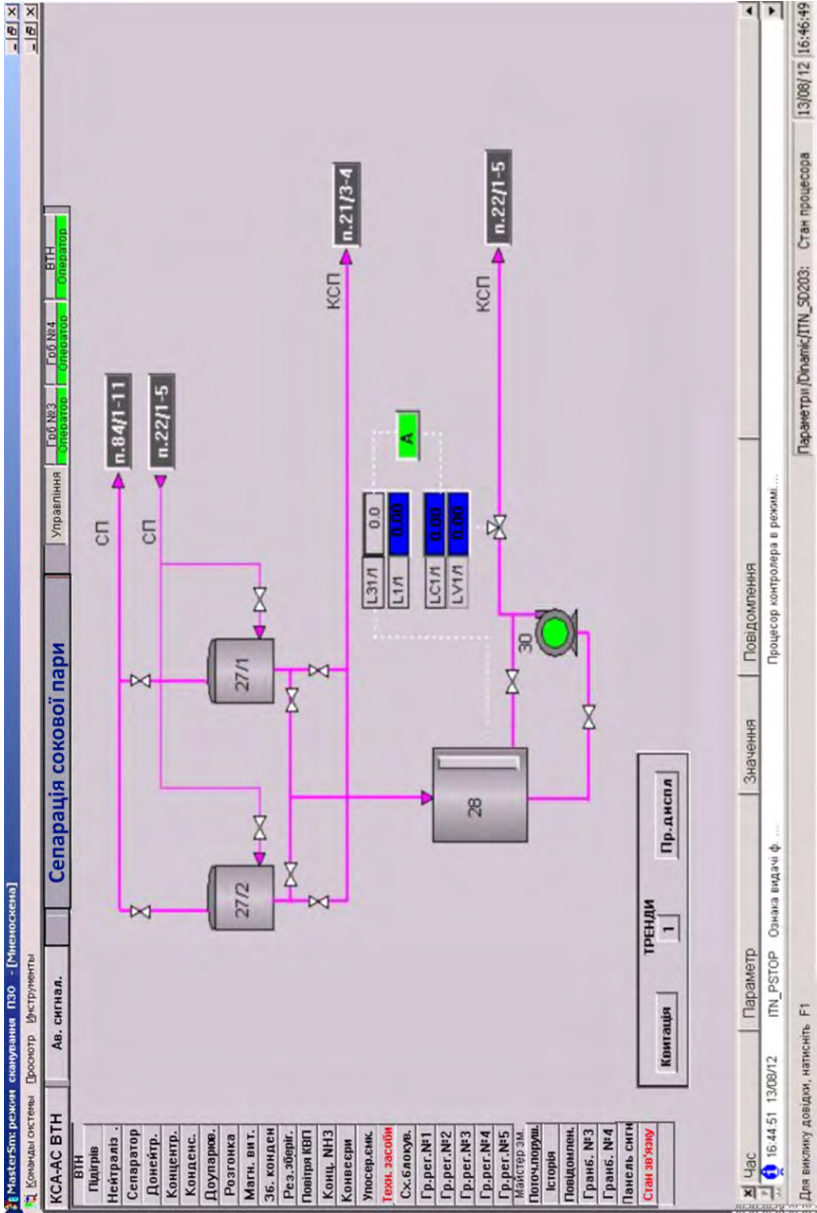


Рис. 3.5. Мнемосхема КСА ТП сепарації сокової пари

слабкого розчину аміачної селітри 15. Сокова пара з загального колектора поступає на малогабаритні швидкісні конденсатори 84/1-11 або загальноцехову свічу. Мнемосхема КСА малогабаритних швидкісних конденсаторів сокової пари приведена на рис. 3.6. Охолоджуючою рідиною на малогабаритних швидкісних конденсаторах служить вода оборотного циклу. Тиск оборотної води на вході в цех не менше 0,26 МПа (2,6 кгс/см²) (PIAL-11), витрата (FIR-31) не нормується.

Температура (TIR-10-6) оборотної води на вході в цех не більше 28°C, на виході з цеху не більше 35°C (TIR-13). Передбачено лабораторний контроль якості оборотної води на вході в цех з аналізної точки GO-245 і на виході з цеху з аналізної точки GO-246. Оборотна вода через фільтри 82/1-3 поступає на конденсатори. Тиск оборотної води (вимірюється манометром PI-51-1) на вході фільтрів не менше 0,16 МПа (1,6 кгс/см²), на виході з фільтрів (PI-52-1) не менше 0,13 МПа (1,3 кгс/см²). Якщо тиск оборотної води після фільтра досягає 0,13 МПа (1,3 кгс/см²), то включається в роботу резервний фільтр, а працюючий зупиняється для очищення. Оборотна вода після малогабаритних швидкісних конденсаторів з температурою не більше 35°C (TIR-13.1-13.6) поступає в скидний колектор оборотного циклу. Тиск сокової пари на вході в малогабаритні швидкісні конденсатори та в сокопроводі, що виходить на загальноцехову свічу, не має перевищувати 0,02 МПа (0,2 кгс/см²) (PI-11-1, PIRSAH-41). При підвищенні тиску сокової пари понад 0,02 МПа (0,2 кгс/см²) спрацьовує блокування, при підвищенні тиску сокової пари більше 0,022 МПа (0,22 кгс/см²) електрозасувка автоматично спрацьовує на повне відкриття і сокова пара направляє на загальноцехову свічу. Конденсат сокової пари з конденсаторів 84/1-11 з температурою 80–90°C (TIR-16.1-16.6) направляє в збірник конденсату 54. Передбачена аналізна точка GO-122 для визначення складу конденсату сокової пари після конденсаторів 84/1-11. Відсмоктування інертів з малогабаритних швидкісних конденсаторів виконується вакуум-насосом 40/1-3. В якості робочої рідини на вакуум-насосах використовується конденсат сокової пари. Також може використовуватися вода оборотного циклу. Конденсат сокової пари на вакуум-насоси подається по замкнутому циклу: конденсат з лінії нагнітання насосів 56 поступає на холодильники 59/1-3, де охолоджується оборотною водою та подається на вакуум-насоси. Мнемосхема КСА ТП розгонки газового конденсату приведена на рис. 3.7. Конденсат після вакуум-насосів поступає в збірник замкнутого циклу 58, рівень у якому не мусить перевищувати 1500 мм (LIRC-29). Із збірника 58 насосами 60/1,2 конденсат відкачується в збірник конденсату 54 або через холодильник 59/3 може подаватися на вакуум-насоси. У випадку забивання вакуум-насосів солями жорсткості передбачена схема промивання вакуум-насосів розчином азотної

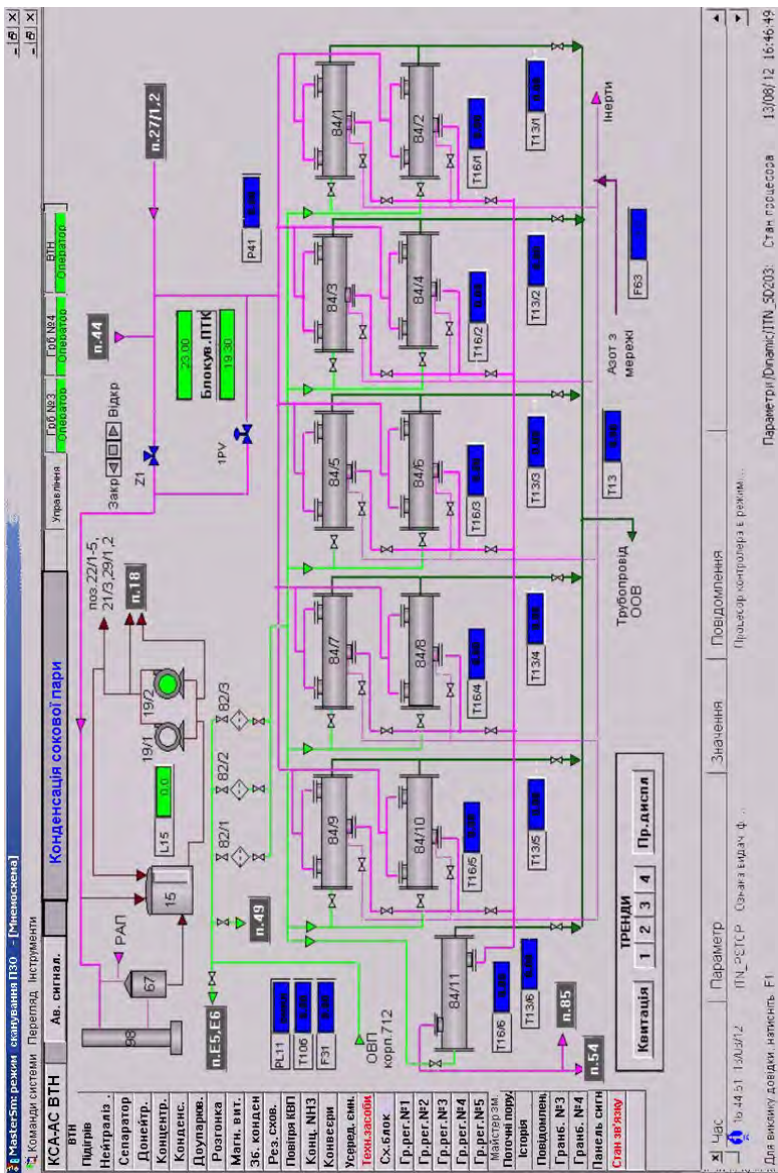


Рис. 3. 6. Мнемосхема КСА малогабаритними швидкодієними конденсаторами

кислоти з дренажного баку з наступним відкачуванням промивного розчину в резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри 29/1,2. Несконденсована в малогабаритних швидкісних конденсаторах сокова пара через сепаратор загальноцехової свічі 67 скидається в атмосферу. Масова концентрація аміаку в соковій парі повинна бути не більше 180 мг/м^3 (контролюється з аналізної точки GO-250). Розчин аміачної селітри з сепаратора 67 поступає в збірник слабкого розчину аміачної селітри 15, сюди ж поступає розчин з колектора сокової пари. Рівень у збірнику слабкого розчину аміачної селітри 15 має не перевищувати 2800 мм (LIR-13). Із збірника 15 насосами 20/1,2 розчин відкачується в збірник 18/1. Рівень конденсату в збірнику 18/1,2 має бути в межах 1000–3800 мм (LIRALH-14/1,2). У збірник конденсату сокової пари 18/1,2 поступає перелив з напірного баку конденсату 413 ГрБ3. Із збірника 18/1,2 конденсат сокової пари насосами 20/1,2 подається у напірний бак конденсату 413 ГрБ3, у збірник 615, у бак кислого конденсату 123 та у відділення приготування магнезитової витяжки. Цей же розчин використовується при промиванні «зваженого» шару та конусів ГрБ3 і ГрБ4.

У резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри 29/1-2 подається циркуляційний розчин насосом 42/5. Цим же насосом відкачується розчин аміачної селітри з апаратів ВТН 22/1-5 і донейтралізаторів 22/1-4 при їх зупинці. У сховище 29/1,2 поступає розчин аміачної селітри, який сконденсувався в сокопроводі з апаратів ВТН, розчин, який створився при промиванні конусів і решітки «зваженого» шару ГрБ3. У резервне сховище 29/1 поступає розчин, який створився при промиванні конусів і решітки «зваженого» шару ГрБ4, азотна кислота з дренажа лінії азотної кислоти. У резервне сховище 29/1 поступає азотна кислота з піддонів апаратів ВТН 22/4,5, азотна кислота з дренажу лінії азотної кислоти на ГрБ3, конденсат зі збірника 54 у випадку його забруднення, розчин аміачної селітри, що створився в сокопроводі з апаратів ВТН, паровий конденсат з випарних апаратів 44/1,2 при їх запуску та зупинці, розчин нітрату амонію, який є відходом виробництва алюмінію гідрат оксиду переосадженого. Розчин, що використовується для промивання вакуум-насосів 40 від солей жорсткості, зі збірника замкненого циклу 58 поступає в сховище 29/2. Розчин аміачної селітри зі збірників упареного розчину 63 може відкачуватися насосом 64/5 у сховище 29/1,2. Передбачена схема промивання поверхневих конденсаторів 407 ГрБ3 закисленим розчином зі сховищ 29/3 насосом 42/5. Розчин, який створився при промиванні обладнання, комунікацій, з дренажного баку 61 насосом 69 відкачується в сховище 29.

3.4. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу приготування та уведення в донейтралізатори магнетитової витяжки

Процес розкладання магнетиту азотною кислотою здійснюється в реакторах періодичної дії 1А/1-3 і проводиться в декілька операцій:

- приготування азотної кислоти з масовою долею 25–30%;
- завантаження розчину азотної кислоти в розчин магнетиту з одночасним перемішуванням;
- перемішування розчину повітрям до кінцевого розкладання магнетиту;
- освітлення отриманого розчину від нерозчинних частинок;
- зливання освітленого розчину витяжки з реактора у відстійник 2А.
- зливання рідких відходів магнетитової витяжки в автоцистерну та відправка їх на ФХО.

Мнемосхема КСА ТП приготування магнетитової витяжки приведена на рис. 3.8.

Магнетит із залізничної цистерни технологічним повітрям з гребінки подається в силос 6А/1-2. Реактор 1А/1-3 заповнюється конденсатом сокової пари, який подається насосом 20/1-2 зі збірника конденсату сокової пари 18/1-2. З метою зменшення вмісту азоту амонійного в рідких відходах магнетитової витяжки передбачена подача парового конденсату з лінії нагнітання насоса 57/1-2 у лінію конденсату сокової пари. У барботер реактора 1А/1-3 подають технологічне повітря. Потім по трубопроводу з цеху в реактор подається розчин азотної кислоти. При досягненні масової долі кислоти 25–30% (відбір проби для лабораторного аналізу виконується з аналізної точки GO-411) подача азотної кислоти припиняється. У приготовлений в реакторі 1А/1-3 розчин кислоти з силосу 6А/1-2 технологічним повітрям подається магнетит.

Подачу магнетиту в реактор дозують з надлишком проти стехіометрії до рН середовища розчину 7,02–8,0. Відбір проби для лабораторного аналізу виконується з аналізної точки GO-411. Після припинення подачі магнетиту розчин витримують при температурі 70–90°C на протязі 1-2 годин з постійним перемішуванням за допомогою повітря. Рівень у реакторі 1А/1-3 підтримується не більше 5500 мм і контролюється за допомогою рівнеміра LIRAH-403-405. Викидні гази з реакторів 1А/1-3 через сепаратор 8А поступають на загальноцехову свічу і викидаються в атмосферу. Після перемішування розчин магнетитової витяжки відстоюється в реакторі не менше 6 годин. Потім магнетитова витяжка з масовою концентрацією нітрату магнію в перерахунку на оксид магнію

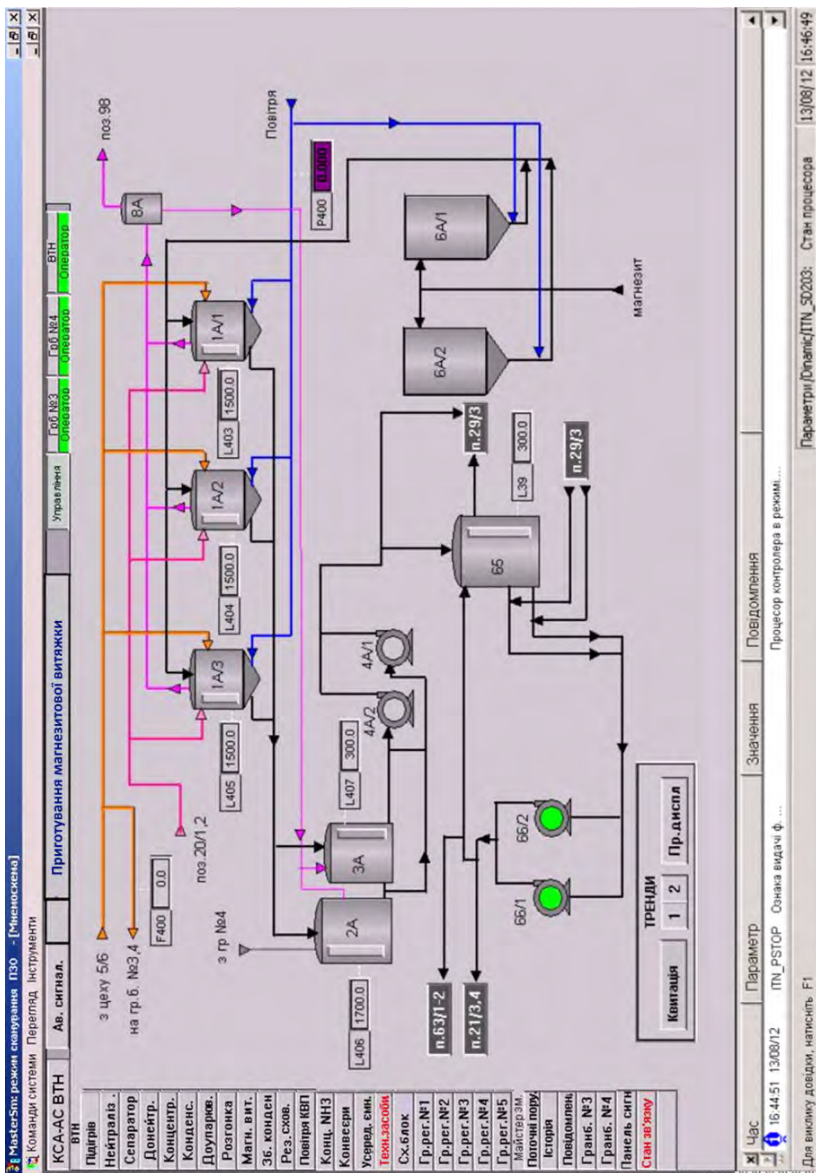


Рис. 3.8. Мнемосхема КСА ПП приготування магнетитової витяжки

100–145 г/дм³ (аналізна точка GO-411) з реактора зливається у відстійник 2А.

Рівень у відстійнику магнезитової витяжки 2А має бути не більше 4500 мм (LIR-406). З відстійника освітлений розчин магнезитової витяжки відкачується центробіжним насосом 4А/1,2 у сховище магнезитової витяжки 65/1, звідки поступає в сховище магнезитової витяжки 65/2. Передбачена резервна лінія відкачування розчину магнезитової витяжки насосом 4А/1,2 у сховище магнезитової витяжки 65/1.

Рівень у сховищі магнезитової витяжки 65/1 має бути не більше 4500 мм (вимірюється рівнеміром LIRAH-39), у сховищі 65/2 — не більше 4500 мм за рівнеміром LIR-26. Масова концентрація нітрату магнію в перерахунку на оксид магнію 100,0–145,0 г/дм³, заліза в перерахунку на оксид заліза не більше 0,009 г/дм³, рН 7,02–8,0 (контролюється з аналізної точки GO-410).

Рідкі відходи магнезитової витяжки з конусної частини реактора 1А/1-3 об'ємом 4–6 м³ шламовим насосом 5А закачуються в контейнер або автоцистерну. Сюди ж насосом 5А відкачується конденсат сокової пари під час промивання реакторів 1А/1-3. Рідкі відходи магнезитової витяжки з масовою концентрацією азоту амонійного не більше 120 мг/дм³, азоту нітратного не більше 100 г/дм³ і рН 6,5–8,5 вивозяться на ФХО цеху НОПС, звідки по шламовій лінії відкачуються в шламонакопичувач. Для запобігання ущільнення колоїдного осадку після відкачування розчину магнезитової витяжки до вивантаження рідких відходів у нижню частину реактора подається повітря.

У донейтралізатор 3А, рівень у котрому не має перевищувати 2800 мм за рівнеміром LIR-407, поступає розчин після промивання фільтрів ГрБ4 з баку 40г. Конденсат сокової пари з сокопроводу після сепаратора 8А подається на загальноцехову свічу, звідки відкачується центробіжним насосом 4А/1,2 у реактор 1А/1-3 для приготування розчину магнезитової витяжки. У донейтралізатор 3А зливається освітлений розчин магнезитової витяжки з реактора 1А/1-3 при ремонті відстійника 2А, звідки відкачується центробіжним насосом 4А/1,2 у сховище магнезитової витяжки 65/1. Передбачена схема відкачування освітленого розчину магнезитової витяжки з реакторів 1А/1-3 насосом 4А/1,2 у сховище магнезитової витяжки 65/1. Масова концентрація оксидів азоту зі свічі відстійника та донейтралізатора магнезитової витяжки має бути не більше 2040 мг/м³ (контролюється з аналізної точки GO-412), а зі свічі сховища магнезитової витяжки — не більше 251 мг/м³ (контролюється з аналізної точки GO-413).

Для нейтралізації надлишку кислоти в розчині аміачної селітри після апаратів ВТН передбачена подача ГПА через барботер у нижню частину донейтралізаторів 21/1-4. Нейтралізація здійснюється до масової

концентрації азотної кислоти в розчині аміачної селітри не більше $1,2 \text{ г/дм}^3$ або аміаку не більше $0,05 \text{ г/дм}^3$ (контролюється з аналізної точки GO-108).

Для покращення якості гранульованої аміачної селітри в донейтралізатори 21/2,3,4 або апарати ВТН 22/1-5 зі сховища 65/2 центробіжним насосом 66 подається магнезитова витяжка. Витрата магнезитової витяжки регулюється за ротаметром FIRC-22 у залежності від вмісту оксиду магнію MgO у розчині аміачної селітри.

Розділ 4

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОНЦЕНТРУВАННЯ СЛАБКОГО РОЗЧИНУ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ТА ВІДКАЧУВАННЯ КОНДЕНСАТУ ПРОЦЕСУ УПАРЮВАННЯ

4.1. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу підготовки слабкого розчину аміачної селітри

З напірного баку 43 розчин аміачної селітри поступає в збірник упареного розчину 63/1-2 і по переливній лінії в донейтралізатори 21/1-4. Передбачено автоматичний контроль середовища розчину з переливної лінії (аналізatori QIR-6). Мнемосхема КСА ТП підготовки слабкого розчину аміачної селітри приведена на рис. 4.1.

У збірниках упареного розчину 63/1-2 рівень має бути у межах 1000–2700 мм (рівнемір LIRCAHL-45), а в напірному баку 43 наявність переливу контролюється за рівнеміром LIRAL-57. Показання рівнемірів виводяться на екран монітора та записуються у базу даних архіву. При перевищенні розчином аміачної селітри регламентних меж спрацьовує сигналізація: у збірнику 63/1-2 за максимальним і мінімальним значенням рівня, а в напірному баку 43 — за мінімальним значенням. Температура розчину аміачної селітри в напірному баку 43 вимірюється термометром TIR-37.3, але не нормується.

Для нейтралізації надлишку азотної кислоти в розчині аміачної селітри передбачена подача аміаку в збірники упареного розчину 63/1-2. Нейтралізація здійснюється до масової концентрації аміаку в розчині не більше 0,2 г/дм³. Аналітичний контроль вмісту аміаку в розчині аміачної селітри здійснюється з аналізної точки GO-254 а,б. Для ведення оптимального технологічного процесу в збірниках упареного розчину 63/1-2 передбачена система контролю та автоматичного регулювання процесу нейтралізації «Сікора» QIRC-63. У збірники упареного розчину 63/1-2

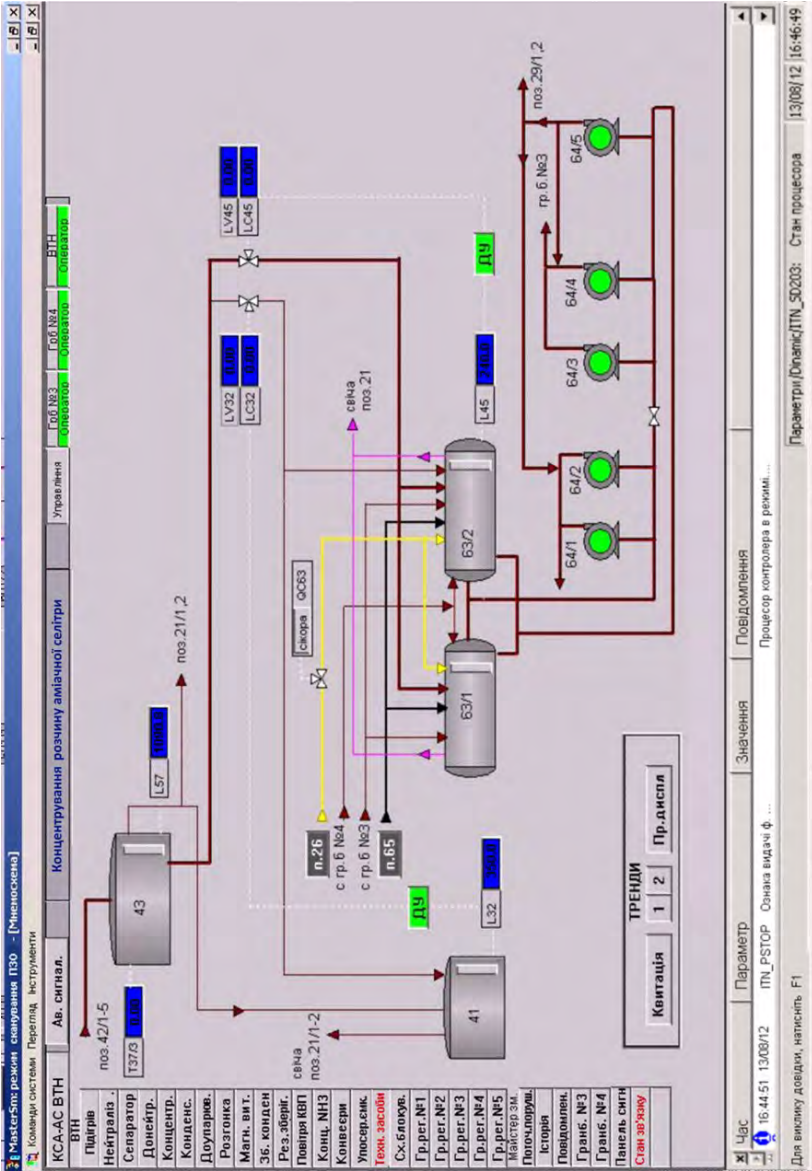


Рис. 4.1. Мнемосхема КСА ТП підготовки слабкого розчину аміачної селітри

поступає розчин аміачної селітри з переливних ліній напірного баку 402 ГрБ3 і напірного баку 1г ГрБ4. Також у збірники упареного розчину 63/1-2 передбачена подача магnezитової витяжки зі сховища 65. Масова доля аміачної селітри у збірниках 63/1-2 має бути не менше 78% (контролюється з аналізних точок ГО-254 а і б).

Зі збірників упареного розчину 63/1-2 розчин аміачної селітри подається насосами 64/1-2 у напірний бак 1г ГрБ4 і насосами 64/3-4 в напірний бак 402 ГрБ3. Насос 64/5 подає розчин у напірні баки на ГрБ4 по лінії нагнітання насоса 64/2 і на ГрБ3 по лінії нагнітання насоса 64/4. Насос 64/1а подає розчин у напірний бак 1г на ГрБ4 по лінії нагнітання насоса 64/1. Розчин аміачної селітри з ліній нагнітання насосів 64 при їх зупинці, а також конденсат після промивання ліній нагнітання насосів або при перевірці ліній нагнітання на їх прохідність перед запуском насосів 64 збирається в дренажний бак 61.

4.2. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу резервного зберігання слабкого розчину аміачної селітри

Розчин з дренажного баку 61 витискується повітрям під тиском не більше 0,07 МПа (контролюється манометром PI-61) у резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри 29/1-2. Мнемосхема КСА ТП резервного зберігання слабкого розчину аміачної селітри приведена на рис. 4.2.

У цех виробництва аміачної селітри з мережі підприємства поступає пара під тиском не менше 1,5 МПа (15 кгс/см^2) (PIRAL-56), редуктором автоматично зменшується до тиску не більше 1,3 МПа (13 кгс/см^2) (стабілізується регулятором PIRC-51.1) і до тиску не більше 0,9 МПа (9 кгс/см^2) (стабілізується регулятором PIRC-50). Температура та витрата пари на вході в цех не нормуються, а контролюються за показаннями термометра TIR-48/3 та витратоміра FIR-56 відповідно. Пара під тиском не більше 1,3 МПа (13 кгс/см^2) (манометр PI-51) направляєється через парозволожувач 51, де зволожується паровим конденсатом з ГрБ3, далі поступає на ГрБ3 для обігріву випарного апарату з падаючою плівкою 603 і підігрівачів повітря 604. Температура пари на виході з парозволожувача 51 190-200°C (вимірюється термометром TIR-48-2).

Пара під тиском не більше 0,9 МПа (9 кгс/см^2) (вимірюється манометром PI-50), подається в парозволожувач 50, де зволожується паровим конденсатом з парозволожувача 607 ГрБ3 і з температурою не вище 180°C (вимірюється термометром TIR-48-1) поступає на обігрів випарних апаратів 44/1-2.

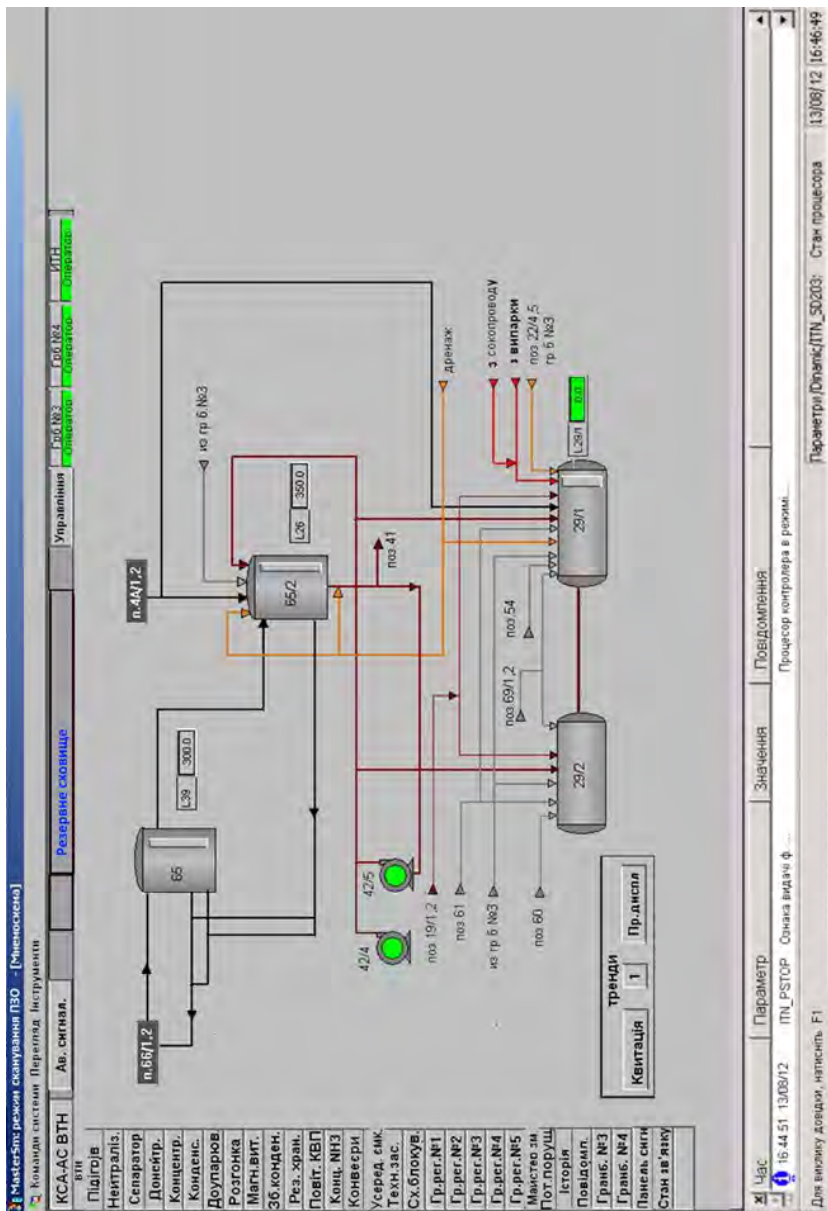


Рис. 4.2. Мнемосхема КСА резервного сховища слабкого розчину аміачної селітри

4.3. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу концентрування слабкого розчину аміачної селітри

У випарних апаратах 44/1-2 проходить упарювання розчину, який подається через напірний бак 32 насосом 42/3 з резервного сховища слабкого розчину аміачної селітри 29. З випарних апаратів 44/1-2 розчин повертається в сховище 29. Тиск гріючої пари не більше 0,9 МПа ($9,0 \text{ кгс/см}^2$) (контролюється манометром PI-44-1-2). Температура розчину в апаратах 44/1-2 не більше 140°C (TIR-37/1-2). При досягненні концентрації не менше 45% (аналізні точки GO-119, 120) і температури не менше 80°C (TR-37-/1-2) розчин із резервного сховища 29 через апарати ВТН подається в донейтралізатори 21.

Передбачена схема роботи випарних апаратів 44/1-2 через збірник розчину аміачної селітри 41. Рівень розчину у збірнику 41 підтримується у межах 600–2500 мм регулятором LIRCAHL-32. Мнемосхема КСА ТП концентрування слабкого розчину аміачної селітри приведена на рис. 4.3.

4.4. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу підготовки сокового конденсату

Паровий конденсат з випарних апаратів, з ГрБ3 і ГрБ4 поступає в розширювачі конденсату 52, 53. У результаті зниження тиску до 0,04 МПа ($0,4 \text{ кгс/см}^2$) (манометри PI-52, PI-53) конденсат закипає зі створенням вторинної пари, що конденсується в поверхневому конденсаторі 49, який охолоджується оборотною водою. Конденсат з поверхневого конденсатора поступає в збірник чистого конденсату 55. Паровий конденсат з розширювачів 52, 53 направляється в збірник чистого конденсату 55. Мнемосхема КСА ТП підготовки сокового конденсату приведена на рис. 4.4. У збірник 55 поступає також паровий конденсат з душових корпусу, з опалювання цеху, з випарювача аміаку 25 і підігрівача аміаку 26, з калориферів вентиляційних систем. Рівень конденсату в збірнику 55 може змінюватися в межах 500–2000 мм і регулюється регулятором рівня LIRCAHL-47 за рахунок видачі парового конденсату насосом 57. Незалежно від рівня, при перевищенні молярного еквіваленту жорсткості більше $15 \text{ мкмоль-екв/дм}^3$, що вимірюється автоматичним аналізатором QIRCAH-68, спрацьовує на закриття клапан-відсікач і припиняється видача конденсату. Витрата парового конденсату вимірюється витратоміром FIR-49 і не нормується.

Передбачені аналізні точки для контролю якості чистого конденсату GO-260 і контролю сокової пари зі свічі напірного баку 43 GO-255. Під час запуску та зупинки випарних апаратів 44/1-2 для запобігання забруднення парового конденсату в збірнику 55 паровий конденсат скидається у резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри 29. У збірник конденсату 54 поступає конденсат з поверхневих конденсаторів 407/1-2, ГрБ3, зі збірника конденсату 18г ГрБ4, розчин з сокопроводу апаратів ВТН, з малогабаритних швидкісних конденсаторів 84, а також зі збірника замкненого циклу 58. У випадку забруднення сюди поступає паровий конденсат з випаровувача аміаку 25 і підігрівача аміаку 26 та конденсатора 49. Рівень у збірнику конденсату 54 регулюється автоматично регулятором LIRCAN-33 і не має перевищувати 2160 мм. При перевищенні рівня конденсату вище допустимого значення спрацьовує сигналізація.

Конденсат сокової пари зі збірника 54 насосами 56/1-2 відкачується в усереднюючі ємності Е-5 або Е-6/1-2, а також використовується для усереднення збірника замкненого циклу 58. На лінії подачі конденсату в усереднюючі ємності розміщений змішувач, у який подається оборотна вода для розбавлення конденсату до установлених норм вмісту азоту амонійного та азоту нітратного. Масова концентрація азоту амонійного повинна бути не більше 840 мг/дм^3 , азоту нітратного не більше 740 мг/дм^3 .

Для оптимізації процесу розбавлення конденсату передбачена система неперервного та постійного контролю, а також регулювання солевмісту конденсату аналізаторами системи IQIRCAN. Рівень в усереднюючих ємностях Е-5 і Е-6/1-2 регулюється дистанційно відкриттям і закриттям відсічних клапанів на лініях подачі та видачі конденсату в ємності. Рівень має бути 600–2400 мм і 800–3200 мм відповідно (рівнеміри LIRALH-14.5, LIRALH-14.3 і LIRALH-14.4). Конденсат сокової пари з усереднюючих ємностей насосами Н-3/1-4 відкачується в цех НОПС і подається в збірники 18. Конденсат сокової пари використовується для промивання решітки «зваженого» шару та конусів ГрБ3. Тиск конденсату сокової пари (манометри 1PI-H-3/1, 2PI-H-3/2, 3PI-H-3/3 і 4PI-H-3/4) на нагнітанні насосів Н-3/1-4 має бути не більше 0,8 МПа ($8,0 \text{ кгс/см}^2$). Передбачена схема автоматичного контролю масової концентрації азоту амонійного та азоту нітратного в конденсаті, який видається в цех НОПС (система «Сікора» QIR-34). На лінії є аналізна точка АЗ-256 для відбору проб, установлений рН-метр QIR-34 і кондуктометр QIR-7. Витрата конденсату, що видається в цех НОПС, не більше $40 \text{ м}^3/\text{год}$ (витратомір FIR-35), температура не більше 45°C (термометр TIR-65-6). У випадку необхідності передбачена схема відкачування конденсату зі збірника 54 насосами 20/1-2 і 19/1-2. При підвищенні масової концентрації азоту амонійного більше 840 мг/дм^3 , азоту нітратного більше 740 мг/дм^3 у конденсаті, що видається з

ємностей у цех НОПС, передбачена подача парового конденсату або оборотної води в збірник 54 та оборотної води в лінію конденсату в цех НОПС.

Технологічні параметри, що підлягають контролю, регулюванню, сигналізації та блокуванню у процесі концентрування розчину аміачної селітри приведені в табл. 4.1. Технологічні параметри, що підлягають аналітичному контролю приведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Технологічні параметри, що підлягають контролю, регулюванню, сигналізації та блокуванню у процесі концентрування розчинну аміачної селітри

Найменування стадії, місце вимірювання параметру/ відбору проби	Параметр, що контролюється, позиція КВПА, од. вим.	Частота і вид контролю	Норми	Діапазон допустимих показань	Засоби вимірювання
1	2	3	4	5	6
1. Розчин ам. селітри в збірнику 41	Рівень, LIRСАНL-32, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	600–2500	671,8–2428,2	П'єзометрична трубка. Манометр сильфонний МС-П1. ДВ: 0÷0,04 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Задавач струму МТМ 103-01, ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КВП-100-16 "НВ", Ду100. Контролер, Кт-0.1. Монітор
2. Напірний бак 43	Рівень, LIRAL-57, мм	Сигналізація мінімуму максимуму Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	600 2500 наявність переливу	671,8 2428,2 –	Індикатор сигналізації П'єзометрична трубка L=1180 мм. Напоромір сильфонний НС-ПЗ. ДВ: 0÷0,016 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
	Середовище розчину, QIR-6	Неперервна наявність переливу	відсутність переливу	-	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1 Монітор
		Неперервна індикація та ресестрація на моніторі в ЦПУ	від слабо-лужного до слабо-кислого	-	Давач концентрації. Бар'єр іскрозахисту ВІЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПП, ДВ: -1÷+1 В, Кт-5.0. Контролер, Кт-0.1 Монітор
	Температура, TIR-3/7.3, °С	Неперервна індикація, ресестрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	-	Термопара ТХК-0515. Перетворювач МТМ 292-СТ, ДВ: 0÷+300°С, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
3. Концентрування слабого розчину ам. селітри у випарних апаратах 44/1.2	Температура, TIR-3/7/1.2, °С	Неперервна індикація, ресестрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 140	не більше 135,8	Термопара ТХК-0515. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0÷+300°С, Кт-0.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор
4. Пара у парозволожувач 50	Тиск, PIRС-50, МПа	Неперервна індикація, ресестрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 0,9	не більше 0,87	Манометр сильфонний МС-П2. ДВ: 0÷1,6 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-0.5. Задавач струму МТМ 103-01, ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. 25с50нж "НЗ", Ду80. Контролер, Кт-0.1 Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
	Температура, TTR-48-1, °C	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 180	не більше 176,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0±300°C/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск, P1-50, МПа	Періодичний контроль, запис у рапорті	не більше 0,9	не більше 0,84	Манометр технічний МТП-160. ДВ: 0±2,5 МПа, Кт-2.5
5. Пара на випарний апарат 44/1.2	Тиск, P1-44-1,2, МПа	Періодичний контроль, запис у рапорті	не більше 0,9	не більше 0,84	Манометр технічний МТП-160. ДВ: 0±2,5 МПа, Кт-2.5
6. Паровий конденсат у розширювач 52, 53	Тиск, P1-52, 53, МПа	Періодичний контроль, запис у рапорті	не більше 0,04	не більше 0,034	Манометр технічний ОБМ-160. ДВ: 0±0,6 МПа, Кт-2.5
7. Розчин ам. солітри в збірниках упареного розчину 63	Рівень, LIRSCAN-45, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	1000–2700	1053,4–2646,6	П'єзометрична трубка L=2870 мм. Манометр сильфонний МС-П1. ДВ: 0±0,04 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-0.5. Задавач струму МТМ103. ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КВП-100-1 "НО", Ду100. Контролер, Кт-0.1 Монітор
		Сигналізація мінімуму максимуму	1000 2500	1053,4 2446,6	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
	Середовище розчину, QIRC-63	Неперервна індикація та ресстрація на моніторі в ЦПУ	від слабо-лужного до слабо-кислого	-	Дача концентрації. Бар'єр іскрозахисту ВЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПУ. ДВ: -1÷+1 В, Кт-5.0. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 0÷5 мА/0,2÷1,0 кгс/см ² , Кт-0.5. Клапан регул., КР-25-"НО", Ду25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
8. Паровий конденсат у збірнику чистого конденсату 55	Рівень, LIRCANL-47, мм	Неперервна індикація і ресстрація на моніторі в ЦПУ	-	-	П'єзометрична трубка L=1900 мм. Манометр сильфонний МС-ПП. ДВ: 0÷0,025 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2 ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-0.5. Задавач струму МТМ 103 ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4÷20 мА (0,2÷1,0 кгс/см ²), Кт-0.5. Клапан регул., 25с50нж, Ду80, Ру64. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація мінімуму максимуму	500 2000	546 1954	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
9. Конденсат у цех НОПС	Витрата, FIR-35, м ³ /год	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 40	не більше 39,08	Діафрагма камерна ДКС-0.6-70, Кт-1.0. Дифманометр 13-ДД-11, ДВ: 0÷50 м ³ /год, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1. Контролер Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
	Температура, TIR-65-6, °C	Неперервна індикація, рес- страція на мо- ніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 45	не більше 43,7	Термопара ТХК-0515. Перетворювач МТМ 292-СТ, ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Солевміст, QIR 7, мг/дм ³	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	-	-	Кондуктометр АКК-201-02. ДВ: $1 \cdot 10^{-7} \pm 1 \cdot 10^{-2}$ См/см, Кт-2.5. Перетворювач МТМ 402-00 L, ДВ: 0±5000 мг/дм ³ /4±20 мА, Кт-0.25. Контролер Кт-0.1. Монітор
	Середовище, QIR 34, мг/дм ³	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	2,0– 10,0	2,33– 9,67	Перетворювач промисловий рН-метр П-201, ДВ: 2±±12 рН/0±100 мВ, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-01 L. ДВ: 0±100 мВ/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
10. Збірник конденсату 54	Рівень, LIRCAN-33, мм	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 2160	не більше 2086,4	П'єзометрична трубка L=3070 мм. Манометр сильфонний МС-П1. ДВ: 0±0,04 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Задавач струму МТМ 103. ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КР-70-40 "НО". Ду70. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
		Сигналізація максимуму	2160	2086,4	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1 Монітор
11. Збірник замкненого циклу вакуум-насосів 58	Рівень, LIRC-29, мм	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 1500	не більше 1481,6	П'єзометрична трубка L=1230 мм. Напоромір сильфонний НС-ПЗ. ДВ: 0÷0,016 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Задавач струму МТМ 103 ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КР-20-40 "НО", Ду20. Контролер, Кт-0.1 Монітор
12. Пара на вході в цех	Витрата, FIR-56, кг/год	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не норм.	-	Діафрагма ДКС-10-200, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100 ДВ: 0÷15600 кг/год, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1 Монітор
	Тиск, PIRAL-56, МПа	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не менше 1,5	не менше 1,546	Манометр сильфонний пневматичний МС-П2. ДВ: 0÷2,5 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1 Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
		Сигналізація мінімуму	1,5	1,546	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Температура, ТПР-48/3, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	-	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0÷400°С/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1 Монітор
13. Оборотна вода на вході в цех	Тиск, РІАЛ-11, МПа	Контроль за місцем і на моніторі	не менше 0,26	не менше 0,27	Манометр електроконтактний ВЕ-1брб. ДВ: 0÷0,6 МПа, Кт-1.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Витрата, FІR-31, м³/год	Сигналізація мінімуму	0,26	0,27	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Витрата, FІR-31, м³/год	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	-	Діафрагма ДБС-06-500, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100. ДВ: 0÷1370 м³/год, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА. Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Температура, ТПР-10-6, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 28	не більше 26,7	Термопара ТХК-0515. Перетворювач вимірювальний МТМ 292-СТ. ДВ: 0÷100°С/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
14. Оборотна вода на виході з цеху	Температура, ТПР 13, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 35	не більше 34,63	Термометр ТСМ-5071, Кт-0.1. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0÷100°С/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
15. Чистий конденсат у цех	Витрата, FIR-49, кг/год	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	-	Діафрагма ДКС-0.6-100, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100. ДВ: 0÷30746 кг/год, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
15. Молярна концентрація еквівалента жорсткості, QIRCAN-68, мкмоль-екв/дм ³	Молярна концентрація еквівалента жорсткості, QIRCAN-68, мкмоль-екв/дм ³	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 15	не більше 14,992	Кондуктометр АКК-201. Кт-2.5. ДВ: 0÷0,25 мг/дм ³ NaCl/ 0÷100 мВ. Перетворювач МТМ 402-01 L. ДВ: 0÷100 мВ/ 4÷20 мА. Кт-0.25. Електропневмоклапан ЕПК-1/4' ТО. Клапан відсінний КВП-100-16"НО". Ду100. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму	14	13,992	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Блокування за максимумом	15	14,992	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація відкриття та закриття відсікача	-	-	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
16. Конденсат сокової пари в усереднюючих ємностях: Е-5;	Рівень, LIRALH 14.5, мм	Неперервна індикація, ресестрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	600– 2400	632– 2368	Перетворювач гідростатичний МТМ 701.5Г. ДВ: 0÷40 кПа, Кт-0.6. Перетворювач МТМ 501-03. ДВ: 4÷20 мА, Кт-0.2. Ресстратор МТМ-РЭ-160. ДВ: 0÷400 Кт-0.2. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму мінімуму	2400 600	2368 632	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
Е-6/1,2	LIRALH 14.3 LIRALH 14.4, мм		300– 3200	332– 3168	Перетворювач гідростатичний МТМ 701.5Г. ДВ: 0÷40 кПа, Кт-0.6. Перетворювач МТМ 501-03. ДВ: 4÷20 мА, Кт-0.2. Ресстратор МТМ-РЭ-160. ДВ: 0÷400 Кт-0.2. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму мінімуму	3200 300	3168 332	Індикатор сигналізації. Контролер, Кт-0.1. Монітор
17. Конденсат сокової пари після змішувача	Середовище, IQIRCAN	Неперервна ресестрація на моніторі в ЦПУ	від слабо- лужного до слабо- кислого	–	Давач концентрації. Бар'єр іскрозахисту БІЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПУ. ДВ: - 1÷+1 В, Кт-5.0. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 0÷5 мА/0,2÷1,0 ктс/см ² , Кт-0.5. Клапан регул. 25нж48нж тип "НО" Ду50. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
18. Конденсат сокової пари на нагнітанні насосів Н-3/1-4	Тиск, 1РІ-Н-3/1 2РІ-Н-3/2 3РІ-Н-3/3 4РІ-Н-3/4, МПа	Періодичний контроль за місцем	не більше 0,8	не більше 0,79	Манометр технічний МТП-160. ДВ: 0±1,0 МПа
19. Повітря в приміщенні	Масова концентрація аміаку, QRAN-100/2, мг/м ³	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ Сигналізація при підвищенні вмісту аміаку у повітрі приміщення	не більше 16	не більше 15,65	Газоаналізатор "Дозор". ДВ: 0±20 мг/м ³ /4±20 мА, Кт-2.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор Індикатор сигналізації

Таблиця 4.2

Технологічні параметри, що підлягають аналітичному контролю у процесі концентрування розчину аміачної селітри

Найменування стадії, місце вимірювання параметру/ відбору проби	Параметр, що контролюється, од. вим.	Частота контролю	Норми	Методи вимірювання
1	2	3	4	5
1. Розчин ам. селітри в збірниках упареного розчину GO-254а,б	Масова доля, % - ам. селітри Масова концентрація, г/дм ³ - аміаку	2 р./зміну	не менше 78,0	За густиною, за методикою MB-849
2. Розчин ам. селітри після сепараторів випарних апаратів GO-119, 120	Масова доля, % - ам. селітри	2 р./зміну	не більше 0,2	Титриметричний, за методикою MB-850
3. Конденсат сокової пари після швидкісних конденсаторів 84/1-11 GO-122	Масова концентрація, г/дм ³ - аміаку - азотної кислоти - ам. селітри	1 р./зміну	не менше 45,0	За густиною, за методикою MB-849
4. Конденсат сокової пари після поверхневих конденсаторів 407, 11г GO-390/1,2	Масова концентрація, г/дм ³ - аміаку - азотної кислоти - ам. селітри Масова доля, мг/кг - мастила	3 р./зміну 3 р./зміну 3 р./зміну 3 р./добу 3 р./добу 3 р./добу 2 р./тижд.	не більше 2,0 не більше 1,8 не більше 5,0 не більше 2,0 не більше 1,0 не більше 6,0 не більше 7,0	Титриметричний, за методикою MB-850 Титриметричний, за методикою MB-850 Титриметричний, за методикою MB-382 Титриметричний, за методикою MB-850 Титриметричний, за методикою MB-850 Титриметричний, за методикою MB-382 УФ-спектрофотометрія, за методикою С-546
5. Викид з загально-цехової свічі GO-250	Масова концентрація, мг/м ³ - аміаку	3 р./добу	не більше 180,0	Титриметричний, за методикою 0-98

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5
6. Конденсат сокової пари після швидкісних конденсаторів, випарки III ступеня в цех НОПС АЗ-256	Масова концентрація, мг/дм ³ :			
	- азоту амонійного	3 р./зміну	не більше 840	Титриметричний, за методикою 0-592
	- азоту нітратного	3 р./зміну	не більше 740	Титриметричний, за методикою 0-592
	- рН середовища	3 р./зміну	2,0–10,0	Потенціометричний, за методикою Е-519
	- мастила	3 р./зміну	–	Візуальний, за методикою 0-346
	- плаваючі домішки, забарвлення	3 р./зміну	–	Візуальний
7. Чистий конденсат в цех № 5/6 ГО-260	Масова концентрація, мг/дм ³ :			
	- аміаку	1 р./зміну	не більше 2,0	СТП 6-52-96
	- хлорид-йонів	1 р./зміну	не більше 2,0	СТП 6-52-96
	- рН середовища	1 р./зміну	7,0-9,2	Потенціометричний, за методикою Е-519
	Молярна концентрація еквівалентів жорсткості, мкмоль-екв/дм ³	1 р./зміну	не більше 15,0	СТП 6-52-96
	Масова концентрація, г/дм ³	за виногою	180,0–300,0	Титриметричний, за методикою 0-219
8. Закислений розчин у баці кислото конденсату 123 і баці кислото розчину 48г ГО-121/1,2	- азотної кислоти			

Розділ 5

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ УПАРЮВАННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

5.1. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу упарювання концентрованого розчину аміачної селітри

Зі збірників 63/1-2 розчин аміачної селітри з масовою долею не менше 78,0% насосами 64/1-5 подається в напірний бак ГрБЗ 402 і ГрБ4 1г. На ГрБЗ процес упарювання протікає за такою схемою. З напірного баку 402 розчин аміачної селітри поступає у випарні апарати 601/1-2. Мнемосхема КСА ТП упарювання аміачної селітри приведена на рис. 5.1.

Надлишок розчину по переливній лінії з напірного баку 402 поступає в збірник упарюваного розчину 63/1-2. Рівень у напірному баку 402 визначається рівнеміром LIRAL-71 за наявністю переливу, а температура розчину 110–160°C за показаннями термометра TIR-49. Упарювання розчину у випарному апараті виконується під вакуумом з тиском не менше 0,052 МПа (400 мм рт. ст.). Контроль вакууму здійснюється вакууметром PIRAL-101. У міжтрубний простір випарних апаратів подається насичена пара під тиском не більше 1,2 МПа (12 кгс/см²) (стабілізується регулятором тиску PIRC-110 і вимірюється манометрами PI-110a та PI-117-1, 2) і з температурою не більше 195°C (TIRAH-107) з парозволожувача 607. Температура пари на вході в парозволожувач 607 (TIR-106) і витрата (FIR-120) не нормуються. Паровий конденсат з випарних апаратів 601/1-2 через відділювач парового конденсату 608, видається в парозволожувач 607.

Рівень конденсату в парозволожувачі 607 стабілізується регулятором рівня LIRC-121, а у відділенні 608 — LIRC-122 у межах 400–700 і 500–1000 мм відповідно. Після парозволожувача 607 паровий конденсат поступає у парозволожувач 50. При запусках і зупинках агрегату випарки III ступеня паровий конденсат з парозволожувача 607 направляється в розширювач парового конденсату 52. В аварійних випадках передбачена

дренажна лінія парового конденсату в лінію оборотної води. Частина парового конденсату з випарних апаратів 601/1-2 через конденсато-відвідник поступає в розширювач парового конденсату 52. Відділювач парового конденсату 608 з'єднаний з лінією подачі зволоженої пари з парозволожувача 607 у випарні апарати 601/1-2 зрівноважувальною лінією.

Сокова пара з сепараторів випарних апаратів III ступеня поступає в загальні сепаратори 405/1-2 для кінцевого відділення крапель ам. селітри від сокової пари. Для запобігання кристалізації плаву в лінії від загальних сепараторів до гідрозатвору 406 у сепаратори подається конденсат сокової пари з напірного баку 413 або слабкий розчин аміачної селітри з лінії нагнітання циркуляційних насосів 614/1-2. Розчин аміачної селітри з сепараторів 405/1-2 через гідрозатвор 406 поступає в переливну лінію з напірного баку 402 і направляється в збірник упареного розчину 63/1-2.

3 сепаратора 405/1-2 сокова пара поступає в міжтрубний простір поверхневих конденсаторів 407/1-2, де конденсується, за рахунок чого створюється вакуум у системі. У трубний простір поверхневих конденсаторів 407/1-2 подається оборотна вода. Тиск оборотної води на вході в цех не менше 0,26 МПа (2,6 кгс/см²) (PIAL-61), витрата не нормується (FIR-68), температура не більше 30°C (TIR-50). Температура оборотної води на виході з цеху не більше 37°C (TIR-52). Мнемосхема КСА ТП конденсації сокової пари в поверхневих конденсаторах приведена на рис. 5.2. Несконденсована пара та інертні гази з поверхневих конденсаторів поступають на всмоктування вакуум-насосів 40/1-3. Конденсат сокової пари з поверхневих конденсаторів 407/1-2 з масовою концентрацією аміаку не більше 2 г/дм³, азотної кислоти — не більше 1 г/дм³, аміачної селітри — не більше 6 г/дм³ (контролюються з аналізної точки GO-390/1) поступає в збірник конденсату 54. Передбачене промивання поверхневих конденсаторів закисленим розчином, який містить 180–300 г/дм³ азотної кислоти (контролюється з аналізної точки GO-121/1), зі сховища магnezитової витяжки 65/2 насосом 62.

Плав аміачної селітри з масовою долею 98,0–8,5%, аміаку не більше 0,2% (контролюється з аналізної точки GO-150.1) і температурою 160–170°C (TIRANL-100-1,2) з нижньої частини сепаратора випарного апарату 601/1-2 поступає в гідрозатвор-донецький донейтралізатор 602/1-2. Для підтримування заданої температури плаву аміачної селітри після випарного апарату 601/1-2 передбачена система автоматичного регулювання (САР) температури плаву шляхом автоматичної зміни «задання» регулятору тиску пари, яка поступає в парозволожувач 607. У гідрозатворі-донецький донейтралізаторі проходить нейтралізація кислоти, яка створюється при частковому розкладанні аміачної селітри у випарному апараті, аміаком. З гідрозатвору-донецький донейтралізатора 602/1-2 плав по колектору поступає в кільцевий розподілювач випарного апарату з падаючою плівкою 603.

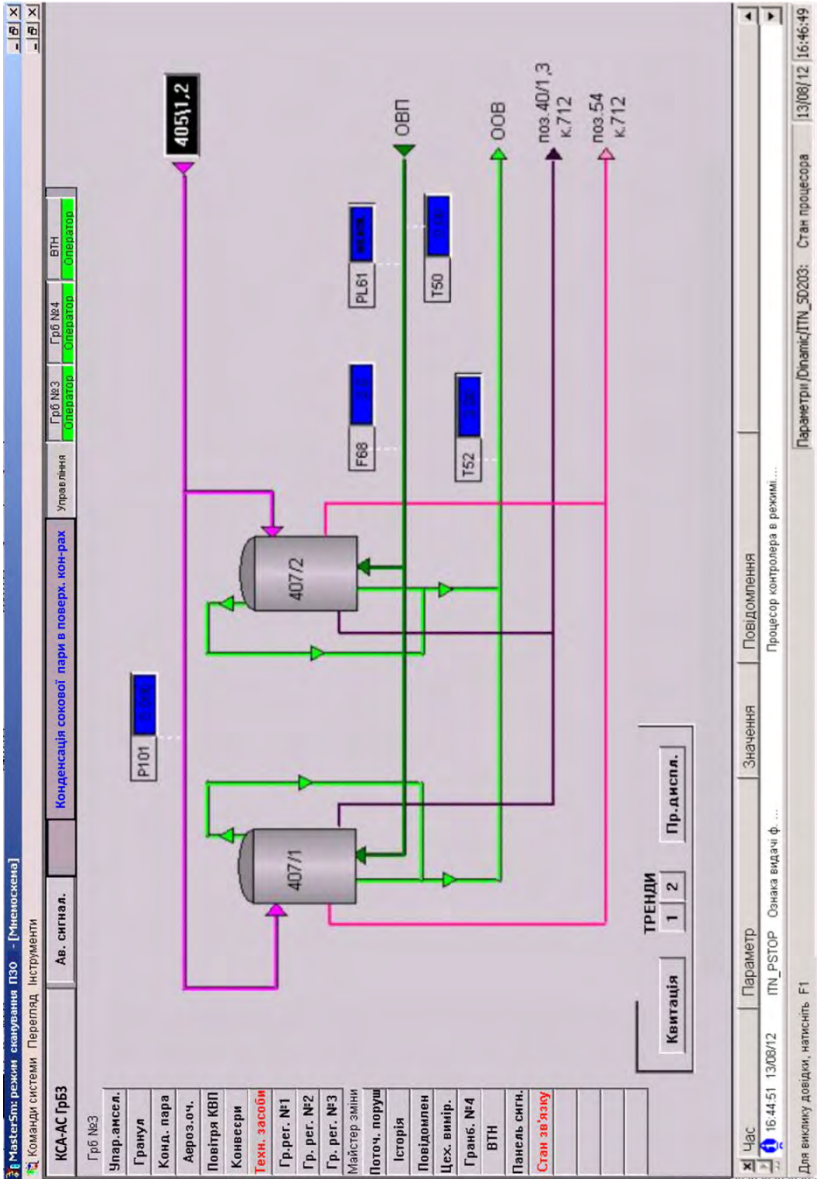


Рис. 5.2. Мнемосхема КСА ТП конденсації сокової пари в поверхневих конденсаторах

5.2. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу доупарювання та гранулювання плаву аміачної селітри

Плав попадає на розподільчу тарілку апарату та рівномірно, тонкою плівкою, стікає по внутрішній поверхні зверху вниз. Збільшення концентрації плаву проходить за рахунок процесу масопередачі між гарячим повітрям, що протитоком проходить по трубах з температурою 180-190°C, і плавом. Через низьку відносну вологість повітря поглинає воду з плаву. Температура плаву підтримується паром, яка подається в міжтрубний простір під тиском не більше 1,3 МПа (13 кгс/см²) (PI-112) і температурою 190–200°C. Повітря нагрівається в підігрівачах 604/1-2 до температури 180–190°C (TIRAH-104) вологою паром під тиском не більше 1,3 МПа (13 кгс/см²) і температурою не більше 190-200°C. Пара поступає в цех із мережі підприємства під тиском не менше 1,5 МПа (15 кгс/см²), автоматично редукується клапаном до тиску не більше 1,3 МПа (13 кгс/см²) (стабілізується регулятором тиску PIRC-51.1) і поступає в парозволожувач 51. Зволожена пара під тиском не більше 1,3 МПа (13 кгс/см²) (PI-51) і температурою 190–200°C (TIR-48-2) подається у випарний апарат з падаючою плівкою 603 і підігрівачі повітря 604/1-2. Мнемосхема КСА ТП доупарювання та гранулювання аміачної селітри приведена на рис. 5.3.

Паровий конденсат з випарного апарату з падаючою плівкою 603 і підігрівачів повітря 604 подається в парозволожувач 51 або, через конденсатовідвідник, у розширювач парового конденсату 53. Із середньої частини випарного апарату з падаючою плівкою плав поступає в нижню доупарюючу частину, яка призначена для доупарювання плаву до масової долі не нижче 99,5% за рахунок масообміну між плавом і гарячим повітрям. Доупарювальна частина має дві тарілки провального типу з розташованими на них змійовиками, в які подається пара під тиском не більше 1,3 МПа (13 кгс/см²). Конструкція тарілок забезпечує створення стійкого пінного режиму, і відповідно, інтенсивної масопередачі. Повітря забирається з атмосфери та вентилятором 605/1-2, крізь підігрівачі повітря 604/1-2, подається у випарний апарат з падаючою плівкою 603. Тиск повітря на нагнітанні вентиляторів 605/1 — не більше 0,006 МПа (600 мм вод. ст.) (вимірюється манометром PIR-113). Пароповітряна суміш з середньої частини випарного апарату з температурою 140-170°C (вимірюється термопарою TIRAH-105.1) поступає у верхню очищуючу частину, яка призначена для відділення бризок аміачної селітри від пароповітряної суміші, звідки з температурою 140-170°C (вимірюється термопарою

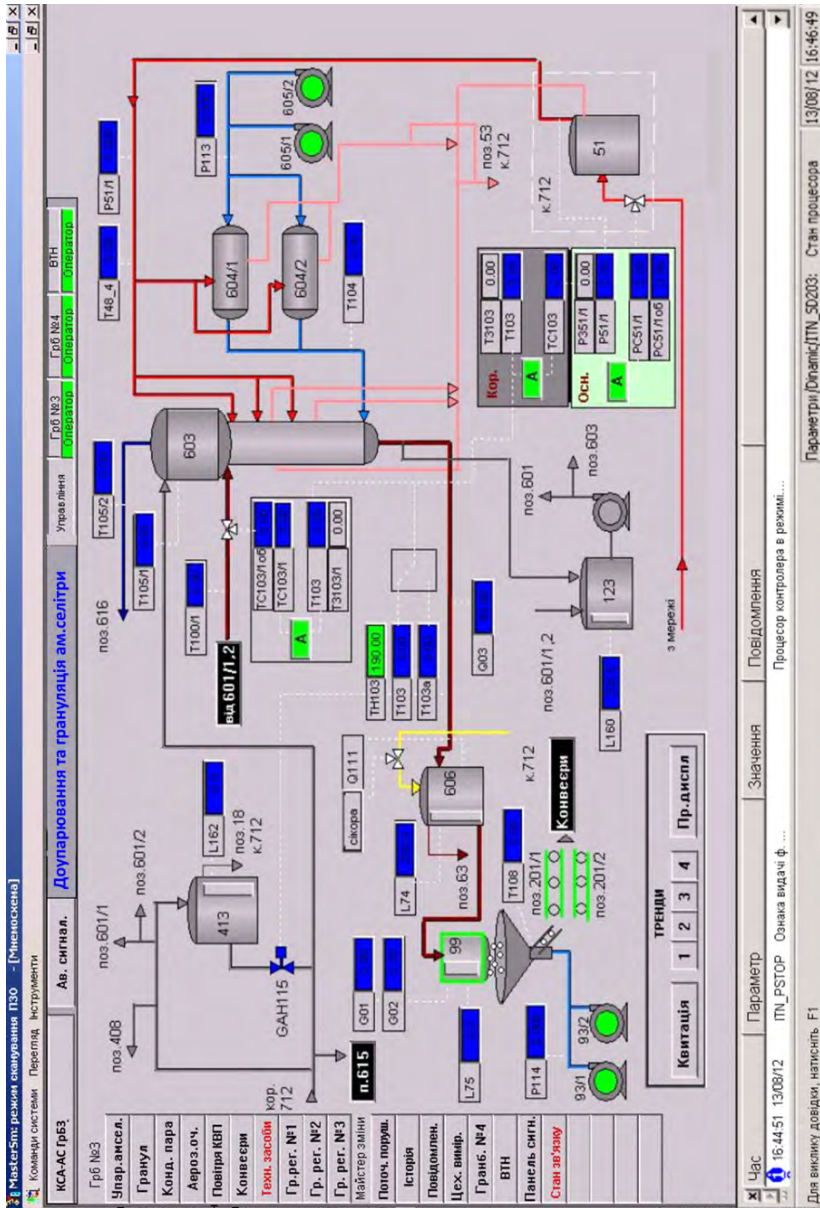


Рис. 5.3. Мнемосхема КСА ТП доуларювання та гранулювання аміачної селітри

ТИРАН-105.2) поступає в скруббер-сепаратор 616. У змішувачі скруббера-сепаратора 616 в результаті інтенсивної взаємодії газового потоку та зрошувального розчину проходить насичення вологою газу, зниження температури з 170°C до 80°C, зволоження та укрупнення частинок аміачної селітри. Потік проходить крізь пакет вертикально розташованих рамок з намотаними на них сітчастими металевими рукавами. Рамки зрошуються слабким розчином аміачної селітри. Далі потік направляється в сепаратор, де під дією інерційних і гравітаційних сил проходить відділення та виведення бризок розчину аміачної селітри. Зі скруббера-сепаратора 616 пароповітряна суміш поступає в апарат уловлювання аерозолів аміачної селітри 617. Мнемосхема КСА ТП уловлювання аерозолів аміачної селітри приведена на рис. 5.4.

Уловлювання аерозолів аміачної селітри проходить на фільтрі, який складається з двох чохлах голкопробивного фільтруючого скловолокна, надітих на каркас. Між фільтрами встановлений розділюючий каркас. На барботажній тарілці апарату аерозольного очищення 617 проходить уловлювання аміаку з пароповітряної суміші. На барботажну тарілку подається розчин аміачної селітри з масовою концентрацією не більше 200 г/дм³ зі збірника 615 (контролюється з аналізної точки GO-355/1) насосом 614/1-2. Тиск розчину аміачної селітри на лінії нагнітання насоса 614/1-2 не менше 0,15 МПа (1,5 кгс/см²) (вимірюється манометром PIAL-144).

Для підтримання масової концентрації аміачної селітри в циркуляційному розчині не більше 200 г/дм³ у збірник 615 подається конденсат сокової пари з лінії нагнітання центробіжних насосів 20/1-2. Частина розчину виводиться з системи подачею слабкого розчину у загальні сепаратори 405 і в збірники випареного розчину через переливну лінію з напірного баку 402. Рівень розчину в збірнику 615 підтримується в межах 400–1800 мм рівнеміром LIRCAHL-161. Циркуляційний розчин у збірнику 615 закислюється азотною кислотою. Масова концентрація азотної кислоти в розчині має бути в межах 1,0–15,0 г/дм³ і вимірюється системою QIRC-615, а концентрація аміаку має бути відчутною (контролюється з аналізної точки GO-355/1).

У бак кислого конденсату 123 і збірник 615 для підкислення розчинів подається по трубопроводу НАК. Дренаж на лінії азотної кислоти на вході в ГрБЗ виведений в резервне сховище слабкого розчину аміачної селітри 29/1. Температура пароповітряної суміші в апараті для уловлювання аерозолів аміачної селітри 617 має бути не більше 80°C і вимірюється термометром ТИРАН-1346. Передбачена аналізна точка GO-360/1 для контролю пароповітряної суміші на виході з випарного апарату з падаючою плівкою 603 та аналізна точка GO-365/1 на виході з апарату для уловлювання аерозолів аміачної селітри. Масова концентрація

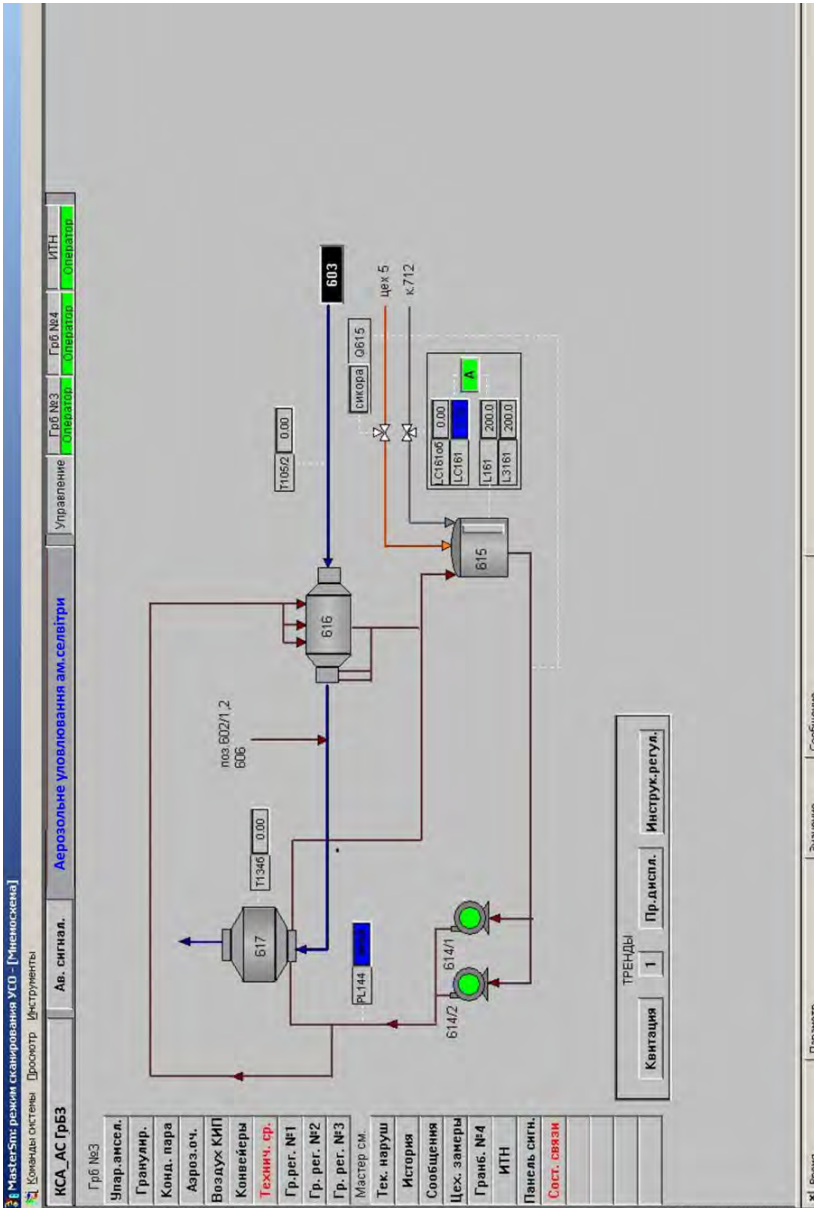


Рис. 5.4. Мнемосхема КСА ТП уловливания аэрозолев амичной селвтри

аміаку в пароповітряній суміші на виході з апарату для уловлювання аерозолів аміачної селітри — не більше 200 мг/м^3 , аміачної селітри — не більше 160 мг/м^3 . З нижньої частини випарного апарату 603 плав аміачної селітри з температурою $170\text{-}185^\circ\text{C}$ (вимірюється термометром TIRAH-103а) поступає в нейтралізатор плаву 606, звідки по трубопроводу подається у фільтр-гомогенізатор грануляційної установки, а далі в корзину гранулятора, рівень у якій не більше 430 мм (вимірюється рівнеміром LIRAH-750). Масова доля аміачної селітри в плаві не менше 99,5%, аміаку не більше 0,05%, азотної кислоти не більше 0,02%. Масова концентрація мастила не більше 7 мг/кг (контролюються з аналізної точки GO-394/1). Передбачене блокування при перевищенні температури плаву понад 190°C за показаннями термометра TIRSH-103 і спрацюванні на відкриття відсічного клапана GAN-115 на лінії конденсату сокової пари. Для нейтралізації плаву в нейтралізатор 606 подається ГПА. Рівень у нейтралізаторі плаву 606 контролюється за наявністю переливу (вимірюється рівнеміром LIR-74).

Для ведення оптимального технологічного процесу в нейтралізаторі 606 передбачена система контролю та автоматичного регулювання процесу нейтралізації QIRC-111. Система забезпечує вимірювання концентрації надлишкової азотної кислоти та аміаку в нейтралізаторі, а також здійснює регулювання процесу нейтралізації шляхом зміни подачі аміаку з метою економного його витрачання. Для промивання обладнання та комунікацій від плаву при зупинці існує схема подачі конденсату сокової пари з лінії нагнітання насоса 20/1-2 у сепаратори випарних апаратів 601/1-2, у лінію упареного розчину з напірного баку 402, у трубку частину випарних апаратів 601/1-2, у сепараційну частину випарного апарату з падаючою плівкою 603. Конденсат сокової пари з лінії нагнітання насоса 20/1-2 подається також на форсунки скрубера-сепаратора 616, на барботажду тарілку апарату аерозольного очищення 617. Конденсат подається в загальні сепаратори 405/1-2, у сепараційну частину випарного апарату з падаючою плівкою 603, при спрацюванні клапана на блокування при перевищенні температури плаву на виході з випарного апарату з падаючою плівкою. Слабкий розчин аміачної селітри з лінії нагнітання насосів 614/1-2 подається в загальні сепаратори 405/1-2, на форсунки скрубера-сепаратора 616, на барботажду тарілку апарату аерозольного очищення 617. Промивання теплообмінних поверхонь апарату 601/1-2 і випарного апарату з падаючою плівкою 603 кислим розчином виконується таким чином:

- циркуляційний кислий розчин з баку кислого конденсату 123 насосом 613 подається в нижню частину випарного апарату 601/1-2,

піднімається по трубках у сепаратор і повертається в бак кислого конденсату 123;

- у випарний апарат з падаючою плівкою 603 розчин по кільцевому плавопроводу подається на розподільчу решітку, стікає вниз, омиваючи трубки та барботажні тарілки і з нижньої частини повертається в бак кислого конденсату 123.

При промиванні випарного апарату з падаючою плівкою 603 необхідно відглушити нейтралізатор плаву 606 і подати повітря, включивши повітрядувку 605/1-2, запобігши, таким чином, попадання парів кислоти в підігрівачі повітря 604/1-2. Кислий розчин готується в баці кислого конденсату 123. Рівень кислого конденсату в баку 123 має бути в межах 400–1500 мм (вимірюється рівнеміром LIRANL-160).

Плав аміачної селітри з нейтралізаторів плаву 606 на ГрБ3 і 7г на ГрБ4 подається в центробіжні гранулятори 99 і 99г. Струмина плаву, яка виходить з отворів гранулятора, набирає хвилеподібну форму, дробиться і під дією сил поверхневого натягіння створюються краплі. Для рівномірного дроблення струмини використовується пневматичний вібратор. Краплі плаву при падінні з висоти обдуваються протитоком холодного повітря, створюваним витяжними вентиляторами, застигають і формуються в гранули. При цьому вони дещо просушуються, якщо відносна вологість повітря нижче 70%. Процес охолодження гранул аміачної селітри на грануляційних башнях протікає таким чином. У нижній частині башень установлений апарат охолодження гранул аміачної селітри в «зваженому» шарі. Під решітку подається повітря центробіжними вентиляторами 93/1-2 на ГрБ3 (напір повітря контролюється за показаннями манометра PIR 114) і 23г/1,2 на ГрБ4. На башнях установлені осьові вентилятори з вихлопними трубами: 6 шт. на ГрБ3 408 і 4 шт. на ГрБ4 12г. Масова концентрація аміачної селітри в повітрі з витяжних вентиляторів має бути не більше 180 мг/м^3 (контролюється з аналізної точки GO-370/1.2), а температура аміачної селітри на виході зі «зваженого» шару — не більше 50°C (контролюється термометром TIR 108). Вивантаження аміачної селітри з апарату охолодження на стрічкові конвеєри 201/1-2 (ГрБ3) і 32г, 33г (ГрБ4) виконується через воронку в центрі решітки. Розміри та якість гранул залежать від температури плаву, умов протікання процесу гранулювання та наявності в плаві аміачної селітри домішок, що сприяють зміні структури кристалів. Мнемосхема КСА ТП вивантаження аміачної селітри з апарату охолодження на стрічкові конвеєри приведена на рис. 5.5.

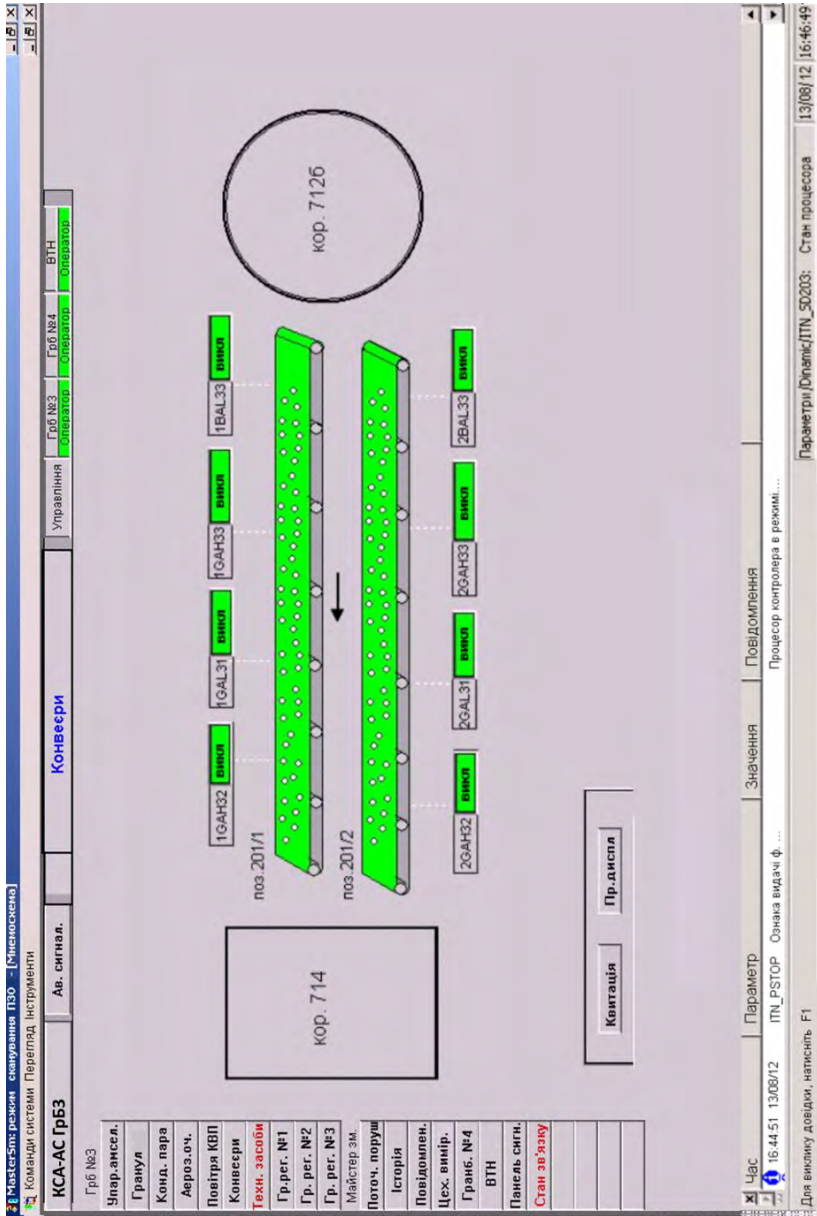


Рис. 5.5. Мнемосхема КСА ТП вивантаження аміачної селітри з апарату охолодження на стрічкові конвесери

З апарату охолодження ГрБ3 гранульована аміачна селітра поступає на стрічкові конвеєри 201/1 або 201/2. Гранульована аміачна селітра з стрічкових конвеєрів 32г або 33г з ГрБ4 поступає на стрічкові конвеєри 34г або 35г. З конвеєрів гранульована аміачна селітра поступає на першу або другу нитки стрічкових конвеєрів, звідки на стрічкові конвеєри 4/1,2. Зі стрічкових конвеєрів 4/1, 4/2 аміачна селітра поступає в накопичувальні бункери пакувальних напівавтоматів, де пакується в поліетиленові або поліпропиленові мішки. З метою покращення гранулометричного складу на вузлі пересипання с конвеєрів 2/1, 2/2 на конвеєри 3/1, 3/2 встановлено сепаратор для покращення гранул діаметром більше 5 мм. Для запобігання попадання металевих предметів у мішки на конвеєрах 4/1, 4/2 встановлено електромагнітний сепаратор. Там же передбачені точки відбору аналізів і давачі вимірювання температури аміачної селітри (TIR 1,2). Технологічні параметри, що підлягають контролю, регулюванню, сигналізації та блокування у процесі упарювання та гранулювання аміачної селітри приведені в табл. 5.1.

Технологічні параметри, що підлягають аналітичному контролю, приведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.1

Технологічні параметри, що підлягають контролю, регулюванню, сигналізації та блокуванню у процесі упарювання та гранулювання аміачної селітри

Найменування стадії, місце вимірювання параметру/ відбору проби	Параметр, що контролюється, позиція КВПІА, од. вим.	Частота і вид контролю	Норми	Діапазон допустимих показань	Засоби вимірювання
1	2	3	4	5	6
1. Плав ам. селітри після випарних апаратів з сепаратором 601,2г	Температура, ТІРАНС 100/1,2 2/1,2, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	160–170	162,6–167,4	Термопар ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МПМ 402-00 Л. ДВ: 0÷200°С/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск сокової пари, PIRAL-101,6, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	160 170 залишковий тиск не менше 0,053	162,6 167,4 не менше 0,055	Монітор Вакуумметр сильфонний пневматичний ВС-П1, ДВ: -0,1 ÷0 МПа, Кт-1.0. Перетворювач МПМ 292-СТ ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
2. Пара у виларний апарат з сепаратором 601,2г	Тиск, РІ-117/1,2 23/1,2, МПа	Сигналізація мінімуму	0,052	0,054	Індикатор сигналізації. Монітор
		Періодичний контроль за місцем, запис у рапорті	не більше 1,2	не більше 1,14	Манометр технічний МТП-160. ДВ: 0÷2,5 МПа, Кт-2.5

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
	Температура, ТІР-49, ІН, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	110-160	112,6-157,4	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МІМ 402-00 L. ДВ: 0÷200°С/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
3. Розчин ам. селітри в напірному баку 402, 1г	Рівень, L/RAL-71,1, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	наявність переливу	-	П'єзометрична трубка L/RAL-71: L=1505 мм; L/RAL-1: L=2600 мм. Манометр МС-ПІ. ДВ: 0÷0,04 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МІМ 292-СТ: ДВ: 1700÷4600 мм/4÷20 мА (ГрБ3); ДВ: 0÷3500 мм/4÷20 мА, Кт-0,25 (ГрБ4). Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація	відсутній перелив	-	Індикатор сигналізації
4. Пара після парозволон- жувача 607, 1бг	Температура, ТІРАН-107, 1г, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 195	не більше 191,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МІМ 402-00 L. ДВ: 0÷300°С/4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму	195	191,1	Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
5. Пара на вході у випарний апарат з падаючою плівкою 603, 4Г	Тиск, РІ-112, 1Г, МПа	Періодичний контроль за місцем, запис у рапорті	не більше 1,3	не більше 1,24	Манометр технічний МТП-160. ДВ 0±2,5 МПа, Кт-2.5
6. Повітря на нагнітанні вентиляторів 605/1,2, 6Г/1,2	Тиск, РІР-113, 2, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 0,006	не більше 0,0058	Напоромір сильфонний пневматичний НС-ПЗ. ДВ: 0±0,01 МПа. Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
7. Плав. ам. селітри на виході з випарного апарату з падаючою плівкою 603, 4Г	Температура, ТІРАНЛ-103а, Ід, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ запис у рапорті	170-185	173,9-181,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач: МТМ 402-00 Л (ГрБ3); МТМ 402-01 Л (ГрБ4). ДВ: 0±300°С/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1 Монітор
		Сигналізація мінімуму та максимуму	170 185	173,9 181,1	Монітор
	Температура, ТІРSH-103, Ід, °С	Блокування за максимумом	190	186,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 Л. ДВ: 0±200°С/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Положення, стан обладнання, ГАИ-115,3, МПа	Сигналізація відкриття відскача	0,1	0,098	Електропневматичний клапан ЕПК-1/4 ТО. Клапан відсінний 22ж10п "НЗ" з мембранним ВМ, Ду25, Ру25. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
<p>8. Паровий конденсат у відділювачі парового конденсату 1) 608, 2) 17г</p>	<p>Рівень, L/RCS-122, 2г, мм</p>	<p>Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ</p>	<p>500–1000</p>	<p>1) 523–977 2) 514,4–985,6</p>	<p>Рівнемір бубиковий пневматичний УБ-ПВ: LRC-122: ДВ: 0–1000 мм/0,2±1,0 кгс/см², Кт-1.5. LRC-2: ДВ: 0–600 мм/0,2±1,0 кгс/см², Кт-1.5. Перетворювач ППЕ-2 ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ ДВ: 0±1000 мм/4±20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. 25с48нж "НО", Ду50 мм. Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>
<p>9. Пара на вході в парозволожувач 607, 1бг, 5г</p>	<p>Витрата, FIR-120,3, кг/год</p>	<p>Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ</p>	<p>не норм.</p>	<p>–</p>	<p>Діафрагма ДКС-10-250, Кт-1.0. Дифманометр ДМПК-100, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач 292-СТ, Кт-0.25. FR-120: ДВ: 0±15334 кг/год, Кт-1.0. FR-3: ДВ 0±25000 кг/год, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>
	<p>Температура, TIR-106, 1п °С</p>	<p>Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ</p>	<p>не норм.</p>	<p>–</p>	<p>Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач: МТМ 402-00 L (ГрБ3); МТМ 402-01 L (ГрБ4). ДВ: 0–300°С/ 4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
10. Розчин ам. селітри у збірнику 615, 44г	Рівень, L/RСАНЛ-161, 8, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	400–1800	442,3–1757,7	<p>П'єзомерична трубка LRCANH-161 L=2210 мм; LRCANH-8 L=1920 мм.</p> <p>Напоромір сильфонний пневматичний НС-ПЗ ДВ: 0÷0,025 МПа 0,2±1,0 кгс/см², Кт-1.0.</p> <p>Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0.</p> <p>Перетворювач МТМ 292-СТ: ДВ: 200±2500 мм/4±20 мА; Кт-0.25 (ГрБ3); ДВ: 300±2700 мм/4±20 мА, Кт-0.25 (ГрБ4).</p> <p>Задавач струму МТМ 103-01; ДВ: 0-100%/4±20 мА, Кт-0.1.</p> <p>Перетворювач ПЕП-95; ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5.</p> <p>Клапан регул. ПОУ-7 "НО", Ду15.</p> <p>Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>
Середовище, QIRC-615,44	Сигналізація мінімуму та максимуму	Неперервна індикація та реєстрація на моніторі в ЦПУ	400 1800	442,3 1757,7	<p>Монітор</p> <p>Монітор</p>
	Середовище, QIRC-615,44	Неперервна індикація та реєстрація на моніторі в ЦПУ	слабокисле	–	<p>Давач концентрації. Бар'єр іскрозахисту ВІЗ-ВБР. Потенціостатичний пристрій ПУ. ДВ: –1÷+1 В, Кт-5.0.</p> <p>Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 0÷5 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5.</p> <p>Клапан регул. УКС-6-160 "НЗ" Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
11. Конденсат у напірному баку конденсагу 413	Рівень, L/RAL-162, 5 мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	наявність переливу	-	<p>П'єзометрична трубка: L/RAL-162: L=1190 мм; L/RAL-5: L=1500 мм. Напормір сильфонний пневматичний НС-ПЗ L/RAL-162 — ДВ: 0±0,01 МПа, Кт-1.0. L/RAL-5 — ДВ: 0±0,016 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ: ДВ: 0±1000 мм/4±20 мА (ГрБ3); ДВ: 90±2590 мм/4±20 мА (ГрБ4); Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>
12. Плав у грануляторі: 1) 99, 2) 8г	Рівень, L/RAN-75, 12, мм	Сигналізація мінімуму Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	відсутній перелив не більше 430	не більше 417,1	<p>П'єзометрична трубка L=500 мм. Напормір НС-ПЗ, ДВ: 0-0,01 МПа. Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ: ДВ: 45±745/4±20 мА, Кт-0.2.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>
13. Повітря КВПА	Тиск, P/LAL-57, 40, МПа	Сигналізація максимуму Періодичний контроль у ЦПУ	300 не менше 0,2	1) 286,8 2) 287,1 не менше 0,21	<p>Монітор Манометр ЕКМ-1У, ДВ: 0±0,6 МПа, Кт-1.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор</p>
		Сигналізація мінімуму	0,2	0,21	Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
14. Повітря КВПіА зредуковане	Тиск, РІАНЛ-58, 41, МПа	Періодичний контроль з ЦПУ	0,126– 0,154	0,132– 0,148	Манометр ЕКМ-1У. ДВ: 0-0,4 МПа, Кт-1.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор
15. Оборотна вода на виході з корпусу	Температура, ПІР-52, 7, °С	Сигналізація мінімуму максимуму Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	0,126 0,154 не більше 37	0,132 0,148 не більше 35,7	Монітор Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач: МТМ 402 L (ГрБ3); МТМ 402-01 L (ГрБ4). ДВ: 0-100°С/ 4-20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
16. Конденсат в баку кислого конденсату: 1) 123, 2) 48г	Рівень, LІРАНЛ-160,9, мм	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	1) 400– 1500 2) 400– 1800	–	П'єзометрична трубка: LІРАНЛ-160: L=1500 мм; LІРАНЛ-9: L=2315 мм. Напоромір сильфонний НС-ПЗ. ДВ: 0-0,25 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02-0,1 МПа/4-20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 200-2500 мм/4-20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація мінімуму максимуму	400 1) 1500 2) 1800	442,3 1) 1457,7 2) 1757,7	Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
17. Розчин ам. селітри на нагнітанні на-сосів 614/1,2, 47т/1,2	Тиск, PIAL-144, 39 МПа	Періодичний контроль за місцем	не менше 0,15	не менше 0,16	Манометр електроконтактний ВЕ-16рб, ДВ: 0÷0,6 МПа, Кт-1.5
18. Пара на вході в парозоло-жувач 607	Температура, ТТР 106, °С	Сигналізація мінімуму Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	0,15 не норм.	0,16 -	Монітор Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0÷300°С/ 4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер Кт-0.1. Монітор
19. Пара в парозоло-жувач 607	Тиск, PIRC-110, МПа	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 1,2	не більше 1,17	Манометр МС-П2, ДВ: 0-1.6 МПа, Кт-1. Перетворювач ППЕ2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95 ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5 Клапан регул. 25с52нж "НО", Ду80. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск, РІ-110а, МПа	Періодичний контроль за місцем	не більше 1,2	не більше 1,18	Манометр технічний МТП-160. ДВ: 0÷1.6 МПа, Кт-2.5
	Рівень, LIRC 121, мм	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	400–700	439,2–660,8	Рівнемір УБ-ПВ. ДВ: 0÷1600 мм/0,02÷0,1 МПа, Кт-1.5. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
					Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0±1600 мм, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КР-20-40 "НО", Ду20. Контролер Кт-0.1. Монітор
20. Пара на вході у парозволожувач 51	Тиск, PIRC-51.1, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 1,3	не більше 1,26	Манометр сильфонний МС-П2. ДВ: 0±2,5 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01, ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КР-150-4 "НО", Ду150. Контролер, Кт-0.1 Монітор
21. Пара на виході з парозволожувача 51	Температура, TIR-48-2, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі, запис у рапорті Сигналізація максимуму	190–200	193,9–196,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L, ДВ: 0±300°С/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
	Тиск, PI-51, МПа	Періодичний контроль, запис у рапорті	не більше 1,3	не більше 1,24	Манометр технічний МПІ-160. ДВ: 0±2,5 МПа, Кт-2.5
22. Повітря після підігрівачів 604, 5г	Температура, ТРАН-104, Іе, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	180–190	183,9– 186,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0±300°С/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
23. Пароповітряна суміш у випарному апараті з падаючою плівкою 603	Температура, ТРАН-105.1, °С	Сигналізація максимуму	190	186,1	Монітор
24. Пароповітряна суміш на виході з випарного апарату з падаючою плівкою 603, 4г	Температура, ТРАН-105/2, Іб, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	140–170	143,9– 166,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0±300°С/ 4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
25. Пароповітряна суміш в апараті для уловлювання	Температура, ТРАН-134б, Іж, °С	Сигналізація максимуму	170	166,1	Монітор
		Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	140–170	143,9– 166,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 ХК. ДВ: 0±300°С/ 4±20 мА, Кт-0.25. Контролер Кт-0.1. Монітор
		Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 80	не більше 78,7	Монітор
		Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	170	166,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач: МТМ 402 L(ГрБ3); МТМ 402-01 L (ГрБ4). ДВ: 0±100°С/ 4±20 мА, Кт-0.25

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
аерозолів ам. селітри 617, 46г		запис у рапорті			Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація максимуму	80	77	Монітор
26. Оборотна вода на вході в кор. 712б	Температура, TIR-50, °С	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 30	не більше 28,7	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0±100°С/ 4±20 мА, Кт-0.25. Контролер Кт-0.1. Монітор
		Періодичний контроль за місцем	не менше 0,26	не менше 0,27	Манометр електроконтактний ВЕ-1Ібрб. ДВ: 0±0,6 МПа, Кт-1.5
	Тиск, PIAL-61, МПа	Сигналізація мінімуму	0,17	0,18	Монітор
		Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	-	Діафрагма ДБС-06-500, Кт-1.0. Перетворювач ІЗДД-11, Кт-1. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0±500 м ³ /год /4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
27. Розчин ам. селітри в нейтралізаторі плаву 606, 7г	Рівень, LIR-74, 11 мм	Неперервна індикація, ресстрація на моніторі в ЦПУ	наявність переливу	-	П'єзометрична трубка LR-74: L=1500 мм; LR-11: L=1600 мм Напоромір НС-ПЗ. ДВ: 0±0.016 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
28. Повітря після повітрядувок 93/1,2	Тиск, PIR 114, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не норм.	-	Напоромір сильфонний НС-ПЗ. ДВ: 0±1000 кг/м ² /0,2±1 кгс/см ² . Перетворювач ППЕ-2, ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Контролер, Кт-0.1. Монітор
29. Пара на вході в гран-башню ГрБ4	Тиск, PIR 2ж, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не менше 1,5	не менше 1,55	Перетворювач тиску ГРСВ. ДВ: 0±2,5 МПа/(0,02±0,1 МПа). Перетворювач ППЕ-2 ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ
30. Конденсат сокової пари в збірнику 18г	Рівень, LIRСАНL-4, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	500–1800	546–1754	П'єзометрична трубка L=2140 мм. Напоромір НС-ПЗ. ДВ: 0-0,025 МПа, Кт-1.0. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02±0,1 МПа/4±20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 40±2540 мм/4±20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0±100%/4±20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95, ДВ: 4±20 мА/0,02±0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. КР-50-40 "НО", Ду50. Контролер, Кт-0.1. Монітор
		Сигналізація мінімум максимум	500 1800	545 1755	Монітор ПК

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
31. Пара в парозволожувач 16г	Тиск, PIRC-1, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	не більше 1,2	не більше 1,17	Перетворювач тиску PRСW. ДВ: 0÷1,6 МПа, Кт-1. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. 25с54нж "НО", Ду100. Контролер, Кт-0.1. Монітор
32. Пара на вході в парозволожувач 55г	Тиск, PIRC-40, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 1,3	не більше 1,25	Перетворювач тиску PRСW. ДВ: 0÷2,5 МПа, Кт-1. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4÷20 мА /0,02÷0,1 МПа. Кт-0.5. Клапан регул. 25с50нж "НО" Ду80. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск, P1-40а, МПа	Періодичний контроль за місцем	не більше 1,3	не більше 1,26	Манометр технічний МПІ-160. ДВ: 0÷2,5 МПа, Кт-2.5

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
33. Пара на виході з парозволожувача 55г	Температура, ТРАН-1С, °С	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ, запис у рапорті	190–200	193,9–196,1	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-Л. ДВ: 0÷300°С/ 4÷20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
34. Конденсат у парозволожувач Ібг	Рівень, LIRC-3, мм	Сигналізація максимуму Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	200 400–700	196,1 409,8–690,2	Монітор Рівнемір УБ-ПВ. ДВ: 0÷400 мм/0,2÷кгс/см ² , Кт-1.6. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ, ДВ: 350÷750 мм/4÷20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103-01. ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1. Перетворювач ППЕ-95. ДВ: 4÷20 мА/0,02÷0,1 МПа, Кт-0.5. Клапан регул. 25с48нж "НО", Ду25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
35. Конденсат у парозволожувач 55г	Рівень, LIRC-10, мм	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	400–700	409,8–690,2	Рівномір буйковий пневматичний УБ-ПВ. ДВ: 0÷400 мм/0÷0,2 кгс/см ² . Кт-1.6. Перетворювач ППЕ-2. ДВ: 0,02÷0,1 МПа/4÷20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 350÷750 мм/4÷20 мА, Кт-0.25. Задавач струму МТМ 103. ДВ: 0÷100%/4÷20 мА, Кт-0.1

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
					Перетворювач ПЕП-95. ДВ: 4 ± 20 мА / $0,02\pm 0,1$ МПа. Кт-0.5. Клапан регул. ПОУ-8 "НО" Ду20. Контролер, Кт-0.1. Монітор
36. Оборотна вода на вході в корпус	Температура, TIR-6, °C	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 30	не більше 28,7	Термопара ТХК-0515, Перетворювач МТМ 402-01 L. ДВ: $0\pm 100^\circ\text{C}$ / 4 ± 20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Тиск, PIRAL-22, МПа	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не менше 0,26	не менше 0,27	Перетворювач тиску TRSW. ДВ: 0 ± 6 МПа / $0,2\pm \text{кг}/\text{cm}^2$. Кт-1.0. Перетворювач ПШЕ-2. ДВ: $0,02\pm 0,1$ МПа / 4 ± 20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: $0,02\pm 0,1$ МПа / 4 ± 20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
	Витрата, FIR-4, м ³ /год	Сигналізація мінімуму Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	0,17 не норм.	0,18 -	Монітор. Діафрагма ДБС-06-500, Кт-1.0. Дифманометр ІЗДІ1, Кт-1.0. Перетворювач ПШЕ-2. ДВ: $0,02\pm 0,1$ МПа / 4 ± 20 мА, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0 ± 500 м ³ /год / 4 ± 20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
37. Ам. селітра на виході зі «зваженого» шару ГрБ3	Температура, TIR 108, °C	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	не більше 50	-	Термопара ТХК-0515, Кт-1.0. Перетворювач МТМ 402-00 L. ДВ: 0±100°C/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
38. Повітря в приміщенні щитової ГрБ3 і ГрБ4	Температура, TIR 8, TIR 110, °C	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ	літній період 21–28, зимовий період 20–24	-	Термопара ТХК-0515, Перетворювач МТМ 292-СТ. ДВ: 0±100°C/4±20 мА, Кт-0.25. Контролер, Кт-0.1. Монітор
39. Повітря в приміщенні	Масова концентрація аміаку, QIRAH-100/3, мг/м ³	Неперервна індикація, реєстрація на моніторі в ЦПУ Сигналізація максимуму	не більше 16	не більше 12	Газоаналізатор "Дозор". ДВ: 0±20 мг/м ³ /4±20 мА, Кт-2.5. Контролер, Кт-0.1. Монітор Монітор

Таблиця 5.2
Технологічні параметри, що підлягають аналітичному контролю у процесі упарювання та гранулювання
аміачної селітри

Найменування стадії, місце вимірювання параметру/ відбору проби	Параметр, що контролюється, од. вим.	Частота контролю	Норми	Методи та засоби вимірювання
1	2	3	4	5
1. Конденсат сокової пари після поверхневих конденсаторів 407, 11г GO-390/1,2	Масова концентрація, г/дм ³ :			
	- аміаку	3 р./добу	не більше 2,0	Титриметричній, за методикою МУ-850
	- азотної кислоти	3 р./добу	не більше 1,0	Титриметричній, за методикою МУ-850
2. Плав ам. селітри після випарних апаратів з сепаратором 601, 2г GO-150.1 GO-150.2	- ам. селітри	3 р./добу	не більше 6,0	Титриметричній, за методикою МУ-382
	Масова доля, %:			
	- ам. селітри	1 р./зміну	98,0–98,5	За температурою кристалізації, за методикою МУ-38
3. Плав ам. селітри з нейтралізатора плаву перед гранулятором 606, 7г GO-394/1,2	- аміаку	1 р./зміну	не більше 0,2	Титриметричній, за методикою МУ-850
	Масова доля, %:			
	- ам. селітри	ч-з 2 год	не менше 99,5	За температурою кристалізації, за методикою МУ-38
4. Розчин ам. селітри, який поступає на всмоктування насоса 614, 47г GO-355/1,2	- аміаку	ч-з 2 год	не більше 0,05	Титриметричній, за методикою МУ-850
	- азотної кислоти	ч-з 2 год	не більше 0,02	Титриметричній, за методикою МУ-850
	Масова доля мастила, мг/кг	1 р./тижд.	не більше 7,0	УФ-спектрофотометрія, за методикою С-546
	Масова концентрація, г/дм ³ :			
	- ам. селітри	1 р./зміну	не більше 200,0	Титриметричній, за методикою МУ-382
	- азотної кислоти	1 р./зміну	–	Титриметричній, за методикою МУ-850
		1 р./зміну	1,0-1,5,0	Титриметричній, за методикою МУ-850

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
5. Пароповітряна суміш на виході з випарного апарату з падаючою плівкою 603,4г, GO-360/1,2	Масова концентрація ам. селітри, мг/м ³	1 р./кв.	не норм.	Фотоколориметричний, за методикою 0-751
6. Пароповітряна суміш на виході з апарату для уловлювання аерозолів ам. селітри 617, 46г GO-365/1,2	Масова концентрація, мг/м ³ : - аміаку - ам. селітри	2 р./міс. 2 р./міс.	не більше 200,0 не більше 160,0	Титриметричний, за методикою 0-751 Фотоколориметричний, за методикою 0-751
7. Повітря з витяжних вентиляторів гранбашні ГрБ3 і ГрБ4 408, 12г GO-370/1,2	Масова концентрація ам. селітри, мг/м ³	2 р./міс.	не більше 180,0	Гравіметричний
8. Повітря з циклону після пакувальних напівавтортерів і транспортерів готового продукту GO-510	Масова концентрація ам. селітри, мг/м ³	1 р./міс.	не більше 5,0	Гравіметричний
9. Повітря перед циклоном після пакувальних напівавтортерів і транспортерів готового продукту GO-520	Масова концентрація ам. селітри, мг/м ³	1 р./кв.	не норм.	Гравіметричний
10. Оборотна вода на вході в цех (ВОЦ-13) GO-245	Масова концентрація, мг/дм ³ : - азоту амонійного - азоту нітратного - мастила - рН середовища	2 р./зміну 2 р./зміну 2 р./зміну 2 р./зміну	не більше 2,5 не більше 37,0 - 6,5-9,0	Фотоколориметричний, за методикою 0-71 Фотоколориметричний, за методикою 0-95 Візуальний, за методикою 0-346 Потенціометричний, за методикою E-519

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
	- плаваючі домішки, зафарбування	2 р./зміну	-	Візуальний
11. Оборотна вода на виході з цеху (ВОЦ-13) GO-246	Масова концентрація, мг/дм ³ : - азоту амонійного - мастила - рН середовища - плаваючі домішки, зафарбування	2 р./зміну 2 р./зміну 2 р./зміну 2 р./зміну	не більше 2,5 не більше 37,0 - 6,5-9,0 -	Фотоколориметричний, за методикою 0-71 Фотоколориметричний, за методикою 0-95 Візуальний, за методикою 0-346 Потенціометричний, за методикою E-519 Візуальний
12. Викид з загально-цехової свічі GO-250	Масова концентрація аміаку, мг/м ³	3 р./добу	не більше 180,0	Титриметричний, за методикою 0-98
13. Порошок магнезитовий каустичний із залізничної цистерни	Масова доля, %: - оксиду магнію - натрію	марка 90 марка 87 марка 83 марка 75 при подачі в цех	не менше: 90,0 87,0 83,0 75,0 не більше 0,5	ГОСТ 1216-87 Полум'яно-фотометричний, за методикою МВВ № НТЦ-1089
	- калію	при подачі в цех	не більше 0,4	Полум'яно-фотометричний, за методикою МВВ № НТЦ-1089
	- сульфатів, у перерахунку на SO ₄	при подачі в цех	не більше 2,5	Турбидиметричний, за методикою МВВ № НТЦ-1128
	- вологи	при подачі в цех: марка 90 марка 87 марка 83 марка 75	не більше: 1,0 1,0 1,3 1,5	ГОСТ 1216-87

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
	Залишок на сітці № 02, %	при подачі в цех: марка 90 марка 87 марка 83 марка 75	не більше: 5 5 5 -	ГОСТ 1216-87
	Прохід крізь сітку № 009, %	при подачі в цех: марка 90 марка 87 марка 83 марка 75	не менше: 75 75 75 -	ГОСТ 1216-87
14. Конденсат сокової пари після малогабаритних швидкоіскричних конденсаторів випарного апарату III ступені в цех НОПС АЗ-256	Масова концентрація, мг/дм ³ : - азоту амонійного - азоту нітратного - рН середовища - мастила - плаваючі домішки, забарвлення	3 р./зміну 3 р./зміну 3 р./зміну 3 р./зміну 3 р./зміну	не більше 840 не більше 740 2,0-10,0 - -	Титриметричний, за методикою 0-592 Титриметричний, за методикою 0-592 Потенціометричний, за методикою Е-519 Візуальний, за методикою 0-346 Візуальний
15. Чистий конденсат у цех ГО-260	Масова концентрація, мг/дм ³ : - аміаку - хлорид-йонів - рН середовища Молярна концентрація еквіваленту жорсткості, мкмоль-екв/дм ³	1 р./зміну 1 р./зміну 1 р./зміну 1 р./зміну	не більше 2,0 не більше 2,0 7,0-9,2 не більше 15,0	СТП 6-52-96 СТП 6-52-96 Потенціометричний, за методикою Е-519 СТП 6-52-96

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
16. Закислений розчин у баку кислото конденсату 123 і баку кислото розчину 48Г, ГО-121/1,2	Масова концентрація азотної кислоти, г/дм ³	за вимогою	180,0–300,0	Тигриметричний, за методикою О-219
17. Розчин після промивання зваженого шару гранбашні ГрБ3 і ГрБ4 ГО-122/1,2	Масова доля, мг/кг: - мастила - механічних домішок	при відкачуванні при відкачуванні	– –	Спектрофотометричний, за методикою С-546 Візуальний
18. Готовий продукт з транспортної стрічки	Масова доля, %: - води - нітратів кальцію і магнію в перерахунку на оксид кальцію	2 р./зміну 2 р./зміну	не більше 0,3 0,2–0,5	ГОСТ 2-85: Метод висушування ГОСТ 2-85
19. Готовий продукт з гранбашень ГрБ3 і ГрБ4 ГО-270/1,2	Масова доля, % гранул розміром: - від 1 до 3 мм - від 1 до 4 мм	2 р./зміну 1 р./зміну 1 р./зміну	не менше 5,0 93,0 95,0	ГОСТ 2-85 ГОСТ 2-85 ГОСТ 2-85
20. Повітря з апаратів і трубопроводів при проведенні газонебезпечних і вогневих робіт	Масова концентрація, мг/м ³ : - аміаку - оксидів азоту	за потребою 1 р./зміну за вимогою за вимогою	не більше 0,3 не менше 5,0 не більше 20,0 не більше 5,0	ГОСТ 2-85: Метод висушування ГОСТ 2-85 На апараті УГ-2 Експрес-метод на апараті ГХ-4 за методикою 0-711

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
	Об'ємна доля, % - кисню - водню	за вимогою за вимогою за вимогою	не менше 20,0 -	Волометричний, за методикою А-106 Компенсаційний, за методикою А-35 Компенсаційний, за методикою А-35
21. Повітря на місці проведення вогневих робіт	Об'ємна доля водню, % Масова концентрація аміаку, мг/м ³	за вимогою	-	На апараті УГ-2
22. Повітря робочої зони приміщень	Масова концентрація, мг/м ³ : - аміаку - оксидів азоту - магnezиту - парів азотної кислоти - амонію нітрату (ам. селітри) - аерозолно мастила мінерального нафтового	за вимогою 1 р./міс. 1 р./міс. 1 р./міс. 1 р./міс. 1 р./міс.	не більше 20,0 не більше 5,0 не більше 10,0 не більше 2,0 не більше 5,0	МУ 1637-77 МУ 4751-8 МУ 1637-7 МУ 4436-87 МУ 4436-87
23. Свіча відстійника і донейтралізатора магnezитової витяжки, ГО-412	Масова концентрація оксидів азоту, мг/м ³	1 р./кв.	не більше 5,0	Фотометричне вимірювання концентрації масляного аерозолу в повітрі
24. Свіча вакуумнасосу випарки ІІІ ступені (гранбашня ГрБ4) ГО-335	Масова концентрація, мг/м ³ : - оксидів азоту - аміаку - ам. селітри	1 р./кв. 1 р./кв. 1 р./кв.	не більше 2040 не більше 459,0 не більше 4500	Фотокolorиметричний, за методикою 0-116 Титриметричний, за методикою 0-751 Фотокolorиметричний, за методикою 0-751
25. Свіча сховаща магnezитової витяжки ГО-413	Масова концентрація оксидів азоту, мг/м ³	1 р./кв.	не більше 251,0	Фотокolorиметричний, за методикою 0-116

Продовження табл. 5.2

1	2	3	4	5
26. Свіча після донейтралязатора GO-105	Масова концентрація, мг/м ³ : - аміаку - ам. селітри - оксидів азоту	1 р./кв. 1 р./кв. 1 р./кв.	не більше 21940 не більше 577,0 не більше 245,0	Титриметричний, за методикою 0-98 Фотоколориметричний, за методикою 0-751 Фотоколориметричний, за методикою 0-116
27. Свіча напірного баку 43 GO-255	Масова концентрація, мг/м ³ : - аміаку - ам. селітри - пари азотної кислоти	1 р./кв. 1 р./кв. 1 р./кв.	не більше 760,0 не більше 1100 не більше 720,0	Титриметричний, за методикою 0-751 Фотоколориметричний, за методикою 0-751 Фотоколориметричний, за методикою 0-969
28. Готовий продукт GO-500	Сумарна масова доля нітратного та амонійного азоту, % в перерахунку на: - ам. селітру в сухій речовині - азот в сухій речовині Масова доля, %: - води (методом висушування) - рН 10%-ного водного розчину Масова доля речовин, не розчинних у 10%-ному розчині азотної кислоти, % Розсіпчастість, %	кожну партію кожну партію кожну партію кожну партію кожну партію 1 р./6 міс.	не менше 98 34,4 не більше 0,3 не менше 5,0 не більше 0,2 100	Метод об'ємного титрування або розрахунковий ГОСТ 2-85: Розрахунковий метод ГОСТ 2-85: Метод вагового визначення ГОСТ 2-85: Метод потенціометричного визначення ГОСТ 2-85: Метод об'ємного титрування ГОСТ 2-85: Ручний метод визначення

5.3. Підсистеми регулювання температури плаву аміачної селітри на виході випарного апарату 601/1-2 подачею пари

Комп'ютерна система автоматизації технологічним процесом випарювання аміачної селітри включає такі підсистеми:

- підсистему стабілізації заданої температури плаву аміачної селітри Т100/1,2 на виході випарного апарату 601/1-2 зміною подачі пари або навантаження за плавом. Значення температури задається оператором, а для системи стабілізації подачею пари — задана температура також може розраховуватися в залежності від рівня L71 і температури T49 плаву аміачної селітри в напірному баку 402;

- підсистему стабілізації заданої температури плаву аміачної селітри Т103/Т103, а після випарного апарату з падаючою плівкою 603 зміною подачі пари або навантаження за плавом. Значення температури задається апаратником.

Удосконалення існуючої системи резервування САР ручними задавачами МТМ 103.01 на робочому місці ГрБЗ виконано за рахунок рішення таких задач:

- контролю вихідного сигналу на клапан по зворотному зв'язку;
- автоматичного безударного переведення управління клапана з задавача на ПТК;
- автоматичного безударного переведення управління клапана з ПТК на задавач за командою «Аварія», яка формується при відмові вихідного аналогового модуля;
- автоматичного безударного переведення управління клапана з ПТК на задавач за відмовою блоку живлення контролера.

5.3.1. Принцип роботи КСА ТП упарювання плаву аміачної селітри в апаратах 601/1-2

КСА складається з 2-х підсистем:

- 1) підсистеми регулювання заданої температури плаву аміачної селітри Т100/1-2 на виході працюючого випарного апарату 601/1-2 подачею пари у випарний апарат (реалізована на базі каскадної САР);

- 2) підсистеми регулювання температури Т100/1-2 подачею плаву з напірного баку 402 в апарат 601/1-2 (реалізована на базі одноконтурних систем регулювання).

Обидві підсистеми регулювання температури плаву аміачної селітри Т100/1-2 (подачею пари та плаву) працюють за принципом — у роботі регулятор або з парую, або з плавом. Підсистема регулювання температури Т100/1-2 подачею пари реалізована на базі каскадної САР, у якій регулятор (РС110) тиску пари Р110 після парозволожувача 607 працює з корекцією за температурою Т100/1-2, яка формується регулятором температури ТС100. У каскадній САР:

- РС110 — основний регулятор тиску Р110 на виході парозволожувача 607;

- ТС100 — корегуючий регулятор температури плаву аміачної селітри Т100/1-2;

- «Р» — ручний режим;

- «А» — автоматичний режим, при якому задання за тиском основному регулятору задається вручну апаратником з оверлею ПК;

- «К» — каскадний режим, при якому задання за тиском регулятору РС110 формується корегуючим регулятором ТС100.

У регуляторі температури ТС100 каскадної САР передбачено два режими управління: «Р» — ручний і «А» — автоматичний. Мнемосхема КСА температурним режимом попереднього упарювання плаву аміачної селітри приведена на рис. 5.6. Робота підсистеми регулювання температури Т100/1,2 на базі каскадної САР полягає в тому, що при відхиленні даної температури від заданого значення, регулятором температури ТС100 формується вихідний сигнал, який поступає в якості задання регулятору тиску РС110, коли останній знаходиться в режимі «К». Якщо основний регулятор тиску знаходиться в режимі «А» або «Р», тоді вихід регулятора температури ТС100 відстежує величину задання регулятора тиску РС110, що забезпечує безударний перехід на каскадний режим управління. Змінною регулятора температури ТС100 є температура плаву аміачної селітри після випарного апарату 601/1 або 601/2, тобто Т100/1 або Т100/2. Враховуючи, що випарних апаратів два, а в роботі завжди знаходиться один з них, то температура Т100/1 або Т100/2 устанавлюється обслуговуючим персоналом при перемиканні випарних апаратів. Перемикання температур необхідно виконувати тільки після включення до роботи другого апарату 601/2 або 601/1.

У підсистемі передбачена можливість підключення в якості задання регулятору температури ТС100 або устанавленого вручну задання апаратником з оверлею каскадної САР, або автоматично розрахованого задання з врахуванням рівня L71 і температури Т49 плаву аміачної селітри в напірному баку 402. Вибір задання залишається за апаратником і визначається положенням кнопки «Вкл./Відкл. розрахунок», розташованої на програмному блоку для автоматичного розрахунку задання регулятору

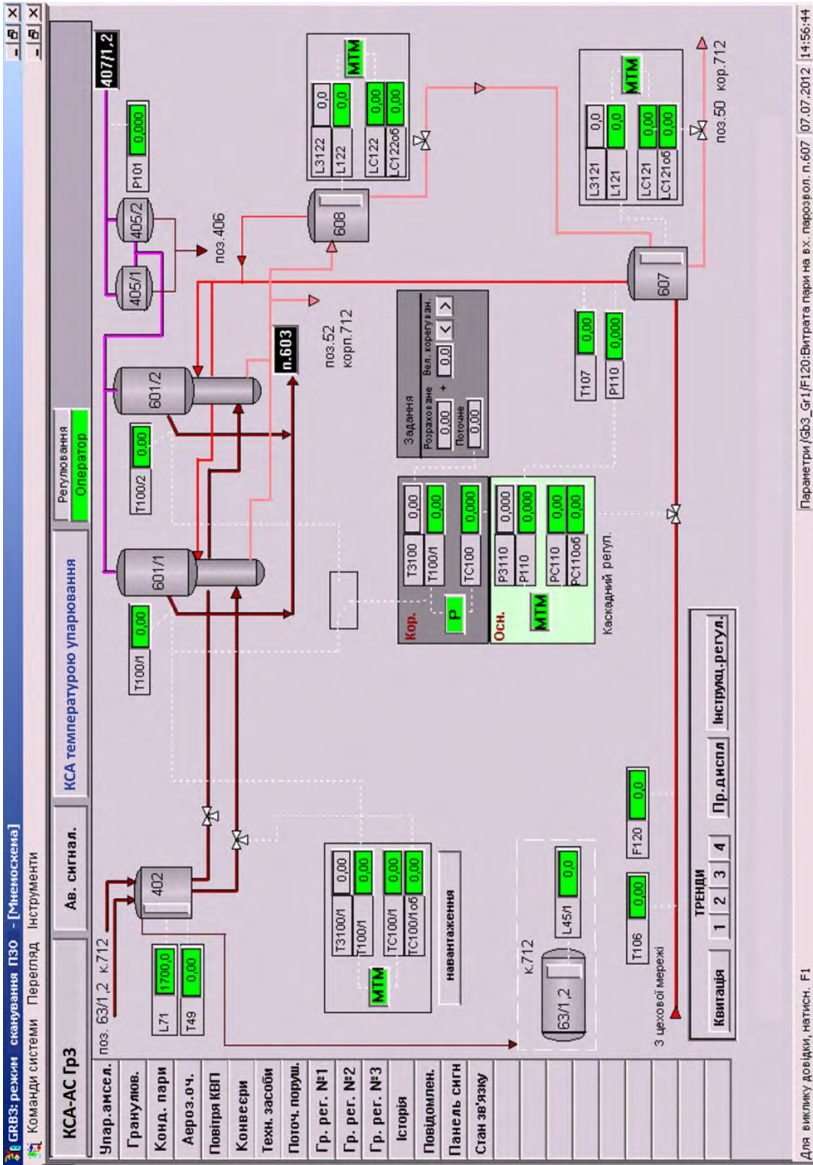


Рис. 5.6. Мнемосхема КСА температурним режимом попереднього упарювання плаву аміачної селітри

температури ТС100 (далі, блоку розрахунку задання T100), що формує задання регулятора ТС100 у залежності від зміни трендів, які показані на рис. 5.7–5.10. Розраховане значення температури для випарного апарату 601/1,2 змінюється в діапазоні 163–170°C при значеннях рівня L71 2800–3050 мм і температури T49 125–145°C в напірному баку 402. В якості давача тиску P110 використовується манометр МС-П2, а для уведення сигналу в контролер-перетворювач пневмоелектричний ППЕ-2. Управління регулятором тиску (зміна режимів роботи, зміна задання в режимі «А» і виходу на клапан в режимі «Р») здійснюється з ПК робочого місця ГрБ3 (або майстра зміни, в разі передачі йому управління).

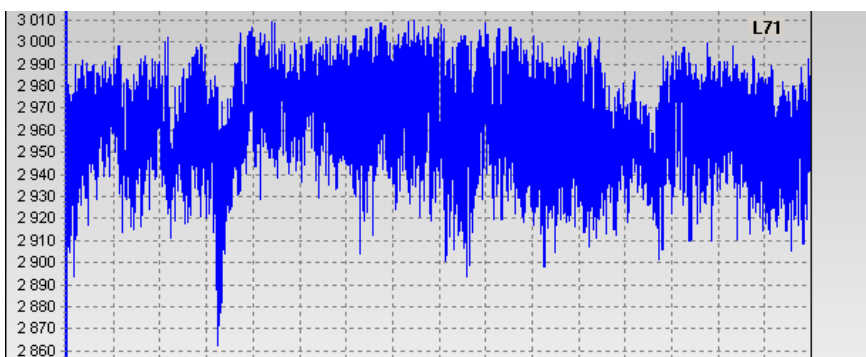


Рис. 5.7. Тренд реального часу зміни рівня L71 аміачної селітри в напірному баку 402 на протязі 8 годин без фільтрації

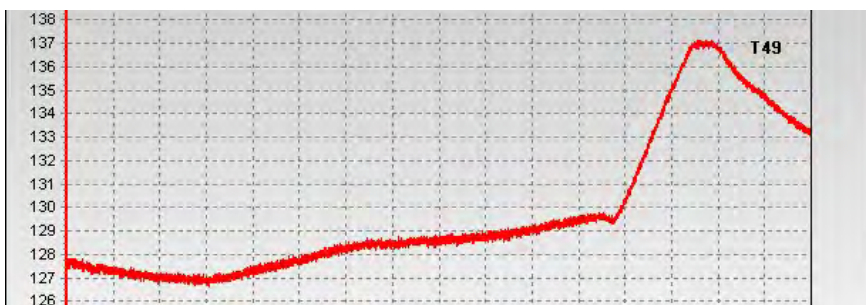


Рис. 5.8. Тренд реального часу усередненої зміни температури T49 аміачної селітри в напірному баку 402 на протязі 8 годин

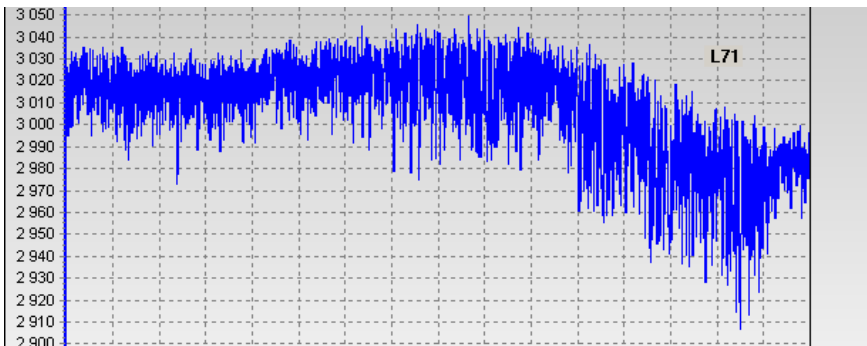


Рис. 5.9. Тренд реального часу зміни рівня L71 аміачної селітри в напірному баку 402 на протязі 8 годин після фільтрації

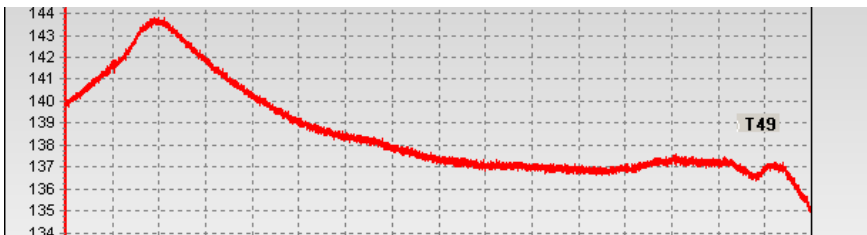


Рис. 5.10. Тренд реального часу усередненої зміни температури T49 аміачної селітри в напірному баку 402 на протязі 8 годин

Вихідний сигнал на клапан з регулятора тиску поступає на електропневмоперетворювач ЕПП-95, з якого далі поступає на клапан, що розташований на трубопроводі подачі пари в парозволожувач 607. Для вимірювання температури T100/1 і T100/2 використовується термопара ТХК-0515, а для уведення сигналу в контролер-перетворювач вимірювальний багатодіапазонний типу МТМ402-00. Управління регулятором температури (зміна режимів його роботи, зміна задання в режимі «А» і виходу корегуючого регулятора в режимі «Р») здійснюється з ПК робочого місця ГрБ3 і майстра зміни. Вихідний сигнал корегуючого регулятора температури є заданням на регулятор тиску РС110. При відмові давача температури T100/1,2 блокується перехід каскадної САР на режим «К» або автоматично знімається режим «К», якщо каскадна САР знаходиться в цьому режимі, після чого регулятор температури TC100 автоматично переводиться на режим «Р», а регулятор тиску РС110 залишається в режимі «А». При цьому задання регулятору РС110 задається оператором вручну. При відмові давача рівня L71 або температури T49

плаву аміачної селітри блок розрахунку задання T100 (корекція за L71 і T49) відключається. При цьому величина задання регулятора температури TC100 залишається рівною останньому сформованому блоком розрахунку і є незмінною, тобто відповідає тому значенню, котре було до діагностування відмови давача L71 або T49. У разі відключення блоку розрахунку задання T100, задання регулятора температури TC100 каскадної САР виставляється оператором вручну з оверлею. При поверненні рівня L71 і температури T49 до норми після стану «Відмова давача» необхідно відновити розрахунок величини задання регулятора температури TC100, натиснувши кнопку «Вкл. розрахунок» на блоку розрахунку задання T100. У підсистемі передбачене обмеження виходу регулятора температури TC100 у режимі «А» по заданню регулятора тиску РС110, значення якого не перевищує 1,2 МПа, з формуванням відповідної сигналізації.

5.3.2. Підсистема регулювання температури плаву на виході випарного апарату 601/1-2 подачею плаву аміачної селітри

Підсистема КСА регулювання температури плаву аміачної селітри після апаратів 601/1-2 подачею плаву з напірного баку 402 на працюючий випарний апарат 601/1-2 реалізована на базі 2-х одноконтурних САР:

- температури T100/1 подачею плаву аміачної селітри у випарний апарат 601/1 (регулятор TC100/1);

- температури T100/2 подачею плаву аміачної селітри у випарний апарат 601/2 (регулятор TC100/2).

Основним режимом, на якому повинні працювати регулятори подачі плаву аміачної селітри в апарати 601/1-2, є режим «Р». Але технічний персонал в особливих випадках (наприклад, при недостачі пари або обмеженні витрати пари при нагріві плаву аміачної селітри в апараті 601/1-2, відмові регулятора РС110 тощо) може перевести регулятор подачі плаву аміачної селітри, який подає плав в апарат 601/1-2, на режим «А». При одночасній роботі регуляторів температури подачею пари та плаву, значення задання за температурою регулятора подачі плаву TC100/1 (TC100/2) має бути менше від значення задання за температурою регулятора подачі пари TC100 каскадного контура (наприклад, на 1–2°C). У разі роботи в режимі «А» САР температури подачею плаву TC100/1 (TC100/2) даний регулятор:

- зменшує навантаження на апарат 601/1-2 — тільки у випадку виходу клапана на подачу пари в парозволожувач 607 для обмеження тиску пари (1,2 МПа);

- збільшує навантаження на апарат 601/1-2 — у випадку, коли витрата пари в парозволожувач 607 є достатньою для підтримування заданої температури в апараті 601/1-2.

Заборона роботи регулятора температури ТС100/1 (ТС100/2) за рахунок подачі плаву аміачної селітри здійснюється переведенням його на режим «Р». Основною вимогою щодо забезпечення можливості включення до роботи і працездатності САР температури ТС100/1 (ТС100/2) подачею витрати плаву аміачної селітри є переведення ручного вентиля на подачі плаву в апарат 601/1 (601/2) у повністю відкрите положення. При цьому (щоб установити потрібне навантаження на апарат 601/1 (601/2) в оборотах вентиля на 1/2, 3/4 оберти) необхідно (при повністю відкритому ручному вентилі) установити ступінь відкритого стану кулькового крану у відповідності з табл. 5.3. Величину ступеня відкриття (закриття) кулькового крану можна визначити:

- за оверлеєм на фрагменті — за загальноприйнятими принципами (0% — повністю відкритий, 100% — повністю закритий, інше значення % — відповідне проміжне положення);

- за місцем — за кутом повороту на циферблаті позиціонера (при цьому 0 на циферблаті — 0% на оверлеї, 90–100%, інші кути — відповідні % виходу на кран, тобто, наприклад, 45–50%);

- за положенням штока кулькового крану. Якщо проточка штока направлена за напрямом труби — кран відкритий повністю, якщо шток стоїть перпендикулярно до труби — кран повністю закритий, проміжне положення штока — це відповідне проміжне відкриття крана.

Таблиця 5.3

Ступінь відкриття кулькового крану

Ручний вентиль	Навантаження в оборотах вентиля до установки кулькового крану	Ступінь закриття кулькового крану по оверлею регулятора ТС100/1 (ТС100/2)
Повністю «ВІДКРИТО»	$\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8}\right) об.$	100% закриття
	$\left(\frac{1}{2}\right) об.$	70%
	$\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{8}\right) об.$	60%
	$\left(\frac{3}{4}\right) об.$	50%
	1 об.	30%

5.3.3. Реалізація каскадної системи регулювання температури у випарних апаратах

Реалізація каскадної САР виконана у відповідності з принципами, прийнятими в регуляторах MITSUBISHI:

- якщо регулятор знаходиться в режимі «Р», то значення «Задання» відстежує (повторює) значення «Змінної»;

- переведення регулятора з режиму «Р» на режим «А» і навпаки здійснюється безударно за рахунок відстежування вихідним сигналом регулятора значення виходу з ручного задавача і навпаки.

Каскадна САР може працювати в таких режимах:

1. *Ручний режим «Р».* При цьому режимі роботи обидва регулятори (основний і корегуючий) переводяться на режим «Р». Для корегуючого регулятора додатково організовується стеження його виходу за величиною задання основного регулятора, що забезпечує безударність переведення контура на режим «К». При недостовірності змінної P110 основного регулятора, блокується його переведення на режим «А»; аналогічно — при недостовірності змінної T100/1-2 регулятора температури блокується його переведення на режим «А».

2. *Автоматичний режим «А».* В автоматичному режимі задання основному регулятору формується оператором з оверлею ПК; при цьому корегуючий регулятор знаходиться в режимі «Р» та відстежує вихід регулятора TC100 за поточною величиною задання основного регулятора PC110, що забезпечує безударність переведення САР на режим «К». В автоматичному режимі контролюється значення змінних основного та корегуючого регуляторів на достовірність. При наявності сигналу недостовірності змінної T100/1-2 регулятора температури TC100 блокується перехід каскадного контура тиску PC110 з режиму «А» на режим «К». При наявності сигналу недостовірності змінної P110 основного регулятора, каскадний контур переводиться на режим «Утримування» з формуванням відповідної сигналізації. Цей режим знімається тільки при переведенні каскадної САР (регулятора PC110) на режим «Р».

3. *Каскадний режим «К».* У каскадному режимі задання основному регулятору PC110 формується корегуючим регулятором температури TC100, при цьому останній може бути в режимі «А» або «Р» (визначається оператором), а основний регулятор переводиться на режим «К». У режимі «К» на вхід «Задання» регулятора PC110 підключається вихід регулятора температури TC100, а ручний задавач відключається і переходить на режим стеження за заданням основного регулятора, що забезпечує безударність переходу на режим «А». При даному режимі роботи постійно контролюються значення змінних корегуючого та основного регуляторів на

достовірність. У разі недостовірності змінної T100/1-2 регулятора температури TC100 автоматично знімається режим «К» каскадної САР і корегуючий регулятор переводиться на режим «Р» з формуванням відповідної сигналізації. У разі недостовірності змінної основного регулятора PC110, він переводиться на режим «Утримування» з формуванням відповідної сигналізації, а регулятор температури TC100 переходить на режим «Р». Режим «Утримування» каскадної САР знімається тільки при переведенні його (регулятора PC110) на режим «Р».

5.3.4. Підсистема контролю та управління процесом випарювання плаву аміачної селітри

На фрагменті «Випарювання ам. селітри» розташовано каскадний регулятор та один з двох одноконтурних регуляторів температури плаву аміачної системи (рис. 5.11). На фрагменті відображено тільки той регулятор температури TC100/1 або TC100/2 за рахунок зміни витрати плаву, котрий подає його у працюючий випарний апарат 601/1 або 601/2.

Складові каскадного регулятора (змінна, задання, сигнал зворотного зв'язку, вихід, режим) на фрагменті відображаються аналогічно простому регулятору, але розташовані один над іншим для основного (знизу) и корегуючого (зверху) регуляторів і відображаються на фоні, колір котрого залежить від стану регуляторів. У верхньому лівому куті регулятора температури TC100 каскадної САР знаходиться надпис «Кор.», а основного контура PC110 — «Осн.» (рис. 5.12). Сигнал зворотного зв'язку відображається поряд (зверху або знизу) зі значенням виходу регулятора і позначається так само, як вихід, але з додаванням букв «Звор.». При цьому необхідно стежити за відповідністю значень вихідного сигналу на клапан, який формується з ПТК, і сигналу, що поступає на клапан (сигналу зворотного зв'язку).

Змінною регулятора температури TC100 каскадної САР є температура плаву аміачної селітри T100/1 або T100/2. Перемикання температур виконується оператором після включення до роботи іншого апарату 601/1-2.

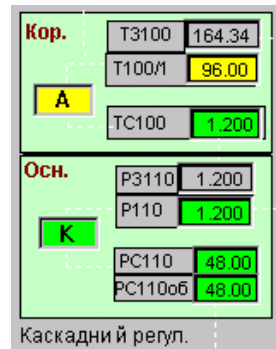


Рис. 5.11. Вікно управління каскадною САР

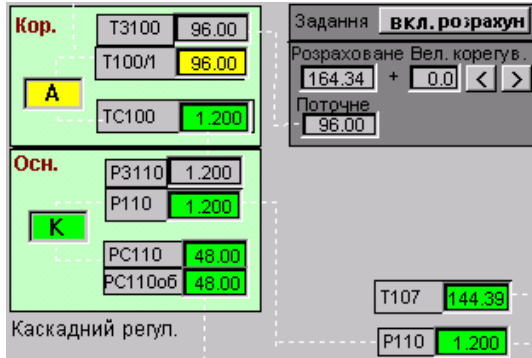


Рис. 5.12. Вікно управління каскадною САР з включеним корегуванням

Пунктирною білою лінією вказується, яка температура регулюється:



. Зміна режиму роботи каскадної САР здійснюється аналогічно простому регулятору через оверлей (рис. 5.13). Для виклику оверлея каскадної САР необхідно натиснути ЛКМ по значенню виходу основного PC110 0.00 або корегуючого регулятора TC100 1.200 відповідно. Якщо основний регулятор PC110 знаходиться не в режимі «К» (а в режимі «А» або «Р»), то кнопки оверлею корегуючого регулятора TC100 є заблокованими. Тому управління здійснюється тільки основним регулятором.

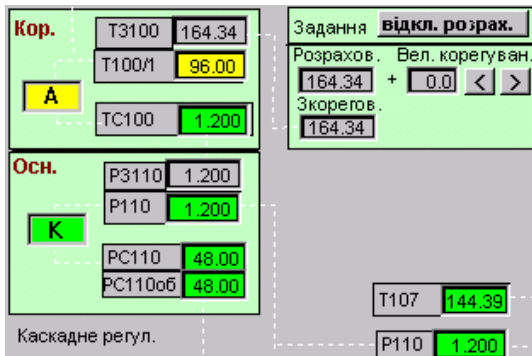


Рис. 5.13. Вікно управління каскадною САР з виключеним корегуванням

На фрагменті мнемосхеми «Упарювання ам.селітри» справа від регулятора температури ТС100 створено поле, на якому знаходиться блок розрахунку задання Т100. На це поле винесена кнопка включення **вкл.розрахун.** або виключення **відкл.розрахун** регулювання за розрахованим заданням (рис. 5.14).

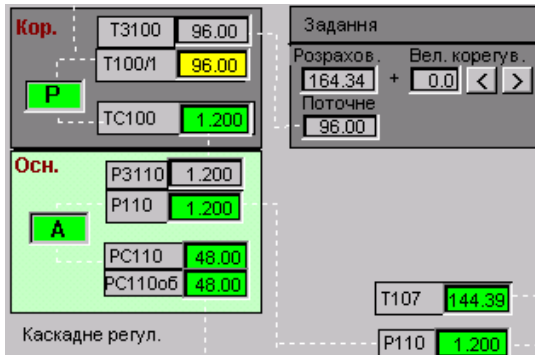


Рис. 5.14. Вікно управління каскадною САР з розрахунковим корегуванням задання

Кнопка є невидимою, якщо регулятор температури ТС100 знаходиться не в режимі «А» або основний регулятор тиску РС110 — не в режимі «К», а в режимі «А» або «Р»:

- вікно «Розраховане», у якому відображається значення автоматично розрахованого задання (оновлюється постійно, незалежно від того, включено розрахунок чи виключено, а також незалежно від режимів роботи регуляторів ТС100 і РС110);

- вікно «Вел. корегув.», у якому відображається значення величини корегування задання. Значення величини корегування задання можна змінити вручну за допомогою кнопок «<<» або «>>», що знаходяться справа від вікна;

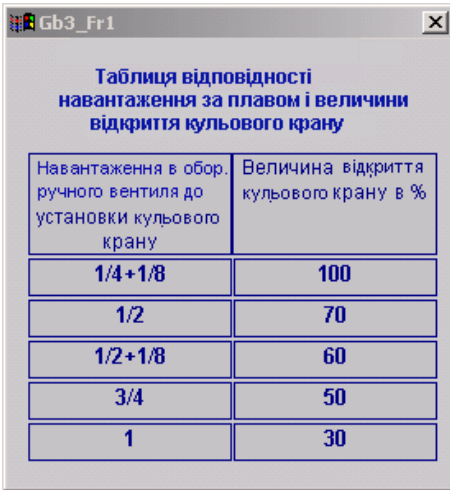
- вікно «Поточні», у якому відображається значення поточного задання, якщо не включено його автоматичний розрахунок.

Якщо включено автоматичний розрахунок задання, то дане вікно замінюється вікном «Скорег.», у якому відображається значення автоматично розрахованого задання з врахуванням значення величини корегування. Якщо включено регулювання за автоматично розрахованим заданням (включений блок зміни задання Т100), то колір фону поля стає **світлозеленим**, а якщо відключено, то колір фону **темносірий**. Якщо корегуючий регулятор ТС100 знаходиться в режимі «Р», то незалежно від режиму роботи основного регулятора РС110 («К», «А» чи «Р»), кнопка

включення або відключення розрахунку є невидимою. При каскадному регулюванні складові регуляторів (змінна, задання, сигнал зворотного зв'язку, вихід, режим) відображаються на фоні, колір котрого може приймати значення:

- **темносірий** колір — регулятор не працює;
- **світлозелений** колір — регулятор працює.

На фрагменті знаходиться один простий регулятор температури аміачної селітри TC100/1 (або TC100/2) подачі плаву в працюючий апарат 601/1 (або 601/2). Переключення інформації регулятора TC100/1 на TC100/2 і навпаки виконується після включення в роботу оператором другого випарного апарату 601/1-2. Включення до роботи регулятора TC100/1 або TC100/2 на подачу плаву залежить від того, який з апаратів 601/1-2 є працюючим. Якщо в роботі знаходиться випарний апарат 601/1, тоді працюючим є регулятор температури TC100/1 і навпаки. Передбачена можливість надання оператору таблиці відповідності навантаження за плавом в обертах ручного вентиля до установки кульового крану і величини відкриття кульового крану у відсотках виходу регулятора. Для цього на фрагмент мнемосхеми «Упарювання ам. селітри» нижче регулятора подачі плаву TC100/1 (TC100/2) виведена кнопка **навантаження**. Таким чином, для виклику таблиці відповідності навантаження і положення кульового крану необхідно натиснути по цій кнопці, після чого на фрагменті з'явиться таблиця, яка показана на рис. 5.15.



The screenshot shows a window titled "Gb3_Fr1" with a close button in the top right corner. The window contains a title "Таблиця відповідності навантаження за плавом і величини відкриття кульового крану" and a table with two columns: "Навантаження в обор. ручного вентиля до установки кульового крану" and "Величина відкриття кульового крану в %". The table has five rows of data.

Навантаження в обор. ручного вентиля до установки кульового крану	Величина відкриття кульового крану в %
1/4+1/8	100
1/2	70
1/2+1/8	60
3/4	50
1	30


Рис. 5.15. Вікно відповідності навантаження і положення крану

5.3.5. Робота САР процесу випарювання плаву аміачної селітри

5.3.5.1. Робота з каскадною системою регулювання

1. **Переведення каскадної САР на режим «К».** Для переведення основного регулятора тиску РС110 на режим «К» потрібно:

- викликати фрагмент «Упарювання ам. селітри»;
- упевнитися, що на регулятор температури ТС100 каскадної САР поступає в якості змінної температура плаву Т100/1 або Т100/2 працюючого випарного апарату 601/1-2 (за **білою** пунктирною лінією перемикача температур Т100/1 або Т100/2);

- підвести курсор мишки до значення виходу на клапан у рядку РС110. При цьому з'явиться символ руки . Натиснути ЛКМ — спливе оверлей каскадної САР;

- упевнитися, що основний регулятор РС110 знаходиться в режимі «А», регулятор температури ТС100 в режимі «Р» і вихід регулятора ТС100 відстежує «Задання» регулятора РС110. Тобто значення в рядку «Вихід» регулятора ТС100 дорівнює значенню в рядку «Задання» регулятора РС110 у технічних одиницях тиску (МПа);

- упевнитися, що значення «Змінної» регулятора ТС100 достовірно, тобто колір відображення «Змінної» є **зеленим**, і що величина заданої температури відстежується за поточною температурою Т100/1-2; тобто значення в рядку «Зад.» регулятора ТС100 дорівнює значенню рядка «Змінна» у технічних одиницях температури (°С). Якщо значення «Змінної» Т100/1, 2 є недостовірним, тобто колір відображення «Змінної» є **білим** або **сірим**, то регулятор тиску РС110 неможна переводити на режим «К»;

- підвести курсор мишки до кнопки «К» основного регулятора РС110 і натиснути ЛКМ. При цьому:

- кнопка режиму «К» регулятора РС110 стає втиснутою, а кнопка «А» — ні;

- на фрагменті мнемосхеми символ режиму роботи регулятора РС110 змінюється на символ «К»;

- фон регулятора ТС100 з **темно-сірого** змінюється на **світло-зелений**;

- кнопка «Р» регулятора ТС100 залишається втиснутою, але з підсиленням кольору букви «Р»;

- підвести курсор мишки до кнопки «А» регулятора ТС100 і натиснути ЛКМ. При цьому:

- кнопка режиму «А» стає втиснутою, а кнопка «Р» — ні;
- на фрагменті мнемосхеми символ режиму «Р» регулятора ТС100 замінюється на символ «А»;
- упевнитися, що перемикаання пройшло безударно; у противному разі необхідно регулятор тиску РС110 перевести на режим «А» та установити потрібне значення «Задання».

У системі передбачено автоматичне обмеження виходу регулятора ТС100 (значення «Задання» регулятора тиску РС110), яке не перевищує регламентного значення 1,2 МПа. У разі переходу регулятора ТС100 на режим «Утримування» (при відмові давача температури Т100/1, 2, відмові відповідного вхідного модуля контролера тощо) автоматично знімається каскадний режим «К». При цьому регулятор РС110 переходить на режим «А».

У разі відмови давача тиску Р110, відповідного вхідного модуля контролера тощо автоматично знімається каскадний режим «К». При цьому основний регулятор РС110 переходить на режим «А» та «Утримування», після чого необхідно перевести регулятор РС110 на режим «Р». У разі незадовільної роботи каскадної САР, необхідно перейти на режим регулювання тиску Р110 за схемою одноконтурного регулювання, виключивши режим «К».

2. Виключення режиму «К». Для виключення режиму «К» каскадної САР потрібно:

- викликати оверлей каскадної САР;
- підвести курсор мишки до кнопки «А» (або, за необхідності, «Р») регулятора РС110 і натиснути ЛКМ. При цьому:
 - на фрагменті мнемосхеми символ режиму «К» регулятора РС110 змінюється на символ «А» (або «Р»);
 - кнопка режиму «А» регулятора ТС100 стає не втиснутою, а кнопка режиму «Р» — втиснутою;
 - на фрагменті мнемосхеми символ режиму «А» регулятора ТС100 замінюється на символ «Р»;
 - фон регулятора ТС100 з **світлозеленого** змінюється на **темносірий**.

5.3.5.2. Робота з блоком розрахунку задання Т100

1. **Включення блоку розрахунку задання Т100** виконується за умови, що основний регулятор РС110 переведений на каскадний режим роботи, а регулятор температури ТС100 знаходиться в режимі «А». У цьому режимі роботи на вікні блоку розрахунку задання Т100 появляється кнопка **Вкл. розрахун** (рис. 5.16).

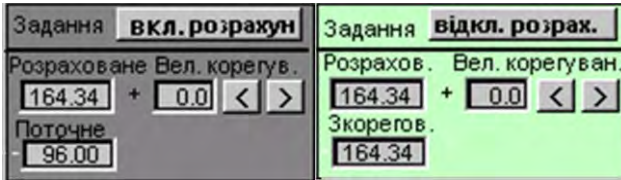


Рис. 5.16. Вікна роботи з блоком розрахунку задання T100

Для безударного переходу на розраховане значення задання необхідно кнопками «<» і «>» установити значення величини корегування «Δ» таким, щоби сума розрахованої величини задання та корегування (Δ) відповідала поточному заданню, яке встановлене на регуляторі температури ТС100, і натиснути на кнопку **вкл. розрахун**. При цьому регулятор температури переходить на режим регулювання розрахункової температури, а колір фону поля блоку розрахунку задання T100 стає **світлозеленим** і замість кнопки **вкл. розрахун** з'явиться кнопка **відкл. розрах.** Якщо значення «Змінної» рівня L71 або температури T49 є недостовірним, тобто колір відображення «Змінної» **білий** або **сірий**, то автоматично блокується включення блоку розрахунку задання T100. Якщо в ході роботи САР температури T100/1-2 виникає необхідність підкорегувати величину задання регулятора температури ТС100, то необхідно натиснути на кнопку **>** для збільшення задання або на кнопку **<** для його зменшення. При кожному натискуванні на кнопку «>» значення поправки «Δ» збільшується на 1°C, а при натискуванні на кнопку «<» — «Δ» зменшується на 1°C. Не можна змінювати задання з оверлею регулятора температури ТС100, якщо включений блок розрахунку задання T100.

2. Відключення блоку розрахунку задання T100. Для відключення регулювання по автоматично розрахованому значенню задання необхідно натиснути на кнопку **відкл. розрах.** Після цього регулювання температури T100/1-2 виконується за заданням, яке встановлене оператором з оверлею регулятора температури ТС100. При переведенні основного регулятора РС110 на режим «А» або «Р» автоматично відключається регулювання за розрахованим заданням, при цьому колір фону прямокутника стає **темносірим**, кнопка **відкл. розрах.** або **вкл. розрахун** стає невидимою (рис. 5.17).

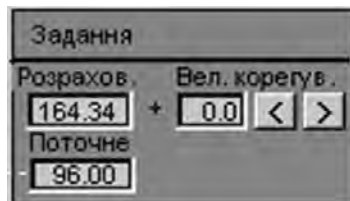


Рис. 5.17. Вікно блоку розрахунку задання T110 при його відключенні

5.4. Збійні ситуації в САР процесу випарювання та дії технічного персоналу

Відмова системи контролю температури T100/1-2. При відмові системи контролю температури T100/1-2 для оператора на ПК спливає повідомлення: «Відмова давача» за температурою T100/1-2 (при відмові давача температури або його перетворювача) або «Відмова вхідного модуля», закріпленого за температурою T100/1-2 (при відмові відповідного вхідного модуля). У разі відмови системи контролю температури T100/1-2 автоматично знімається каскадний режим основного регулятора тиску PC110 і він переходить на режим «А». При цьому регулятор температури TC100 переходить на режим «Р». У цьому разі оператор мусить підтримувати температуру T100/1-2 за допомогою регулятора PC110 вручну, встановлюючи йому потрібне значення «Задання» за тиском P110. У разі відмови системи контролю температури T100/1 або T100/2 відповідний регулятор температури TC100/1 або TC100/2 подачею плаву в апарат 601/1 або 601/2 переходить на режим «Утримування».

При переході регулятора температури TC100/1 або TC100/2 подачею плаву на режим «Утримування» на його оверлеї появляється надпис червоного кольору **«Включено режим утримування»** і включається звукова сигналізація. При цьому на фрагменті мнемосхеми режим «А» відповідного регулятора температури TC100/1 або TC100/2 подачею плаву миготить **червоним** кольором, а в рядку повідомлень спливає — **«Регулятор RegT100/1 (або RegT100/2) включено режим утримування»**. У цьому разі оператор мусить перевести регулятор температури TC100/1 або TC100/2 подачі плаву на режим «Р».

Відмова системи контролю тиску P110. При відмові системи контролю тиску P110 для оператора на ПК видається повідомлення «Відмова давача» за тиском P110 (при відмові давача тиску або його перетворювача) або «Відмова вхідного модуля», закріпленого за тиском P110 (при відмові відповідного вхідного модуля). У разі відмови системи контролю тиску P110 автоматично знімається каскадний режим основного регулятора тиску PC110 і він переходить на режим «А» і режим «Утримування». При цьому регулятор температури TC100 переходить на режим «Р». При переході основного регулятора PC110 на режим «Утримування» на його оверлеї спливає повідомлення **червоного** кольору **«Включено режим утримування»**, котре супроводжується звуковою сигналізацією. При цьому на фрагменті мнемосхеми режим «А» регулятора PC110 миготить **червоним** кольором, а в рядку повідомлення спливає — **«Регулятор RegP110 включено режим утримування»**. У цьому разі оператор мусить перевести регулятор PC110 на режим «Р».

Досягнення обмеження «Задання» за тиском P110. При досягненні обмеження виходу регулятора температури TC100 за межі регламентного значення 1,2 МПа, на оверлеї регулятора TC100 видається відповідне повідомлення **червоного** кольору «**Обмеження макс. значення MV**», яке супроводжується звуковою сигналізацією. При цьому на фрагменті мнемосхеми режим «А» регулятора TC100 каскадної САР миготить **жовтим** кольором, а в рядку повідомлень видається таке повідомлення **синього** кольору — «**Обмеження MV кор. регул. T100 за макс.**» (опція «Параметр») і «**Значення задання осн. регул. обмежено за макс.**» (опція «Повідомлення»). У цьому разі можна зменшити навантаження за плавом або вручну (режим «Р»), або включити до роботи відповідний регулятор TC100/1 або TC100/2 (переводячи на режим «А»). При цьому необхідно впевнитися, що задання на ньому встановлено на 1–2°С менше, ніж на регуляторі TC100 каскадної АСР.

Відмова системи контролю рівня L71 і температури T49. При відмові системи контролю рівня L71 плаву аміачної селітри в напірному баку 402 для оператора на ПК видається повідомлення: «Відмова давача» за рівнем L71 (при відмові давача рівня або його перетворювача) або «Відмова вхідного модуля», закріпленого за рівнем L71 (при відмові відповідного вхідного модуля). Аналогічні повідомлення видаються для оператора на ПК при відмові системи контролю температури T49 плаву аміачної селітри після напірного баку 402. У разі відмови системи контролю рівня L71 або температури T49 автоматично відключається блок розрахунку задання T100.

Відмова кулькового крану на подачі плаву в апарат 601/1-2. У разі відмови кулькового крану (пневмоприводу, позиціонера) на подачі плаву в апарат 601/1-2 або виникненні несправності в його роботі (не відпрацьовує задане положення) необхідно:

1) упевнитися, що на позиціонер поступає потрібний командний електричний сигнал від контролера; у противному разі — привести всі електричні та пневматичні кола та схеми в нормальний працездатний стан;

2) якщо на позиціонер поступає командний електричний сигнал, то впевнитися в наявності повітря живлення на пневмопривід і виявити можливі несправності та методи їх усунення;

3) якщо після виконання пп. 1 і 2 кульковий кран не відпрацьовує задане положення, то необхідно зняти командний електричний сигнал і живлення повітрям; трубним або гайковим ключем на 60 мм прокрутити муфту до положення штока перпендикулярно трубі, переводячи кульковий кран у повністю закриті положення. Тоді через нього та повністю відкритий ручний вентиль зможе проходити до 15–20 т/год плаву аміачної селітри, після чого (при необхідності) виключити кульковий кран з роботи

(тобто повністю відкрити кульковий кран і прикрити ручний вентиль) та установити в режим навантаження;

4) якщо кульковий кран не прокручується вручну, то необхідно після зняття командного електричного сигналу та повітря живлення, зняти пневмопривід з позиціонером (ППР) з кулькового крану, відкрутити гайки на посадковій площині кулькового крану, зняти муфту та гайковим ключем на 22 або 24 мм розвернути шток кулькового крану в положення, яке відповідає повному закриттю кулькового крану. Після цього виключити кульковий кран з роботи. Якщо кульковий кран не прокручується вручну після зняття з нього ППР, то кран закристалізувався і потрібна його пропарка або повне зняття з трубопроводу.

5.5. Система регулювання процесу доупарювання плаву аміачної селітри у випарному апараті з падаючою плівкою

5.5.1. Принцип роботи САР процесу доупарювання плаву аміачної селітри в апараті 603

Система призначена для підтримування заданої температури T103 плаву аміачної селітри після апарату 603 і складається з 2-х підсистем:

1) регулювання заданої температури T103/T103a плаву аміачної селітри після апарату 603 шляхом подачі пари в парозволожувач 51 (реалізована на базі каскадного контура регулювання);

2) регулювання заданої температури T103/T103a подачею плаву в апарат 603 (реалізована на базі одноконтурної системи регулювання).

В основу роботи алгоритму підсистеми регулювання температури T103/T103a подачею плаву (ТС103/1) покладено принцип одноконтурних систем регулювання з використанням ПІ-закону регулювання. При цьому, алгоритм регулювання аналогічний алгоритмам, які покладені в основу всіх САР, реалізованих у складі КСА. В основу роботи алгоритму підсистеми регулювання температури T103/T103a плаву подачею пари (ТС103) покладений принцип каскадного регулювання, у якому основний регулятор (РС51/1) тиску пари P51/1 після парозволожувача 51 працює з корегуванням за температурою T103/T103a, яка формується регулятором температури ТС103. При цьому алгоритм регулювання аналогічний алгоритму, який покладено в основу каскадного регулювання температури T100/1-2.

5.5.2. КСА випарного апарату 603 за температурою плаву зміною подачі пари

Регулюючим параметром для обох підсистем КСА регулювання температури Т103/Т103а є температура плаву аміачної селітри на виході з апарату доупарювання 603 (рис. 5.18). Регулюючими діями є такі:

- витрата насиченої пари, яка поступає на парозволожувач 51 (для каскадної САР ТС103, РС51/1). Витрата пари змінюється за рахунок зміни величини положення регулюючого органа, установленого на лінії подачі пари в парозволожувач 51;

- витрата плаву аміачної селітри, яка поступає в апарат 603 після випарних апаратів 601/1,2 (для контура регулювання ТС103/1). Витрата плаву в апарат 603 змінюється за рахунок зміни величини положення регулюючого органа, установленого на лінії подачі плаву в апарат 603 скидом/переливом залишкового плаву після гідрозатворів 602/1-2 у збірники розчину 63/1-2.

Враховуючи те, що для контролю температури плаву після апарату 603 використовуються два давачі температури Т103 і Т103а, в якості змінної регуляторів температури ТС103/1 і ТС103, з метою підвищення живучості роботи САР, береться одна з цих температур. Вибір температури Т103 або Т103а залишається за технічним персоналом, а перехід на нову температуру виконується обслуговуючим персоналом вручну, для чого передбачено перемикач «Т», за допомогою якого підключається потрібна температура. При цьому, перехід на нову температуру виконується після попереднього переведення обох регуляторів температури ТС103/1 і ТС103 на режим «Р», з наступним переведенням цих регуляторів на задані режими («А» або «Р») та перемикання змінної. У цілому САР температури плаву аміачної селітри Т103/Т103а складається з двох автономних САР:

- каскадної САР температури Т103/Т103а зміною витрати пари в парозволожувач 51, яка включає основний регулятор РС51/1 тиску Р51/1 після парозволожувача 51 і корегуючий регулятор ТС103 температури Т103/Т103а;

- САР температури Т103/Т103а, режим якої задається технічним персоналом (оператором). Основний режим — коли температура Т103/Т103а стабілізується каскадним регулятором температури ТС103 зміною витрати пари.

При цьому регулятор даної температури за рахунок зміни витрати плаву (ТС103/1) знаходиться, як правило, в положенні «Р». Якщо регулятор ТС103 зміною витрати пари вичерпає свої можливості (вийде на обмеження за тиском або недостачею пари), то є можливість:

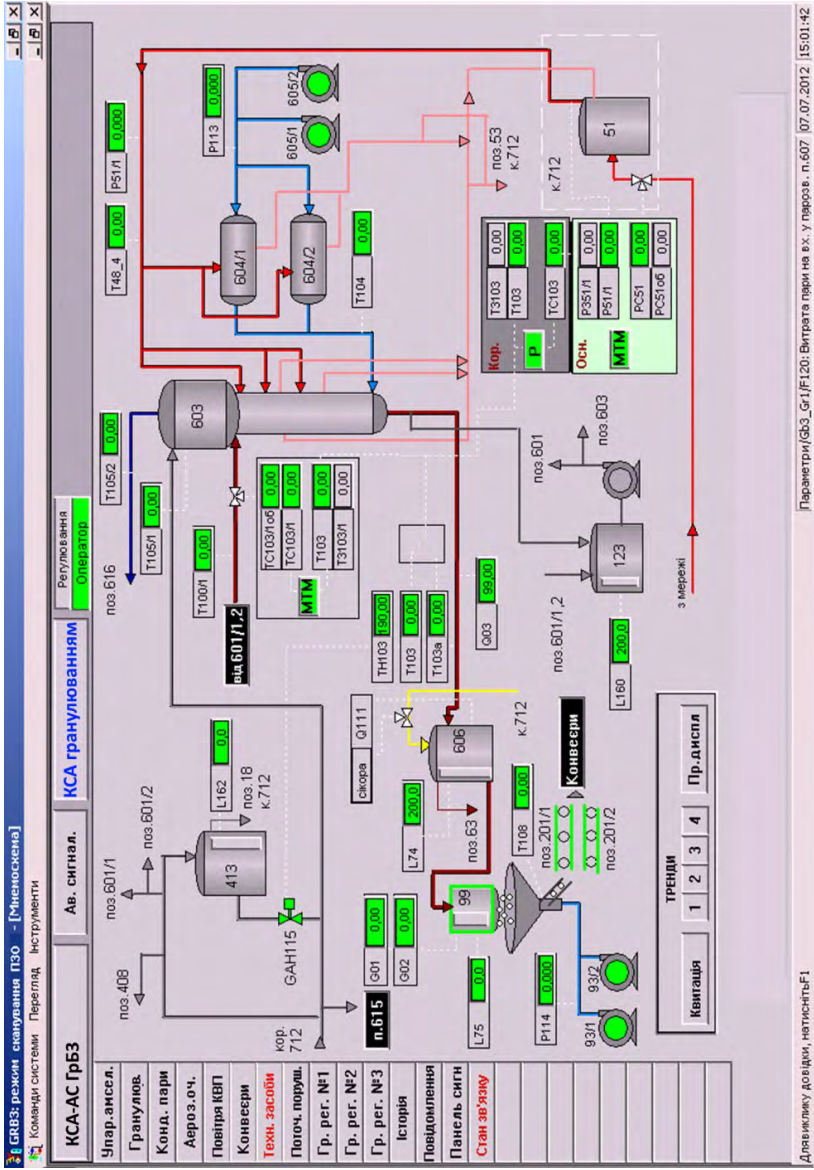


Рис. 5.18. Мнемосхема КСА пливкового випарника 603 за температурою плаву аміачно ї селітри шляхом зміни витрати пари

- за допомогою регулятора ТС103/1 змінити витрату плаву в апарат 603;

- переключити дану САР у режим «А». При цьому його задання має бути на 1–2°С нижчим від задання регулятора ТС103 каскадної САР. У цьому разі, регулятор ТС103/1 буде зменшувати навантаження на апарат 603 тільки при виході клапана на подачу пари в парозволожувач для обмеження тиску пари (1,3 МПа) і збільшувати навантаження на апарат 603 (до повного відкриття кулькового крану) у разі, якщо пари в парозволожувач є достатньо для підтримування заданої температури в апараті 603.

Заборона роботи регулятора ТС103/1 подачею витрати плаву здійснюється переведенням його на режим «Р». Величину ступеня відкриття (закриття) кулькового крану можна визначити:

- за оверлеєм на фрагменті (0% — повністю відкритий, 100% — повністю закритий, інші значення % — відповідне проміжне положення);

- за місцем (кутом повороту на циферблаті позиціонера. При цьому 0° на циферблаті — 0% на оверлеї, (90–100)%, інші кути — відповідний відсоток виходу на кран, тобто наприклад (45–50)%);

- за положенням штока кулькового крану. Якщо проточка штока направлена за напрямком труби, то кран відкритий повністю, якщо шток стоїть перпендикулярно до труби, то кран повністю закритий, проміжне положення штока — відповідає проміжному відкриттю крану.

За допомогою перемикача «Пер-ч К» передбачена можливість передачі управління САР подачі пари в парозволожувач з робочого місця ГрБЗ на робоче місце ВТН і навпаки. При цьому регулятори тиску пари РС51/1 і РС51 на обох робочих місцях повинні бути попередньо переведені на режим «Р». САР тиску Р51 подачею пари в парозволожувач (регулятор РС51) (реалізована на робочому місці ВТН) повинна бути переведена на управління від задавача МТМ103.01 відповідним тумблером перемикачання режиму роботи задавача у верхнє положення «МТМ103.01» і, тільки при необхідності, може переключатися на роботу від ПТК.

На фрагменті «Гранулювання» (див. рис. 5.16) додані дві САР з регулятором температури плаву аміачної селітри ТС103/1 подачею плаву в апарат 603 і каскадна САР температури плаву аміачної селітри ТС103, РС51/1 подачею пари в парозволожувач. Якщо давач температури Т103 відмовив, то можна переключити змінну на температуру Т103а.

5.5.3. Перемикання температури плаву аміачної селітри T100/1 і T100/2 на виході випарних апаратів 601/1-2

До складу САР процесу випарювання плаву аміачної селітри у випарних апаратах 601/1-2 додатково впроваджено такі підсистеми:

1) підсистема регулювання заданої температури плаву аміачної селітри T100/1-2 на виході працюючого випарного апарату 601/1-2 подачею пари (реалізована на базі каскадної САР);

2) підсистема регулювання температури T100/1-2 подачею плаву з напірного баку 402 у працюючий апарат 601/1-2 (реалізована на базі одноконтурних систем регулювання).

Змінною регулятора температури ТС100 каскадної АСР є температура плаву аміачної селітри T100/1 або T100/2 після працюючого випарного апарату 601/1 або 601/2. Враховуючи, що випарних апаратів два, а в роботі завжди знаходиться один з них, то температура T100/1 або T100/2 задається обслуговуючим персоналом при перемиканні випарних апаратів. Перемикання температур необхідно виконувати після включення до роботи другого апарату 601/2 або 601/1 і переведення регулятора температури ТС100 на режим «Р». Для здійснення переходу з однієї температури T100/1 на іншу T100/2 і навпаки на фрагмент мнемосхеми «Упарювання аміачної селітри» (рис. 5.19) додана (винесена) кнопка **Перекл.** Під кнопкою **Перекл.** знаходиться блок, у котрому **білою** пунктирною лінією показано, яка температура регулюється: T100/1 чи T100/2. Дана кнопка в режимі «оператора» на фрагменті мнемосхеми є відсутньою. Доступ до кнопки здійснюється через пароль. Перемикання температури T100/1 на T100/2 і навпаки виконується після перемикання випарних апаратів 601/1,2 і переведення регуляторів на ручний режим.

Перемикання здійснюється в такій послідовності:

- перейти на режим «інженера», для чого:

-- підвести курсор мишки до опції «Інструменти» у верхньому меню фрагмента мнемосхеми та натиснути ЛКМ;

-- у відкритому меню вибрати «Режим реконфігурації системи» і натиснути ЛКМ;

-- у відкритому вікні набрати пароль «test» (загальний на всю систему) і натиснути кнопку «ОК»;

- у режимі «інженера» на фрагменті мнемосхеми появляється кнопка **Перекл.**, натискуванням на яку здійснюється перемикання температур. При цьому, кожне натискування даної кнопки здійснює переведення на іншу температуру;

- упевнитися, що на регулятор температури ТС100 каскадної САР поступає в якості «змінної» температура плаву працюючого випарного

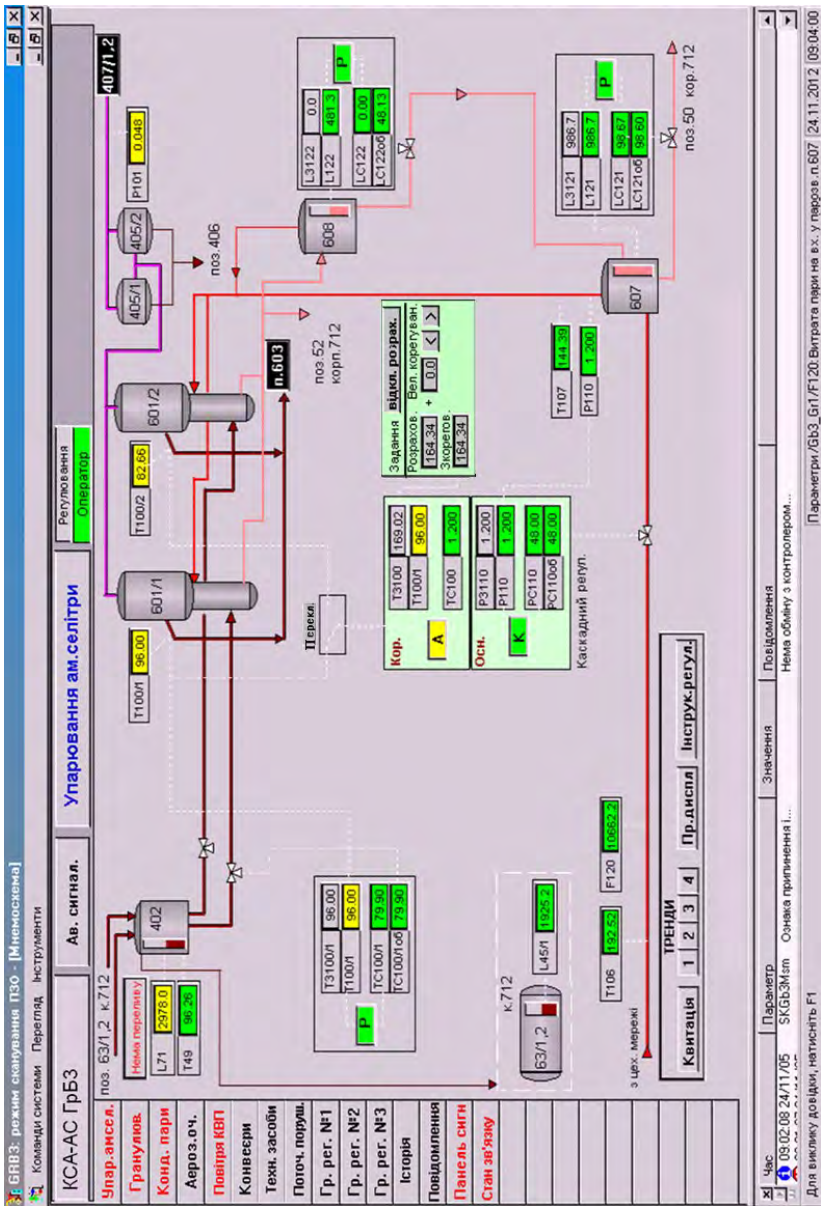


Рис. 5.19. Вікно перемикання температур плаву аміачної селітри

апарату 601/1-2 у відповідності з **білою** пунктирною лінією перемикача температур T100/1–T100/2;

- вийти з режиму «інженера», для чого:

-- підвести курсор мишки до опції «Інструменти» у верхньому меню фрагмента і натиснути ЛКМ;

-- у відкритому меню вибрати опцію «Режим реконфігурації системи» й натиснути ЛКМ. Після чого має зникнути кнопка

Перекл. на фрагменті мнемосхеми.

Після перемикання температур можна переводити регулятор температури TC100 каскадної САР на режим «А» (при цьому регулятор тиску РС110 має бути переведений на каскадний режим управління «К»).

5.5.4. Перемикання температури плаву АС Т103 і Т103а на виході випарного апарату 603 з падаючою плівкою

До складу САР процесу доупарювання плаву аміачної селітри у випарному апараті 603 з падаючою плівкою входять додатково такі підсистеми:

1) підсистема регулювання температури плаву АС Т103/Т103а після апарату 603 подачею пари в парозволожувач 51 (реалізована на базі каскадної САР);

2) підсистема регулювання температури Т103/Т103а подачею плаву в апарат 603 (реалізована на базі одноконтурної системи регулювання).

Змінною регуляторів температури Т103/Т103а подачею пари (ТС103 каскадної САР тиску Р51/1) і плаву (ТС103/1) є температура плаву аміачної селітри Т103 або Т103а на виході апарату 603. Враховуючи, що для контролю температури плаву аміачної селітри на виході апарату 603 використовуються два давачі контролю температури Т103 і Т103а, то з метою підвищення живучості роботи САР, в якості змінної регуляторів температури ТС103 подачею пари і ТС103/1 подачею плаву береться одна з цих температур. Вибір робочої температури Т103 або Т103а залишається за технічним персоналом, а перемикання з однієї температури на іншу виконується обслуговуючим персоналом. Перемикання температур необхідно виконувати у разі відмови давача Т103 або Т103а, з яким працюють регулятори температури Т103/Т103а, подачею пари (ТС103) і плаву (ТС103/1). Це дозволить при відмові одного з цих давачів перейти на управління за температурою від іншого. Для здійснення переходу з температури Т103 на Т103а і навпаки на фрагмент мнемосхеми «Гранулювання» додана (винесена) кнопка **Перекл.** (рис. 5.20).

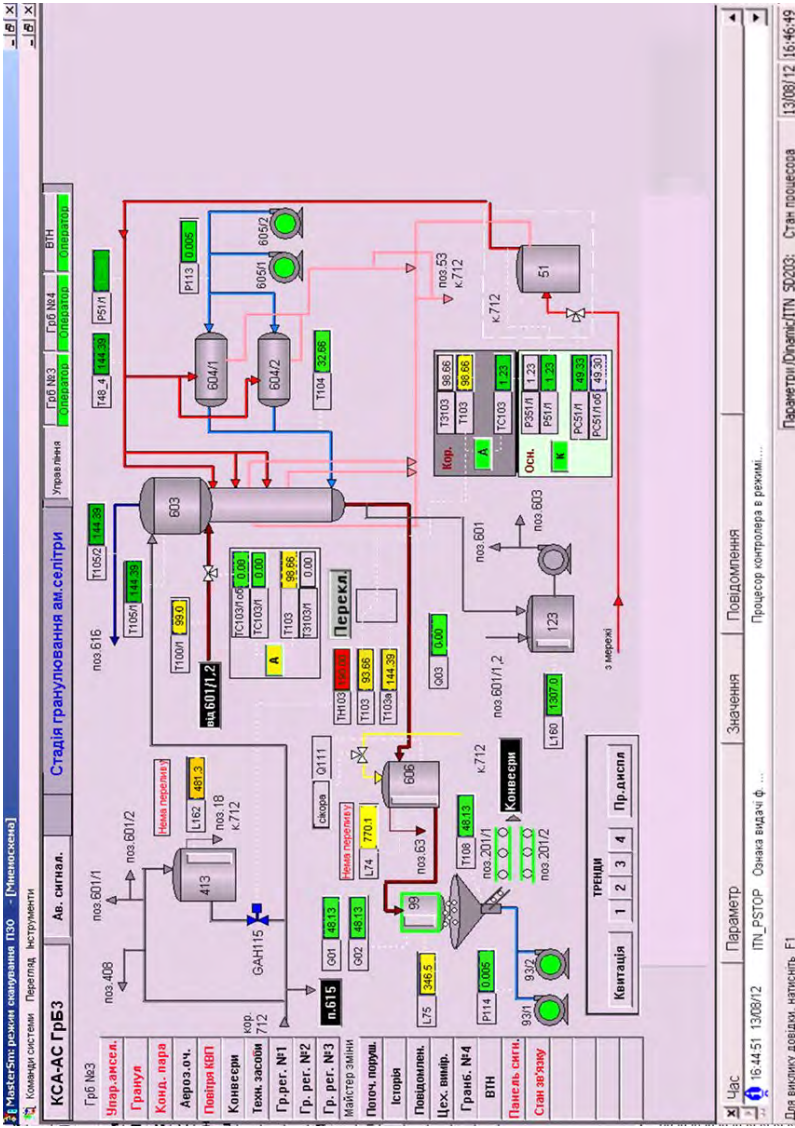
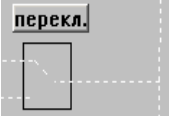
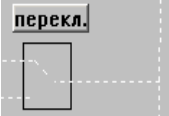


Рис. 5.20. Вікно перемикання температури плаву аміачної селітри Т103 і Т103а на виході випарного апарату 603 з падаючої плівкою

Під кнопкою **Перекл.** знаходиться блок, у котрому **білою** пунктирною лінією показується, за якою температурою здійснюється регулювання:

T103		на регулятор T103/T103a подачею плаву (ТС103/1)
T103a		на регулятор T103/T103a подачею пари (ТС103)

Кнопка **Перекл.** у режимі «оператора» на фрагменті мнемосхеми є відсутньою. Доступ до кнопки здійснюється через пароль, аналогічно доступу до кнопки перемикачів температур T100/1–T100/2.

Перемикачів температур T103 на T103a і навпаки виконується за такою послідовністю:

- викликати фрагмент мнемосхеми «Гранулювання»;
- впевнитися, що регулятори T103/T103a подачею пари (ТС103) і плаву (ТС103/1) знаходяться в режимі «Р», якщо ні — установити ці режими;
- перейти на режим «інженера»;
- на режимі «інженера» на фрагменті мнемосхеми появиться кнопка **Перекл.**, натискуванням на котру здійснюється перемикачів температур; при цьому кожне натискування даної кнопки здійснює переведення на іншу температуру;
- упевнитися, що на регулятори T103/T103a подачею пари (ТС103) і плаву (ТС103/1) поступає в якості «змінної» температура плаву, у відповідності з **білою** пунктирною лінією перемикачів температур T103–T103a;
- вийти з режиму «інженера», вибравши в меню опцію «Інструменти» і натиснути по рядку «Режим реконфігурації системи».

Після перемикачів температур САР температурою плаву T103/T103a подачею пари (ТС103) і плаву (ТС103/1) можна переводити на режим «А».

Розділ 6

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛО- І МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

6.1. Фізичні моделі процесів нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти газоподібним аміаком

Апарат нейтралізації являє собою циліндричну посудину, в якій розміщена реакційна склянка. Неконцентрована азотна кислота (НАК) та газоподібний аміак (ГПА) подаються в барботери, які розташовані в реакційній склянці один над іншим. Барботери забезпечують зустрічну подачу реагентів у диспергованому стані. Реакційна склянка має внизу отвори, через котрі в неї поступає циркулюючий розчин аміачної селітри. Остання заповнює кільцевий простір між корпусом апарату та реакційною склянкою. Циркуляція розчину забезпечується виштовхуючою силою, яка створюється в реакційній зоні за рахунок пароутворення. Кратність циркуляції залежить від інтенсивності пароутворення, яка збільшується зі зростанням масової концентрації НАК і температури підігріву вихідних реагентів. Фізичну модель процесу нейтралізації НАК можна подати у формі реологічних переходів, як показано на рис. 6.1 [24].

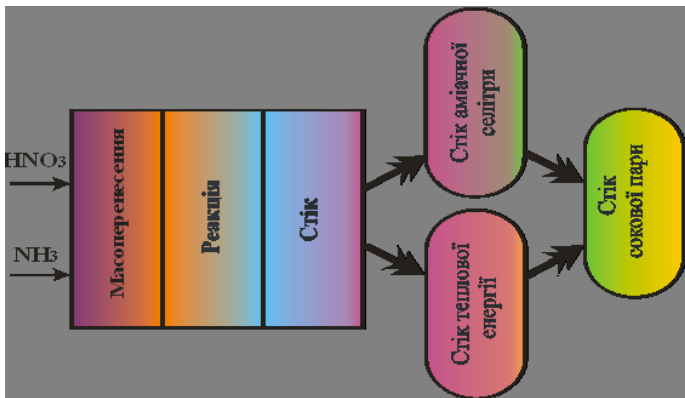


Рис. 6.1. Фізична модель реологічних перетворень при нейтралізації НАК ГПА

Циркуляція позитивно впливає на повноту реакції нейтралізації. Реакція нейтралізації супроводжується значним виділенням теплоти, яка використовується для випаровування води, що вноситься з НАК. У результаті кипіння розчину аміачної селітри утворюється сокова пара, яка з апаратів нейтралізації направляється до сепараторів сокової пари, а потім до загального колектору сокової пари виробництва. Виходячи зі сказаного, в процесі нейтралізації протікає хімічний процес, який супроводжується масо- і теплоперенесенням. Згідно з теорією реологічних перетворень процес нейтралізації супроводжується трьома фазовими реологічними переходами:

- 1) реологічний перехід НАК і ГПА в аміачну селітру;
- 2) реологічний перехід теплоти реакції нейтралізації в теплоту нагрівання розчину аміачної селітри та сокової пари;
- 3) реологічний перехід води, яка вноситься з НАК в сокову пару.

Нехай у деякій розглядуваній зоні апарату нейтралізації існує неоднорідне тіло (витрата матеріального потоку НАК і ГПА). Неоднорідність розподілення маси перенесення $m(\vec{r}, \theta)$ приводить до відхилення від стану рівноваги системи і є причиною виникнення потоків перенесення маси. У цій зоні має місце макроскопічний рух речовин, який характеризується полем швидкостей $v(\vec{r}, \theta)$, де \vec{r} — вектор направленості руху перенесення; θ — час перенесення [27–29]. Перенесення маси m матеріального потоку через деяку поверхню S розглядуваного об'єму V реакційної склянки складається з перенесення за рахунок молекулярної дифузії речовин і конвекційного перенесення. Таким чином, рівняння для сумарного потоку перенесення маси матеріального потоку F можна записати у вигляді [30]

$$\vec{F} = m\vec{v} + \vec{q}. \quad (6.1)$$

В інтегральній формі умовою зберігання маси для даного об'єму V буде рівність

$$\int_V \frac{\partial m}{\partial \theta} dV = - \oint_S F df + \int_V \gamma dV, \quad (6.2)$$

де $df = nd\vec{\nabla}$ — елемент поверхні;
 n — одиничний вектор елемента dV ;
 γ — вектор стоку аміачної селітри.

Використовуючи теорему Остроградського–Гауса, інтеграл за поверхнею може бути перетворений в інтеграл за об'ємом у такій формі

$$\oint_{(S)} F df = \int_{(V)} \operatorname{div} F dV. \quad (6.3)$$

Співвідношення (6.2) з урахуванням (6.3) можна записати таким чином

$$\int_{(V)} \left[\frac{\partial m}{\partial \theta} + \operatorname{div} F - \gamma \right] dV = 0. \quad (6.4)$$

Для того, щоби рівність (6.4) справджувалася для довільного об'єму V , необхідно, щоби підінтегральний вираз тотожно дорівнював нулю. Тобто

$$\frac{\partial m}{\partial \theta} + \operatorname{div} F - \gamma = 0. \quad (6.5)$$

З урахуванням співвідношення (6.2), рівняння (6.5) приймає таку форму

$$\frac{\partial m}{\partial \theta} + \operatorname{div}(m\bar{v}) = -\operatorname{div}\bar{q} + \gamma. \quad (6.6)$$

Так як у розглядуваному об'ємі має місце взаємодія двох речовин (НАК і ГПА), то, позначивши: $m_i(\bar{r}, \theta)$ — маса i -ої речовини; $v_i(\bar{r}, \theta)$ — швидкість руху i -ої речовини в напрямку масоперенесення; $\gamma_C(\bar{r}, t)$ — швидкість стоку розчину аміачної селітри в одиниці об'єму та напрямку руху вектора \bar{r} за одиницю часу t , рівняння перенесення маси речовини приймає таку форму

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} + \operatorname{div}(m_i \bar{v}_i) = -\operatorname{div}(D_i \nabla m_i) + \gamma_C, \quad (6.7)$$

де D_i — ефективний коефіцієнт масоперенесення i -ї речовини;

∇ — лінійний оператор;

γ_C — швидкість стоку аміачної селітри.

Нехай рух речовин незначний і швидкість $\bar{v}_i(\bar{r}, \theta) \rightarrow 0$. Тоді рівняння перенесення кількості маси спрощується і приймає вигляд

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} = -\operatorname{div}(D_i \nabla m_i) + \gamma_C. \quad (6.8)$$

Якщо коефіцієнт дифузії мало залежить від процесу масоперенесення реагуючих речовин, то рівняння (6.8) спрощується і приймає вигляд

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} = -D_i \nabla^2 m_i + \gamma_C,$$

або

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} + D_i \nabla^2 m_i = \gamma_C, \quad (6.9)$$

де ∇^2 — оператор Лапласа (лапласіан).

Ліва частина рівняння (6.9) характеризує масоперенесення в рідинній фазі, а права — процес створення нової речовини (ам.селітри). Якщо прийняти до уваги, що в рідинній фазі молекулярна та конвекційна складові процесу перенесення маси протікають одночасно, то рівняння (6.9) приймає таку форму

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} + D_i \nabla^2 m_i + v_i \nabla m_i = \gamma_C. \quad (6.10)$$

Прийmemo до уваги, що процес нейтралізації НАК з початку реакції до її закінчення є неперервним і незворотним. У результаті створюється аміачна селітра, яка має нові фізико-хімічні властивості, а саме: густину, в'язкість, молекулярну масу, розчинність тощо [30–32]. Фізична модель такого реологічного переходу (процесу створення аміачної селітри) наведена на рис. 6.2, а. Графіки незворотних реологічних перетворень першого реологічного переходу показані на рис. 6.2, б, в і г.

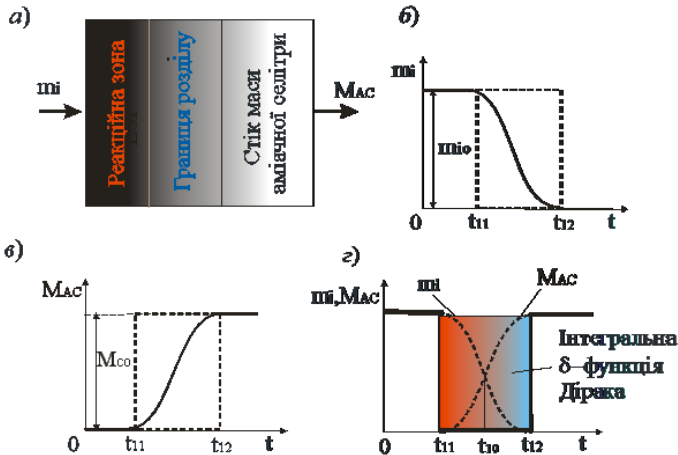


Рис. 6.2. Фізична модель (а) і графіки незворотних реологічних перетворень першого реологічного переходу: б) графік перетворення кількості маси НАК і ГПА; в) графік процесу створення аміачної селітри; г) графік інтегральної імпульсної δ -функції Дірака для першого реологічного переходу

Речовини з масами m_i завдяки молекулярному та конвекційному перенесенню в області фазового переходу зазнають хімічного перетворення (деформації) (рис. 6.2, б). До області фазового переходу маси речовин мають максимальне значення, а після неї вони відсутні. У тому випадку такий процес може бути незворотним та описуватися розривною функцією. Математична модель такого процесу являє собою ступінчасту функцію, що описується таким рівнянням

$$m_i(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \leq t_{11}; t_{11} < t_{12}; \\ 0 & \text{при } t \geq t_{12}; t_{11} < t_{10} < t_{12}, \end{cases} \quad (6.11)$$

де t — час хімічного перетворення;

t_{10} — середнє значення часу першого фазового переходу;

t_{11} , t_{12} — час проходження границь першого фазового переходу.

Процес утворення аміачної селітри також є незворотним (рис. 6.2, в).

До області фазового переходу маса аміачної селітри M_{AC} є відсутньою, а після неї набуває максимального значення. Отже має місце розривний процес, який описується таким рівнянням

$$M_{AC}(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \geq t_{12}; \\ 0 & \text{при } t < t_{11}. \end{cases} \quad (6.12)$$

Реологічне перетворення речовин показано на рис. 6.2, з. На границі розділу має місце перетворення мас реагуючих речовин у масу аміачної селітри. При цьому можна умовно виділити границю розділу між часом t_{11} і t_{12} (виділену жирною лінією на рис. 6.2, з). У цій області проходить процес перетворення, який може бути описаний інтегральною імпульсною дельта-функцією Дірака. Згідно з теорією узагальнених функцій похідна ступінчастої функції приводить до символічної рівності

$$\delta(t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t), \quad (6.13)$$

де $\delta(t)$ — дельта-функція;

$f(t)$ — деяка довільна функція, яка описує процес реологічного перетворення.

Якщо функція $f(t)$ описує процес утворення аміачної селітри з спадковістю, то функція Дірака є асиметричною та описується таким рівнянням (рис. 6.2, з)

$$\int_{t_{11}+0_1}^{t_{12}} f_1(\xi) \delta(\xi - t_{10}) d\xi = \begin{cases} 0 & \text{при } t_{10} < t_{11}, t_{10} \geq t_{12}; \\ f_1(t_{10} + 0_1) & \text{при } t_{11} < t_{10} < t_{12}, \end{cases} \quad (6.14)$$

де ξ — поточна змінна;

$\delta(\xi - t_{10})$ — ядро лінійного інтегрального перетворення для першого фазового переходу.

Таким чином, фазовий реологічний перехід НАК і ГПА в розчин аміачної селітри описується рівнянням у вигляді

$$f_1(\xi) = \frac{\partial m_i}{\partial t} + D_i \nabla^2 m_i + v_i \nabla m_i, \quad (6.15)$$

де D_i — ефективний коефіцієнт масоперенесення i -ї реагуючої речовини.

Розглянемо фізичну модель реологічного переходу теплоти реакції в теплоту нагрівання розчину аміачної селітри та сокової пари. Нехай у деякій розглядуваній зоні апарату нейтралізації відбувається реакція, в результаті котрої створюється аміачна селітра та виділяється значна кількість тепла за рахунок реакції. Тепло використовується для випаровування води, яка вноситься з НАК. Неоднорідність розподілення потенціалу перенесення $\phi(\vec{r}, \theta)$ приводить до відхилення від стану рівноваги системи і є причиною виникнення потоків перенесення енергії. У цій зоні має місце макроскопічний рух теплової енергії, який характеризується полем швидкостей $v(\vec{r}, \theta)$, де \vec{r} — вектор направленості руху перенесення; θ — час фазового переходу. Перенесення теплової енергії через деяку поверхню S розглядуваного об'єму V реакційної склянки складається з перенесення за рахунок конвекційного руху енергії та термодифузії. Таким чином, рівняння для сумарного потоку перенесення теплової енергії F можна записати у вигляді

$$\bar{F} = \phi \bar{v} + \bar{q}. \quad (6.16)$$

В інтегральній формі умовою зберігання потоку теплової енергії для даного об'єму V буде

$$\int_V \frac{\partial \phi}{\partial \theta} dV = - \oint_S F df + \int_V \gamma_T dV \quad (6.17)$$

де $df = n dV$ — елемент поверхні;

n — одиничний вектор елементу dV ;

γ_T — вектор стоку теплової енергії.

Використовуючи теорему Остроградського–Гауса, інтеграл за поверхнею може бути перетворений в інтеграл за об'ємом

$$\oint_{(S)} F df = \int_{(V)} \operatorname{div} F dV. \quad (6.18)$$

Співвідношення (6.17) з урахуванням (6.18) може бути записано в такій еквівалентній формі

$$\int_{(V)} \left[\frac{\partial \phi}{\partial \theta} + \operatorname{div} F - \gamma_T \right] dV = 0. \quad (6.19)$$

Для того, щоб рівність (6.19) справджувалася для довільного об'єму V , необхідно, щоби підінтегральний вираз тотожно дорівнював нулю. Тобто

$$\frac{\partial \phi}{\partial \theta} + \operatorname{div} F - \gamma_T = 0. \quad (6.20)$$

З урахуванням співвідношення (6.16), рівняння (6.20) приймає такий вигляд

$$\frac{\partial \phi}{\partial \theta} + \operatorname{div}(\phi \bar{v}) = -\operatorname{div} \bar{q} + \gamma_T. \quad (6.21)$$

Прийнявши, що потенціал перенесення теплоти $\phi = \rho_{AC} c_{AC} T$ і позначивши: $\rho_{AC}(\bar{r}, \theta)$ — густина аміачної селітри; $c_{AC}(\bar{r}, \theta)$ — теплоємність аміачної селітри; $T_p(\bar{r}, \theta)$ — температура реакції; $v_T(\bar{r}, \theta)$ — швидкість зміни теплової енергії; $\gamma_T(\bar{r}, t)$ — інтенсивність стоку теплової енергії в одиниці об'єму та напрямку руху вектора \bar{r} за одиницю часу t , рівняння перенесення кількості теплової енергії приймає вигляд

$$\frac{\partial}{\partial \theta} ((m/V)_{AC} c_{AC} T_p) + \operatorname{div}((m/V)_{AC} c_{AC} T_p v_T) = -\operatorname{div}(\bar{q}) + \gamma_T. \quad (6.22)$$

В якості співвідношення, яке визначає незворотний потік перенесення, використовується градієнтний закон Фур'є: $q = \lambda \nabla T$. При цих припущеннях рівняння перенесення теплової енергії набуває вигляду

$$\frac{\partial}{\partial \theta} ((m/V)_{AC} c_{AC} T_p) + \operatorname{div}((m/V)_{AC} c_{AC} T_p v_T) = -\operatorname{div}(\lambda_{AC} \nabla T_p) + \gamma_T, \quad (6.23)$$

де λ_{AC} — коефіцієнт теплопровідності аміачної селітри.

Рівняння перенесення теплоти у формі (6.23) є нелінійним і достатньо складним для аналізу. Тому при дослідженні вводиться припущення щодо сталості маси та теплоємності. Тоді рівняння спрощується до такої форми

$$\frac{\partial T_p}{\partial \theta} + \operatorname{div}(T_p v_T) = -\operatorname{div}(a_{AC} \nabla T_p) + \frac{\gamma_T V}{\rho_{AC} c_{AC}}, \quad (6.24)$$

де $a_{AC} = \lambda_{AC} / \rho_{AC} c_{AC}$ — коефіцієнт температуропровідності аміачної селітри.

Рівняння, яке описує перенесення теплоти в потоці рідини ($\operatorname{div} v_T = 0$), має вигляд

$$\frac{\partial T_p}{\partial \theta} + v_T \nabla T_p = -\operatorname{div}(a_{AC} \nabla T_p) + \frac{\gamma_T}{\rho_{AC} c_{AC}}. \quad (6.25)$$

Якщо коефіцієнт температуропровідності можна вважати сталим, то рівняння теплопровідності спрощується та приймає вигляд

$$\frac{\partial T_p}{\partial \theta} = -a_{AC} \nabla^2 T_p + \frac{\gamma_T}{\rho_{AC} c_{AC}}. \quad (6.26)$$

Якщо прийняти до уваги, що в рідинній фазі аміачної селітри молекулярна та конвекційна складова процесу перенесення теплової енергії протікають практично одночасно, то рівняння (6.26) приймає таку форму

$$\rho_{AC} c_{AC} \left(\frac{\partial T_p}{\partial \theta} + a_{AC} \nabla^2 T_p + v_T \nabla T_p \right) = \gamma_T. \quad (6.27)$$

Рівняння (6.27) описує процес теплоперенесення від реакційної зони до розчину аміачної селітри за лінійними координатами реакційної склянки. Ліва частина рівняння характеризує теплоперенесення в рідинній фазі, а права — процес стоку теплової енергії. У результаті реакції виділяється значна кількість теплової енергії, яка витрачається на випаровування води. Фізична модель такого процесу наведена на рис. 6.3, *а*. Графіки незворотних реологічних перетворень другого реологічного переходу показані на рис. 6.3, *б*, *в*, *г*. У результаті реакції виділяється значна кількість теплової енергії в області фазового переходу (рис. 6.3, *б*). Процес є незворотним та описується розривною функцією. Тому математична модель процесу створення теплової енергії $Q_p(t)$ є ступінчастою функцією, яка описується таким рівнянням

$$Q_p(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \geq t_{22}; \\ 0 & \text{при } t < t_{21}. \end{cases} \quad (6.28)$$

де t — поточний час хімічного перетворення;
 t_{20} — середнє значення часу фазового переходу;
 t_{21}, t_{22} — час між вхідною та вихідною границями другого фазового переходу.

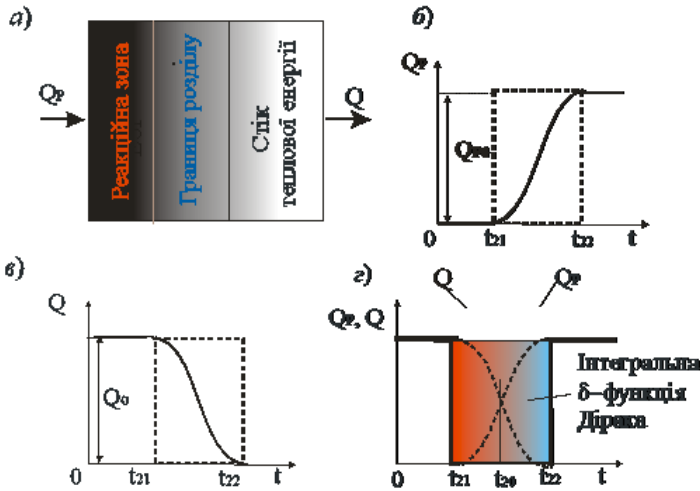


Рис. 6.3. Фізична модель (а) і графіки незворотних реологічних перетворень другого реологічного переходу:

б) графік процесу створення теплової енергії Q_p за рахунок реакції;

в) графік процесу стоку теплової енергії Q , яка витрачається на випаровування

води; г) графік інтегральної імпульсної δ -функції Дірака для другого реологічного переходу

Процес стоку теплової енергії $Q(t)$ також є незворотним (рис. 6.3, в): до області фазового переходу кількість тепла є максимальною, а після неї вона зменшується на кількість теплоти, яка виходить з отриманим продуктом та соковою парою. Таким чином, має місце розривний процес, який можна описати рівнянням у вигляді

$$Q(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \leq t_{21}; t_{21} < t_{22}; \\ 0 & \text{при } t \geq t_{22}; t_{21} < t_{20} < t_{22}, \end{cases} \quad (6.29)$$

Реологічне перетворення теплової енергії показано на рис. 6.3, з. При цьому можна умовно виділити границю розділу між часом t_{21} і t_{22} (виділену жирною лінією на рис. 6.3, з). У цій області проходить реологічний процес перетворення, який може бути описаний інтегральною імпульсною дельта-функцією Дірака. Згідно з теорією узагальнених функцій похідна ступінчастої функції приводить до символічної рівності

$$\delta(t) = \frac{\partial}{\partial t} f(t), \quad (6.30)$$

де $\delta(t)$ — дельта-функція;

$f(t)$ — деяка довільна функція, яка описує другий реологічний перехід.

Якщо функція $f(t)$ описує процес перенесення теплової енергії зі спадковістю, то функція Дірака є асиметричною та описується таким рівнянням (рис. 6.3, з)

$$\int_{t_{21}+0_2}^{t_{22}} f_2(\xi) \delta(\xi - t_{20}) d\xi = \begin{cases} 0 & \text{при } t_{20} < t_{21}, t_{20} \geq t_{22}; \\ f_2(t_{20} + 0_2) & t_{21} < t_{20} < t_{22}, \end{cases} \quad (6.31)$$

де ξ — деяка змінна;

$\delta(\xi - t_{20})$ — ядро лінійного інтегрального перетворення.

Фазовий реологічний перехід при перенесенні теплової енергії процесу реакції описується рівнянням у вигляді

$$f_2(\xi) = \rho_{AC} c_{AC} \left(\frac{\partial T_P}{\partial t} + a_{AC} \nabla^2 T_P + v_T \nabla T_P \right), \quad (6.32)$$

де a_{AC} — коефіцієнт температуропровідності розчину аміачної селітри.

Тепло реакції нагріває реакційну масу в нейтралізаторі, в результаті чого вода, що потрапляє в нейтралізатор з НАК, випаровується і разом з домішками аміачної селітри та непроореагованою частиною НАК і ГПА виводиться з апарату нейтралізації у вигляді сокової пари. Нехай у деякій розглядуваній зоні апарату нейтралізації існує неоднорідне тіло (кількість води, яка потрапляє в апарат нейтралізації). Неоднорідність розподілення маси перенесення $m(\vec{r}, \theta)$ приводить до відхилення від стану рівноваги системи і є причиною виникнення потоків перенесення маси. У цій зоні має місце макроскопічний рух речовини, який характеризується полем швидкостей $v(\vec{r}, \theta)$, де \vec{r} — вектор направленості руху перенесення; θ — час перенесення. Перенесення маси m_B води через деяку поверхню S об'єму V реакційної склянки складається з перенесення за рахунок конвекційного потоку та молекулярної дифузії молекул води. Таким чином,

рівняння для сумарного потоку перенесення маси води в потоці F_B можна записати у вигляді

$$\bar{F}_B = m_B \bar{v} + \bar{q}. \quad (6.33)$$

В інтегральній формі умовою зберігання маси води для даного об'єму V буде

$$\int_V \frac{\partial m_B}{\partial \theta} dV = - \oint_S F_B df + \int_V \gamma_{II} dV, \quad (6.34)$$

де $df = ndV$ — елемент поверхні;
 n — одиничний вектор елемента dV ;
 γ_{II} — вектор інтенсивності стоку водяної пари.

Як вказувалося раніше, згідно з теоремою Остроградського–Гауса інтеграл за поверхнею може бути перетворений в інтеграл за об'ємом, тобто

$$\oint_{(S)} F_B df = \int_{(V)} \operatorname{div} F_B dV. \quad (6.35)$$

Співвідношення (6.33) з урахуванням (6.35) можна записати в такій формі

$$\int_{(V)} \left[\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + \operatorname{div} F_B - \gamma_{II} \right] dV = 0. \quad (6.36)$$

Для того, щоби рівність (6.36) виконувалася для довільного об'єму V , необхідно, щоби підінтегральний вираз тотожно дорівнював нулю. Тобто

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + \operatorname{div} F_B - \gamma_{II} = 0. \quad (6.37)$$

З урахуванням співвідношення (6.33), рівняння (6.37) приймає таку форму

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + \operatorname{div}(m_B \bar{v}) = -\operatorname{div} \bar{q} + \gamma_{II}. \quad (6.38)$$

Так як у розглядуваному об'ємі відбувається перетворення кількості води в кількість сокової пари, то, позначивши: $m_B(\bar{r}, \theta)$ — маса води;

$v_B(\vec{r}, \theta)$ — швидкість перетворення води; $\gamma_{II}(\vec{r}, t)$ — швидкість стоку сокової пари в одиниці об'єму та напрямку руху вектора \vec{r} за одиницю часу t , рівняння перенесення приймає таку форму

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + \text{div}(m_B \vec{v}_B) = -\text{div}(D_B \nabla m_B) + \gamma_{II}, \quad (6.39)$$

де D_B — ефективний коефіцієнт процесу перетворення води.

Нехай макроскопічний рух перетворення незначний і швидкість $\vec{v}_B(\vec{r}, \theta) \rightarrow 0$. Тоді рівняння перенесення кількості маси матиме вигляд

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} = -\text{div}(D_B \nabla m_B) + \gamma_{II}. \quad (6.40)$$

Якщо коефіцієнт дифузії мало залежить від процесу масоперенесення, то рівняння (6.40) спрощується і набуває вигляду

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + D_B \nabla^2 m_B = \gamma_{II}, \quad (6.41)$$

Рівняння (6.41) є математичною моделлю процесу перетворення води у водяну пару. Ліва частина рівняння характеризує масоперенесення в рідинній фазі, а права — процес створення пари. Якщо прийняти до уваги, що в рідинній фазі молекулярна та конвекційна складова процесу перенесення маси води протікають одночасно, то рівняння (6.41) приймає таку форму

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + D_B \nabla^2 m_B + v_B \nabla m_B = \gamma_{II}. \quad (6.42)$$

У результаті кипіння розчину аміачної селітри за рахунок теплоти нейтралізації водяна пара насичується молекулами азотної кислоти, аміаку та аміачної селітри, створюючи сокову пару. Фізична модель такого процесу наведена на рис. 6.4, *а*. Графіки незворотних реологічних перетворень води у сокову пару, показані на рис. 6.4, *б, в, г*. Кількість води з масою m_B завдяки молекулярному та конвекційному перенесенню в області фазового реологічного переходу зазнає перетворення (рис. 6.4, *б*). До області фазового переходу маса води має максимальне значення, а після неї вона зменшується на величину, яка виділилася з розчину у вигляді сокової пари. Такий процес є незворотним та описується розривною функцією. Фізична модель такого процесу показана на рис. 6.4, *г*, має ступінчасту форму та описується рівнянням

$$m_B(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \leq t_{31}; t_{31} < t_{32}; \\ 0 & \text{при } t \geq t_{32}; t_{31} < t_{30} < t_{32}, \end{cases} \quad (6.43)$$

де t — поточний час перетворення;
 t_{30} — середнє значення часу третього фазового переходу;
 t_{31}, t_{32} — час між границями третього реологічного фазового переходу.

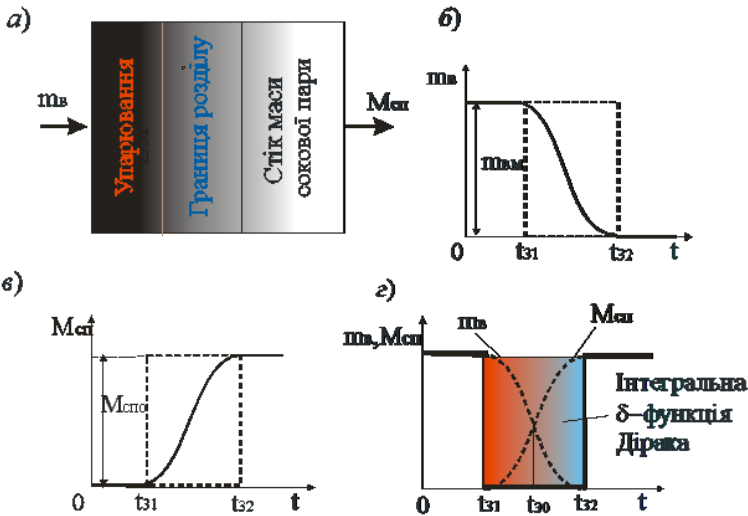


Рис. 6.4. Фізична модель (а) і графіки незворотних реологічних перетворень третього реологічного переходу:
 б) графік перетворення кількості води, яка вноситься з НАК;
 в) графік процесу створення кількості сокової пари;
 г) графік інтегральної імпульсної δ -функції Дірака для третього реологічного переходу

Процес утворення сокової пари також є незворотним (див. рис. 6.4, в). До області фазового переходу сокова пара масою M_{CP} є відсутньою, а після неї набуває максимального значення. Отже має місце розривний процес, який можна описати рівнянням

$$M_{CP}(t) = \begin{cases} 1 & t \geq t_{32}; \\ 0 & t < t_{31}. \end{cases} \quad (6.44)$$

Реологічне перетворення води у водяну пару показано на рис. 6.4, г. На границі розділу має місце перетворення маси води в кількість водяної

пари. При цьому можна умовно виділити границю розділу між часом t_{31} і t_{32} (виділену жирною лінією на рис. 6.4, з). У цій області проходить процес перетворення, який може бути описаний інтегральною імпульсною дельта-функцією Дірака. Згідно з теорією узагальнених функцій похідна ступінчастої функції приводить до такої символічної рівності

$$\delta(t) = \frac{\partial}{\partial t} f_{СП}(t), \quad (6.45)$$

де $\delta(t)$ — дельта-функція Дірака;

$f_{СП}(t)$ — деяка довільна функція, яка описує третій реологічний перехід.

Якщо функція $f_{СП}(t)$ описує процес створення сокової пари з спадковістю, то функція Дірака є асиметричною й описується таким рівнянням

$$\int_{t_{31}+0_3}^{t_{32}} f_3(\xi) \delta(\xi - t_{30}) d\xi = \begin{cases} 0 & t_{30} < t_{31}, t_{30} \geq t_{32}; \\ f_3(t_{30} + 0_3) & t_{31} < t_{30} < t_{32}, \end{cases} \quad (6.46)$$

де ξ — деяка змінна;

$\delta(\xi - t_{30})$ — ядро лінійного інтегрального перетворення для третього фазового переходу.

Такий фазовий реологічний перехід описується рівнянням у вигляді

$$f_3(\xi) = \frac{\partial m_B}{\partial t} + D_B \nabla^2 m_B + v_B \nabla m_B, \quad (6.47)$$

де D_B — ефективний коефіцієнт процесу перетворення.

6.2. Математичні моделі технологічного процесу нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти газоподібним аміаком у виробництві аміачної селітри

6.2.1. Математичні моделі процесу нейтралізації НАК ГПА

Отримання розчину аміачної селітри на стадії нейтралізації здійснюється через проміжок часу, який необхідний для протікання хімічної реакції з використанням теплоти нейтралізації для випаровування

води, яка вноситься зі НАК. Процес нейтралізації починається з моменту уведення в реакційну склянку НАК та ГПА і триває до моменту отримання розчину аміачної селітри. Виходячи зі сказаного, процес нейтралізації, зумовлений хімічною реакцією зі значним виділенням теплової енергії, описується такою системою нелінійних диференціальних рівнянь:

- реологічне перетворення НАК і ГПА в аміачну селітру

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} + D_i \nabla^2 m_i + v_i \nabla m_i = \gamma_{AC}; \quad (6.48)$$

- реологічне перетворення теплоти реакції в нагрівання реакційної маси в нейтралізаторі

$$\rho_{AC} c_{AC} \left(\frac{\partial T_P}{\partial \theta} + a_{AC} \nabla^2 T_P + v_T \nabla T_P \right) = \gamma_T; \quad (6.49)$$

- реологічне перетворення води, яка вноситься з НАК в сокову пару

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} + D_B \nabla^2 m_B + v_B \nabla m_B = \gamma_{II}. \quad (6.50)$$

Задача полягає у розробці методів, за допомогою яких можна знайти аналітичне рішення рівнянь (6.48)–(6.50), придатних для автоматизованого управління такими процесами. Процес перетворення НАК концентрацією Q_1 в аміачну селітру з концентрацією Q_{AC} можна описати таким рівнянням

$$V \frac{dQ_{AC}}{dt} + \left[F_{AC} + VK_0 \exp\left(-\frac{E}{RT_P}\right) \right] Q_{AC} = F_{AK} Q_{AK} + F_A Q_A, \quad (6.51)$$

де V — об'єм реакційної маси в склянці нейтралізатора;

F_{AC} — об'ємна витрата стоку аміачної селітри;

K_0 — коефіцієнт швидкості реакції;

E — енергія активації;

R — універсальна газова стала;

T_P — температура реакції;

F_{AK} — об'ємна витрата НАК аміаку;

Q_A — концентрація аміаку.

Нехай $Q_{AK} = k_P Q_{AC}$, де k_P — коефіцієнт перетворення. Прийнемо, що $k_P \approx 1$. Так як $Q_{AC} = \frac{m_{AC}}{V}$ і, позначивши $F_{XII} = VK_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right)$, з (6.51) отримуємо

$$\tau_{12} \frac{dm_{AC}}{dt} + m_{AC} = k_1 m_{ACO}, \quad (6.52)$$

де $\tau_{12} = \frac{V}{(F_{AC} + F_{XII})}$ — стала часу стоку;

$k_1 = V(F_{XII}/F_{AC})$ — коефіцієнт передачі,

m_{AC}, m_{ACO} — поточна та максимальна маса аміачної селітри.

Продиференціювавши рівняння (6.52) за часом t , знаходимо швидкість стоку аміачної селітри в такому виді

$$\gamma_C(t) = \tau_{12} \frac{d^2 m_{AC}}{dt^2} + \frac{dm_{AC}}{dt}. \quad (6.53)$$

Підставивши (6.53) у рівняння (6.48), з врахуванням того, що за лінійною координатою реакційної склянки маса (концентрація) аміачної селітри збільшується, отримуємо

$$\frac{\partial m_i}{\partial \theta} + D_i \nabla^2 m_i + v_i \nabla m_i = \tau_{12} \frac{d^2 m_{AC}}{dt^2} + \frac{dm_{AC}}{dt}. \quad (6.54)$$

Нехай процес хімічного перетворення в реакційній склянці від барботера по її висоті проходить за принципом поршневої моделі, у напрямку x . Тоді диференціальне рівняння, яке описує процес масоперенесення кількості реакційної маси, матиме вигляд

$$\frac{\partial m_i(x, \theta)}{\partial \theta} + D_i \frac{\partial^2 m_i(x, \theta)}{\partial x^2} + v_i \frac{\partial m_i(x, \theta)}{\partial x} = \tau_{12} \frac{d^2 m_{AC}}{dt^2} + \frac{dm_{AC}}{dt}. \quad (6.55)$$

Конструктивно реакційна склянка виконана таким чином, що процес хімічного перетворення реакційних компонентів (НАК та ГПА проходить при рівномірному русі цієї маси вгору за рахунок створеної пари і закінчується на висоті склянки $L = 4 \text{ м}$. Одночасно рух реакційної маси вгору за висотою $x = L$ визначає час θ перебування реакційної маси в апараті. Якщо рух реакційної маси за висотою склянки є рівномірним і виконується зі швидкістю $v_i = \frac{\partial x}{\partial \theta}$ або $\partial x = v_i \partial \theta$, то рівняння (6.55) приводиться до такої форми

$$\frac{D_i}{v_i^2} \frac{\partial^2 m_i(\theta)}{\partial \theta^2} + 2 \frac{\partial m_i(\theta)}{\partial \theta} = \tau_{12} \frac{d^2 m_{AC}}{dt^2} + \frac{dm_{AC}}{dt}. \quad (6.56)$$

Диференціальне рівняння (6.56) є нелінійним і може мати аналітичний розв'язок, якщо для цього використати метод нульового градієнта [30]. Рівняння (6.56) запишемо в такій формі

$$\frac{\partial}{\partial \theta} \left[\frac{D_i}{v_i^2} \frac{\partial m_i(\theta)}{\partial \theta} + 2m_i(\theta) \right] = \frac{d}{dt} \left[\tau_{12} \frac{dm_{AC}(t)}{dt} + m_{AC}(t) \right]. \quad (6.57)$$

У рівнянні (6.57) позначимо:

$$\frac{D_i}{v_i^2} \frac{\partial m_i(\theta)}{\partial \theta} + 2m_i(\theta) = f(\theta) \quad \text{і} \quad \tau_{12} \frac{dm_{AC}(t)}{dt} + m_{AC}(t) = f(t),$$

де $f(\theta)$ і $f(t)$ — деякі довільні функції, котрі описують одночасний процес створення та стоку маси аміачної селітри.

Підставивши ці функції в (6.57) і враховуючи, що $\frac{\partial}{\partial \theta} [f(\theta)]$ і $\frac{d}{dt} [f(t)]$ є інтегральними імпульсними дельта функціями Дірака з ядром $f(\theta)$ і $f(t)$ відповідно, з врахуванням методу нульового градієнта отримуємо таку систему лінійних диференціальних рівнянь:

$$\tau_i \frac{\partial m_i(\theta)}{\partial \theta} + m_i(\theta) = m_0; \quad (6.58)$$

$$\tau_{12} \frac{dm_{AC}(t)}{dt} + m_{AC}(t) = m_i(\theta). \quad (6.59)$$

де $\tau_i = D_i/2v_i^2$ — стала часу процесу уведення i -того реагенту в нейтралізатор;

m_0 — початкова маса i -того реагенту.

Рівняння (6.58) описує процес одночасного перенесення маси реагуючих компонентів (НАК і ГПА), а рівняння (6.59) — процес стоку розчину аміачної селітри. Враховуючи, що в процесі хімічного перетворення побічних продуктів, окрім водяної пари, не створюється, то кількість маси реагуючих компонентів буде пропорційною кількості маси створюваної аміачної селітри. Тобто можемо записати рівність: $m_i(\theta) = k_m m_{AC}(t)$. Припускаючи, що часткова похідна при таких умовах дорівнює повній похідній, рівняння (6.58) набуває такої форми

$$\tau_i \frac{dm_{AC}(\theta)}{d\theta} + m_{AC}(\theta) = m_i(\theta). \quad (6.60)$$

Початковими умовами для розв'язку рівняння (6.60) будуть: при $t = 0$ $m_{AC}(0) = 0$, а при $t = \infty$ $m_{AC}(\infty) = m_{0AC}$ і $\frac{dm_{AC}(\infty)}{dt} = 0$. Тоді отримуємо таке аналітичне рішення [25]

$$m_{AC}(t) = m_i(\theta) \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{12}}\right) \right]. \quad (6.61)$$

Початковими умовами для рівняння (6.59) будуть: при $\theta = 0$ $m_i(0) = 0$, а при $\theta = \infty$ $m(\infty) = m_{0AC}$, $\frac{dm_{AC}(\infty)}{d\theta} = 0$. Тоді рішенням цього рівняння буде

$$m_i(\theta) = m_{0AC} \left[1 - \exp\left(-\frac{\theta}{\tau_{22}}\right) \right]. \quad (6.62)$$

Підставивши (6.61) у рівняння (6.62), отримуємо математичну модель процесу хімічного перетворення НАК і ГПА в аміачну селітру в такій формі

$$m_{AC}(\theta) = m_{AC0} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{12}}\right) \right] \left[1 - \exp\left(-\frac{\theta}{\tau_{22}}\right) \right]. \quad (6.63)$$

Прийmemo до уваги, що процес хімічного перетворення та стоку протікають практично одночасно. Тоді, приймаючи, що $\theta \approx t$, після відповідних перетворень отримуємо

$$m_{AC}(t) = m_{AC0} \left\{ \begin{array}{l} 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{12}}\right) \left[1 + \exp\left[\frac{t}{\tau_i}(1 - k_{\tau M})\right] \right] + \\ \exp\left[-\frac{t}{\tau_i}(1 + k_{\tau M})\right] \end{array} \right\}. \quad (6.64)$$

$$\text{де} \quad k_{\tau M} = \frac{\tau_i}{\tau_{12}} = \frac{D_i}{2F_{AK}} L \left(\frac{S_H}{L} \right) \left[\frac{1}{1 + k_A + k_B} \right]^2 (1 + k_{AC}) \quad (6.65)$$

— коефіцієнт відношення сталих часу процесу масоперенесення хімічного перетворення та стоку;

$k_A = F_A/F_{AK}$ — коефіцієнт співвідношення витрат НАК і ГПА;

$k_{AC} = F_{AC}/F_{AK}$ — коефіцієнт співвідношення витрат аміачної селітри та НАК;

$k_{ХП} = F_{ХП}/F_{AK}$ — коефіцієнт співвідношення витрати аміачної селітри та НАК.

Приймаючи до уваги, що $\tau_{12} = \tau_i/k_{\tau M}$, а $\tau_i = D_i/2v_i^2$, рівняння (6.65) приймає таку форму

$$m_{AC}(t) = m_{AC0} \left\{ \begin{array}{l} 1 - \exp\left(-2t \frac{v_i^2}{D_i} k_{\tau M}\right) \left[1 + \exp\left[2t \frac{v_i^2}{D_i} (1 - k_{\tau M})\right] \right] + \\ \exp\left[-2t \frac{v_i^2}{D_i} (1 + k_{\tau M})\right] \end{array} \right\}. \quad (6.66)$$

З рівняння (6.66) випливає, що забезпечення загального матеріального балансу процесу нейтралізації можна виконувати не тільки за стабілізацією співвідношення витрати НАК і ГПА, а також за співвідношенням сталих часу $k_{tm} = \tau_i/\tau_{12}$, які характеризують власне процес хімічного перетворення та стік аміачної селітри. Окрім того з метою керування процесом нейтралізації можна використовувати лінійну швидкість v_i переміщення розчину аміачної селітри за висотою склянки нейтралізатора.

6.2.2. Математичні моделі технологічного процесу нагрівання реакційної маси теплою реакції

Рівняння теплового балансу процесу нейтралізації має вигляд

$$dq_A + dq_{AK} + dq_H = dq_V + dq_{AC} + dq_{СП} + dq_{СТ}, \quad (6.67)$$

де $dq_A = F_A c_A T_A dt$ — кількість теплоти, яка поступає з аміаком;
 c_A — теплоємність ГПА;
 T_A — температура ГПА;
 $dq_{AK} = F_{AK} c_{AK} T_{AK} dt$ — кількість теплоти, яка поступає з НАК;
 c_{AK} — теплоємність НАК;
 T_{AK} — температура НАК;
 $dq_H = rVK_0 \exp\left(-\frac{E}{RT_P}\right) Q dt$ — кількість теплоти, яка виділяється за рахунок реакції;
 V — об'єм реакційної маси;
 T_P — температура реакції;
 r — теплотворна здатність реакції;
 Q_{AC} — концентрація аміачної селітри в реакційній масі;
 $dq_H = m_H c_H dT_P$ — кількість теплоти, яка накопичується в об'ємі реакційної маси;
 m_H, c_H — маса та теплоємність реакційної речовини;
 $dq_{AC} = F_{AC} c_{AC} T_{AC} dt$ — кількість теплоти, яка виводиться розчином аміачної селітри з нейтралізатора;
 c_{AC}, T_{AC} — теплоємність і температура розчину аміачної селітри;
 $dq_{СП} = F_{СП} c_{СП} T_{СП} dt$ — кількість теплоти, яка виводиться з соковою парою;
 $c_{СП}, T_{СП}$ — теплоємність і температура сокової пари.
 Нехай витрати тепла крізь стінки апарату незначні і ними можна знехтувати. Тоді, приймаючи до уваги, що температура T_{AC} створеного

розчину аміачної селітри і температура сокової пари у зоні реакції дорівнює температурі реакції T_p , рівняння (6.66) приймає такий вид

$$m_H c_H \frac{dT_p(t)}{dt} + F_{AC} c_{AC} T_p(t) + F_{СП} c_{СП} T_p(t) + r V_H K_0 \exp\left(-\frac{E}{RT_p}\right) Q_{AC} = F_A c_A T_A + F_{AK} c_{AK} T_{AK} \quad (6.68)$$

Теплова енергія, що створюється в процесі хімічного перетворення, має накопичувальний характер, так як вона не тільки використовується для проходження реакції, але й накопичується в розчині аміачної селітри та соковій парі. Тому стік теплової енергії з реакційної зони можна описати диференціальним рівнянням

$$\gamma_T(t) = \frac{d}{dt} \left(\tau_{T2}^2 \frac{d^2 T_p(t)}{dt^2} + \tau_{T1} \frac{dT_p(t)}{dt} + T_p(t) \right), \quad (6.69)$$

де τ_{T1}, τ_{T2} — сталі часу.

Приймаючи до уваги рівняння (6.69), отримуємо

$$\frac{\partial T_p(\xi, \theta)}{\partial \theta} + D_T \frac{\partial^2 T_p(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} = \frac{d}{dt} \left(\tau_{T2}^2 \frac{d^2 T_p(t)}{dt^2} + \tau_{T1} \frac{T_p(t)}{dt} + T_p(t) \right). \quad (6.70)$$

Згідно з методом нульового градієнта нелінійне диференціальне рівняння (6.70) розділяється на таку систему рівнянь:

$$\frac{\partial T_p(\xi, \theta)}{\partial \theta} + D_T \frac{\partial^2 T_p(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} = 0; \quad (6.71)$$

$$\tau_{T2}^2 \frac{d^2 T_p(t)}{dt^2} + \tau_{T1} \frac{T_p(t)}{dt} + T_p(t) = k_p(T_p(\xi, \theta)), \quad (6.72)$$

де k_p — коефіцієнт перетворення.

При крайових умовах: $T_p(\xi, 0) = 0$, $T_p(\xi, \infty) = T_{p0}$, $\frac{\partial T_p(\xi, \infty)}{\partial \xi} = 0$ рішенням рівняння (6.71) буде: $T_p(\xi, \theta) = T_{p0} \operatorname{erf}\left(\xi/2\sqrt{D_T\theta}\right)$, або в першому наближенні, обмежуючись тільки першим членом ряду цієї функції, маємо

$$T_p(\xi, \theta) = k_T T_{p0} \left(\xi/2\sqrt{D_T\theta}\right)^{1/3}, \quad (6.73)$$

де k_T — стала.

Початковими умовами для рівняння (6.72) будуть: $T_p(0) = 0$, $T_p(\infty) = T_{AC}$, $\frac{dT_p(\infty)}{dt} = 0$. Окрім того, характер розв'язку залежатиме від відношення сталих часу τ_{T1}/τ_{T2} . Експериментальні дослідження показують, що розподілення температури в реакційній склянці має слабкий коливальний характер, а значить відношення $\frac{\tau_{T1}}{\tau_{T2}} < 2$. У такому випадку рішенням рівняння (6.73) буде

$$T_p(t) = T_p(\xi, \theta) \left[1 - \exp(\alpha t) [\cos(\omega_0 t) + (\alpha/\omega_0) \sin(\omega_0 t)] \right], \quad (6.74)$$

де $\alpha = -\tau_{T1}/2\tau_{T2}^2$ — ступінь загасання температурного поля в реакційній склянці апарату ВТН;

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{1}{\tau_{T2}^2} - \left(\frac{\tau_{T1}}{2\tau_{T2}^2}\right)^2} \text{ — частота власних коливань температурного}$$

поля в реакційній зоні.

Підставивши рівняння (6.73) у (6.74), маємо

$$T_p(t) = k_T T_{P0} \left[\frac{\xi}{2\sqrt{D_T \theta}} \right]^{1/3} \left[1 - \exp(\alpha t) \left[\cos(\omega_0 t) + \frac{\alpha}{\omega_0} \sin(\omega_0 t) \right] \right]. \quad (6.75)$$

Прийнявши до уваги, що $\xi = L$, де L — висота реакційної склянки, а $\theta = \frac{V \rho_{AK}(1-Q_K)}{F_{AK}^m}$ — час перебування кислоти в реакційній склянці; F_{AK}^m — масова витрата НАК, яка подається в реакційну зону склянки; V — об'єм реакційної склянки; ρ_{AK} — густина НАК, рівняння (6.75) приймає такий вигляд

$$T_p(t) = k_T T_{P0} \frac{\sqrt[3]{0,5L} \sqrt[6]{F_{AK}^m}}{\sqrt[6]{D_T V \rho_{AK}(1-Q_K)}} \left\{ \begin{array}{l} 1 - \exp(-\alpha t) * \\ * \left[\cos(\omega_0 t) + \frac{\alpha}{\omega_0} \sin(\omega_0 t) \right] \end{array} \right\}. \quad (6.76)$$

Так як процес є неперервним, то подача НАК і ГПА здійснюється постійно зі швидкістю, яка практично відповідає швидкості хімічної реакції $v_p = \frac{V}{F_{AC}^0}$, де V — об'єм реакційної склянки; F_{AC}^0 — об'ємна витрата аміачної селітри. Поточний час хімічного перетворення t є часом, відлік якого починається від моменту уведення НАК в реакційну зону ($t = 0$) до моменту виходу розчину аміачної селітри з реакційної склянки. За цей час

реакційна маса проходить відстань $x = L \approx 4$ м зі швидкістю v_p . Тому час перебування θ знайдемо за формулою $\theta = \frac{x}{v_p} = \frac{xS}{F_{AC}^0}$ або

$$\theta = \frac{xS}{\left(\frac{F_{AK}^m}{\rho_{AK}Q_{AK}} + \frac{F_A^m}{\rho_A Q_A}\right)}, \quad (6.77)$$

Приймаючи до уваги, що $\rho_B = 1 \text{ т/м}^3$, а відношення витрати НАК до витрати ГПА $F_{AK}^m/F_A^m = K_{AK}^A$, то рівняння (6.77) приводиться до такого виду

$$\theta = \frac{xS}{F_{AK}^0(1+k_p K_{AK}^A Q_{AK})}, \quad (6.78)$$

де $k_p = \rho_A/\rho_{AK}$ — відношення густини ГПА до густини НАК.

Підставимо (6.78) у рівняння (6.76). У результаті отримаємо математичну модель для температурного поля в апараті нейтралізації в такій формі

$$T(x) = \frac{k_T T_p \sqrt[3]{0,5L} \sqrt[6]{F_{HAK}^m - k_2 F_{СП}^m}}{\sqrt[6]{D_T V \rho_{AC} (1 - Q_{AK})}} * \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{\alpha x S}{\left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{СП}^m}{\rho_{AK}}\right) (1 + k_p K_{AK}^A (Q_{AK}/Q_A))}\right) + \frac{\alpha}{\omega_0} \sin\left(\frac{\omega_0 x S}{\left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{СП}^m}{\rho_{AK}}\right) (1 + k_p K_{AK}^A (Q_{AK}/Q_A))}\right) \right\}, \quad (6.79)$$

- де F_{AK}^m — масова витрата НАК;
 $F_{СП}^m$ — масова витрата сокової пари, яка вводиться в реакційну зону;
 Q_{AK}, Q_A — концентрація НАК та ГПА відповідно;
 ρ_{AC} — густина розчину аміачної селітри;
 ρ_{AK} — густина НАК;
 k_T, k_p, k_1, k_2 — сталі;
 T_0 — номінальна температура в апараті нейтралізації;
 L — висота реакційної склянки;
 D_T — коефіцієнт термодифузії;

α — ступінь зменшення температури за висотою;

ω_0 — параметр, який характеризує ступінь зміни температури в апараті нейтралізації за висотою;

x — поточна висота реакційної склянки;

S — поперечний перетин реакційної склянки;

V — об'єм реакційної склянки;

K_{AK}^A — співвідношення витрат НАК і ГПА.

Ступінь зменшення температури за висотою функції $T_p(x) = f(x)$ і ступінь зміни температури за висотою ω_0 в апараті нейтралізації можна визначити за такими формулами:

$$\alpha = \frac{\rho_{AK} Q_{AK} \left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{CII}^m}{\rho_{AK}} \right) k_\alpha}{2m_p} * \left\{ \begin{aligned} & \left[1 + \frac{rVK_0 Q_{AK} E}{F_{CII}^0 c T_p^2 R} \exp\left(-\frac{E}{RT_p}\right) \right] + \\ & + \frac{m_p \left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{CII}^m}{\rho_{AK}} \right)}{V_{AC}} \left[1 + \frac{V}{\left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{CII}^m}{\rho_{AK}} \right)} \exp\left(-\frac{E}{RT_p}\right) \right] \end{aligned} \right\}; \quad (6.80)$$

$$\omega_0 = \left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{CII}^m}{\rho_{AK}} \right) * \sqrt{\frac{\alpha^2}{\left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{CII}^m}{\rho_{AK}} \right)^2} - \frac{\rho_{AK} Q_{AK}}{2V m_p} \left[1 + \frac{VK_0}{\left(\frac{F_{AK}^m + k_1 F_{CII}^m}{\rho_{AK}} \right)} \exp\left(-\frac{E}{RT_p}\right) \right] * \left[1 + \frac{rVK_0 Q_{AK} E}{F_{AC}^0 c T_p^2 R} \exp\left(-\frac{E}{RT_p}\right) \right]}; \quad (6.81)$$

де ρ_{AK} — густина 58%-ї азотної кислоти;

m_p — реакційна маса;

k_α — стала.

З рівняння (6.79) випливає, що розподілення температурного поля в реакційній склянці залежить від таких параметрів: концентрації Q_{AK} азотної кислоти в розчині; масової витрати F_{AK}^m азотної кислоти, співвідношення K_{AK}^A об'ємних витрат розчину азотної кислоти та аміаку. Ці параметри, як правило, використовуються для управління технологічним процесом нейтралізації кислоти у виробництві аміачної селітри [18, 20]. Окрім того, використовується рН-метод, згідно з яким визначається

різниця потенціалів платинових електродів у точці, близькій до точки x_p і в розчині аміачної селітри на виході з склянки ($x \leq L$). За їх різницею змінюють витрату F_{AK}^m розчину НАК. З рівняння (6.79) видно, що до основних параметрів, за котрими можна вести технологічний процес, є також масова витрата сокової пари $F_{СП}$. Окрім того, в точках x_p та $x \approx L$ зміну температурного поля можна використати для управління технологічним процесом.

6.2.3. Математична модель реологічного переходу води НАК у сокову пару

Процес перетворення води, яка вноситься в реакційну зону нейтралізатора відбувається за рахунок її випаровування тепловою енергією реакції нейтралізації. При цьому має місце одночасне реологічне перетворення води в пару та нагрів реакційної маси за рахунок теплоти реакції. Як було показано вище, такий процес можна описати нелінійним диференціальним рівнянням (6.40). Прийемо, що швидкість уведення в нейтралізатор НАК

$$\frac{\partial m_B}{\partial \theta} = K S_p \frac{\partial^2 \phi_{СП}}{\partial x^2}, \quad (6.82)$$

де K — коефіцієнт масопередачі;
 S_p — поверхня масообміну;
 $\Delta \phi_{СП}$ — середня різниця вологовмісту.

За середню різницю вологовмісту приймається різниця між концентрацією водяної пари над розчином аміачної селітри, який входить у зону реологічного переходу та виходить з неї. Середню різницю вологовмісту можна визначити за формулою

$$\partial \phi_{СП} = \frac{0,405 P^{0,9}}{T_p} \partial X, \quad (6.83)$$

де P — тиск водяної пари над водою;
 T_p — температура процесу, K .

Масу води, яка уводиться в реакційну зону, можна знайти за формулою

$$m_B = \frac{X m_B}{m_{AC} + X(m_B - m_{AC})} m_{AC}, \quad (6.84)$$

де m_B — молярна маса води;

m_{AC} — молярна маса аміачної селітри.

Продиференціювавши рівняння (6.84) по X та обмежувачись кінцевими значеннями, отримуємо: $\frac{\Delta X}{\Delta m} = \frac{m_{AC} + X(m_B - m_{AC})}{m_B[1 - X(m_B - m_{AC})]} = k_X$ або $\Delta X = k_X \Delta m_B$. Тоді рівняння (6.40) з врахуванням (6.84) приводиться до такої форми

$$\frac{\partial m_B(x, \theta)}{\partial \theta} + K S_P k_X \frac{0,405 K_{AK}^{A} P^{0,9}}{T_P} \frac{\partial^2 m_B(x, \theta)}{\partial x^2} = \gamma_{\Pi}(t). \quad (6.85)$$

Сокова пара масою $m_{C\Pi}$, є незворотною для процесу нейтралізації. Це значить, що вона постійно виходить з апарату, а її маса накопичується. Швидкість стоку цього процесу можна описати диференціальним рівнянням

$$\lambda_{C\Pi}(t) = \tau_{\Pi} \frac{d^2 m_{C\Pi}}{dt^2} + \frac{dm_{C\Pi}}{dt}, \quad (6.86)$$

де $\tau_{\Pi} = V_B / F_{C\Pi}^o \frac{V_B}{F_{C\Pi}^o}$ — стала часу стоку сокової пари;

$F_{C\Pi}^o$ — об'ємна витрата сокової пари;

V_B — об'єм води, яка знаходиться в реакційній склянці.

Підставивши (6.86) у рівняння (6.85), отримуємо

$$\frac{\partial m_B(x, \theta)}{\partial \theta} + K S_P k_X \frac{0,405 P^{0,9}}{T_P} \frac{\partial^2 m_B(x, \theta)}{\partial x^2} = \tau_{\Pi} \frac{d^2 m_{C\Pi}}{dt^2} + \frac{dm_{C\Pi}}{dt}. \quad (6.87)$$

Рівняння (6.87) є нелінійною математичною моделлю процесу реологічного перетворення води в сокову пару. Для аналітичного розв'язку цього рівняння можна використати метод нульового градієнта. Згідно з цим методом нелінійне диференціальне рівняння (6.87) розділяється на систему таких рівнянь:

$$\frac{\partial m_B(x, \theta)}{\partial \theta} + K S_P k_X \frac{0,405 P^{0,9}}{T_P} \frac{\partial^2 m_B(x, \theta)}{\partial x^2} = 0; \quad (6.88)$$

$$\tau_{\Pi} \frac{d^2 m_{C\Pi}}{dt^2} + \frac{dm_{C\Pi}}{dt} = 0. \quad (6.89)$$

Рівняння (6.88) приведемо до нормальної форми. Прийемо, що основною є дифузійна форма перенесення пари в нейтралізаторі. Тоді,

позначивши, що еквівалентний коефіцієнт дифузії $D_B = \frac{T_P}{0,405KSPkX^{P0,9}}$, отримуємо

$$\frac{\partial m_B(x, \theta)}{\partial \theta} + D_B \frac{\partial^2 m_B(x, \theta)}{\partial x^2} = 0. \quad (6.90)$$

Початковими умовами для рівняння (6.90) будуть: при $\theta=0$ $m_B(x, 0) = m_{B0}$, при $\theta = \infty$ $m_B(x, \infty) = M_{CП}(t)$, $\frac{dm_B(x, \infty)}{d\theta} = 0$. Тоді рішення цього рівняння матиме вигляд

$$m_B(x, \theta) = m_{B0} [\operatorname{erf}(x/\sqrt{\theta D_B})]. \quad (6.91)$$

Початковими умовами для (6.89) будуть: при $t = 0$ $m_{CП}(0) = 0$, а при $t = \infty$ $m_{CП}(\infty) = m_{CП0}$, $\frac{dm_{CП}(\infty)}{dt} = 0$. Тоді маємо

$$m_{CП}(t) = (m_{CП0} - m_B(x, \theta)) [1 - \exp(-t/\tau_{П})]. \quad (6.92)$$

Підставивши рівняння (6.91) у (6.92), після відповідних перетворень отримуємо

$$m_{CП}(t) = m_{CП0} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{П}}\right) \right] - m_{B0} \left[\frac{\operatorname{erf}(x/\sqrt{\theta D_B}) - \exp\left[-\left(x/\sqrt{\theta D_B} + \frac{t}{\tau_{П}}\right)\right]}{\exp\left[-\left(x/\sqrt{\theta D_B} + \frac{t}{\tau_{П}}\right)\right]} \right]. \quad (6.93)$$

Так як час перебування реакційної маси в апараті нейтралізації $t_{П} \approx 2000$ с, то вода, яка містилася в НАК, практично повністю перетворюється в пару. Можна припустити, що у розчині аміачної селітри залишилася тільки молекулярно зв'язана вода, так як концентрація цього розчину на виході з апарату складає $Q_{Ac} = (87 - 92)$ %.

6.3. Управління процесом нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти газоподібним аміаком

6.3.1. Аналіз апарату нейтралізації як взаємопов'язаного об'єкта

Процес одержання розчину аміачної селітри виконується в спеціальній посудині (склянці) за рахунок нейтралізації НАК та ГПА, нагрітих до відповідної температури. Масова витрата НАК складає $F_{AK} = 1150$ кг/год, а рідкого аміаку $F_A = 250$ кг/год. У результаті процесу нейтралізації створюється розчин аміачної селітри масовою витратою $F_{AC} = 1100$ кг/год. У верхній частині апарату нейтралізації може створюватися деякий тиск за рахунок сокової пари, який не перевищує 200 кПа. За рахунок теплоти реакції температура в реакційній зоні підтримується на рівні $T_p = (155 - 160)^\circ\text{C}$. При такій температурі вода, яка міститься в НАК, повністю переходить в парову фазу та своєю підйомною силою виштовхує розчин аміачної селітри вгору і сприяє більш інтенсивному перемішуванню реакційної маси. Так як в реакційній зоні створюються кулькові форми парової фракції, то в їх середині накопичується ГПА, пари азотної кислоти, а також молекули аміачної селітри, котрі виносяться паром на поверхню склянки, створюючи таким чином сокову пару. За рахунок підйомної сили, яка створюється рухом НАК, ГПА та водяної пари, розчин аміачної селітри витискується зі склянки і самотужки витікає з апарату нейтралізації. Температура T_{AC} розчину аміачної селітри на виході з апарату може бути нижчою від температури реакції на $\Delta T_{AC} = 10^\circ\text{C}$. Співвідношення витрати НАК і рідкого аміаку на вході в їх підігрівачі підтримується на рівні стехіометричного значення і дорівнює $k_A = 4,5$. Так як гідростатичний тиск у склянці нейтралізатора забезпечується стовпом розчину аміачної селітри, а тиск сокової пари є незначним, то можна рахувати, що зміна витрати НАК і ГПА мало впливають на вихідні координати апарату, до яких відноситься температура T реакційної маси в зоні реакції та концентрація Q_{AK} азотної кислоти в розчині аміачної селітри на виході з нейтралізатора. Всі перераховані вище технологічні параметри підлягають обов'язковому вимірюванню, а деякі з них також автоматичному регулюванню (стабілізації). До таких технологічних параметрів процесу нейтралізації відносяться такі: співвідношення витрати НАК та аміаку за рахунок зміни витрати азотної кислоти, температури розчину аміачної селітри в реакційній зоні за рахунок вприскування конденсату сокової пари у верхню частину апарату нейтралізації, концентрації азотної кислоти у розчині аміачної селітри на виході апарату за рахунок подачі аміаку в

апарат, температури НАК, температури ГПА на вході в нейтралізатор та витрата рідкого аміаку перед його подачею в підігрівник. Таким чином, нейтралізатор відноситься до багатопараметричних об'єктів з внутрішніми перехресними зв'язками, як показано на рис. 6.5. На рисунку позначено: $D1$ — давач температури реакції; $D2, D3$ — давачі витрати азотної кислоти та аміаку; $D4$ — давач pH розчину аміачної селітри; $ПП1, ПП2, ПП3, ПП4$ — проміжні перетворювачі; $ВМ1, ВМ2, ВМ3$ — виконавчі механізми; $РО1, РО2, РО3$ — регулюючі органи; $R1, R2, R3$ — регулятори; $u1, u2, k0$ — задання на регулятори.

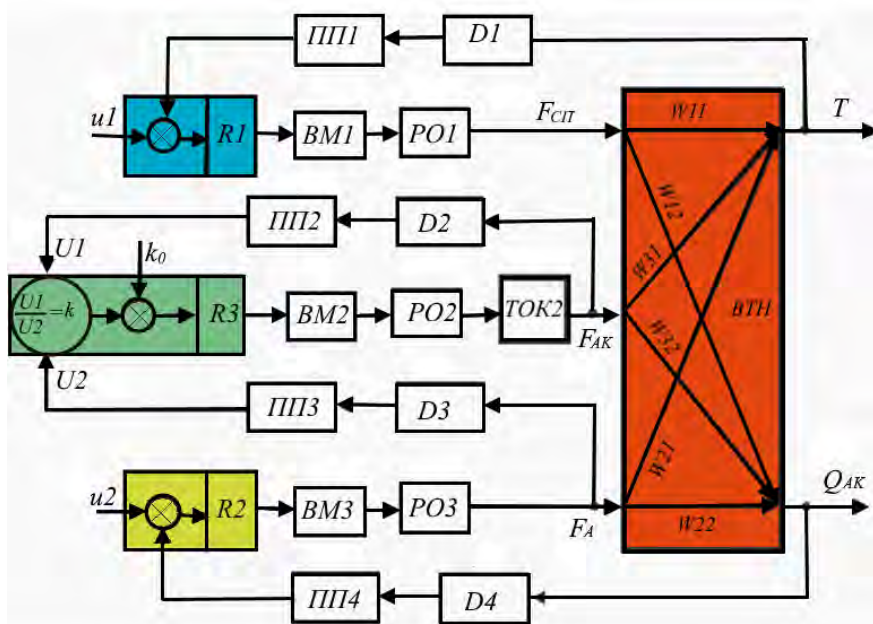


Рис. 6.5. Структурна схема управління нейтралізатором

У першому наближенні апарат нейтралізації має чотири внутрішні перехресні зв'язки з передавальними функціями за відповідними каналами $W12(s), W21(s), W31(s), W32(s)$. Таким чином кожна вихідна координата є функцією по крайній мірі чотирьох координат. У загальному випадку такой об'єкт керування може бути описаний матричним рівнянням

$$\begin{pmatrix} W_{11} & W_{12} & 1 \\ W_{21} & W_{22} & 1 \\ W_{31} & W_{32} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \end{pmatrix}, \quad (6.94)$$

де x_1, x_2, x_3 — відносні значення витрати сокової пари, НАК та аміаку відповідно;

y_1, y_2 — відносні значення температури T та концентрації Q_{AK} аміачної селітри на виході з апарату нейтралізації.

Вище вказувалося, що процес нейтралізації НАК ГПА супроводжується такими складовими: хімічним перетворенням реагуючих компонентів в розчин аміачної селітри, масоперенесенням розчину аміачної селітри та сокової пари в реакційній склянці, теплоперенесенням теплоти реакції до реакційної маси. Процес створення розчину аміачної селітри описується таким рівнянням

$$m_{AC}(t) = m_{AC0} \left\{ \begin{aligned} &1 - \exp\left(-2t \frac{v_i^2}{D_i} k_{tm}\right) \left[1 + \exp\left[2t \frac{v_i^2}{D_i} (1 - k_{tm})\right] \right] + \\ &+ \exp\left[-2t \frac{v_i^2}{D_i} (1 + k_{tm})\right] \end{aligned} \right\}, \quad (6.95)$$

де $k_{tm} = \frac{\tau_i}{\tau_{12}} = \frac{D_i}{2F_{AK}^0} L \left(\frac{S_H}{L}\right) \left[\frac{1}{1+k_{AK}^{AK}+k_{X\Pi}^{AK}}\right]^2 (1+k_{AC}^{AK})$ — коефіцієнт співвідношення сталих часу процесу масоперенесення хімічного перетворення та стоку;

$k_A^{AK} = F_A/F_{AK}$ — коефіцієнт співвідношення витрат ГПА F_A та НАК F_{AK} ;

$k_{AC}^{AK} = F_{AC}/F_{AK}$ — коефіцієнт співвідношення витрат аміачної селітри F_{AC} та НАК;

$k_{X\Pi}^{AK} = F_{X\Pi}/F_{AK}$ — коефіцієнт співвідношення витрати продукту хімічного перетворення $F_{X\Pi}$ та НАК;

m_{AC0} — маса створюваної аміачної селітри за регламентом;

$\tau_{12} = V/F_{AC}^0$ — стала часу стоку розчину аміачної селітри;

$\tau_i = D_i/2v_i^2$ — стала часу створення концентраційного джерела аміачної селітри;

$V = S_c L$ — об'єм реакційної склянки;

S_c — поперечний перетин склянки;

L — висота склянки;

D_i — коефіцієнт дифузії реагуючих компонентів;

v_i — лінійна швидкість переміщення аміачної селітри за висотою реакційної склянки;

t — час перенесення маси створеної аміачної селітри.

Теплоперенесення теплової енергії реакції до реакційної маси склянки у відносній формі описується таким рівнянням

$$\delta_T(t) = \exp\left(-\frac{t}{\tau_T}\right) \left[1 - \exp\left(-2t\left(\frac{v_T^2}{a_H}\right)\right) \right] + K_{T0} \left[1 - \exp\left(-2t\left(\frac{v_T^2}{a_H}\right)\right) \right], \quad (6.96)$$

де $\delta_T(t) = T(L, \theta)/T_H$ — відносна температура хімічної реакції (джерела теплової енергії);

L — висота реакційної маси в склянці нейтралізатора;

t — поточний час перенесення теплової енергії;

$\tau_T = \frac{m_H c_H T_P}{F_{AC} c_{AC} T_{AC} + F_{CP} c_{CP} T_{CP} + r v K_0 Q_H (E/RT_P^2) T_H}$ — стала часу стоку теплової енергії;

v_i — лінійна швидкість теплоперенесення теплової енергії в реакційній склянці;

a_H — коефіцієнт температуропровідності реакційної маси в склянці;

m_H, c_H, T_P — маса реакційної речовини, її теплоємність і температура нейтралізації відповідно;

c_{AC}, c_{CP} — теплоємність аміачної селітри та сокової пари відповідно;

r — теплота пароутворення води;

K_0 — експоненціальний множник функції Ареніуса;

Q_H — номінальна концентрація аміачної селітри;

E — енергія активації хімічної реакції.

Враховуючи те, що час $t = x/v_T$, з рівняння (6.96) отримуємо математичну модель розподілення температури за координатою x у такому вигляді

$$\delta_T(x) = \exp\left(-\frac{x}{\tau_T v_T}\right) \left[1 - \exp\left(-2x\left(\frac{v_T}{a_H}\right)\right) \right] + K_{T0} \left[1 - \exp\left(-2x\left(\frac{v_T}{a_H}\right)\right) \right], \quad (6.97)$$

де $\delta_T(x)$ — відносна зміна температури за висотою апарату нейтралізації;

K_{T0} — стала.

При керуванні процесом нейтралізації важливе значення має різниця температур реакції та розчину аміачної селітри на виході з апарату

нейтралізації. З рівняння (6.97) маємо: при $x=0$ $\delta_T(0, t) = T_p(0, \theta)/T_H = 1$ або $T_p(0, \theta) = T_H$; при $x = L$, маємо

$$\delta_T(L) = \exp\left(-\frac{L}{\tau_T v_T}\right) \left[1 - \exp\left(-2L\left(\frac{v_T}{a_H}\right)\right)\right] + K_{T0} \left[1 - \exp\left(-2L\left(\frac{v_T}{a_H}\right)\right)\right] \quad (6.98)$$

Масоперенесення сокової пари описується таким спрощеним рівнянням

$$m_{II}(t) = m_{II0} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_{II}}\right)\right] - m_{B0} \left[\exp\left(-\frac{t}{\tau_B}\right) - \exp\left[-\frac{t}{\tau_B}\left(1 + \frac{\tau_B}{\tau_{II}}\right)\right]\right] \quad (6.99)$$

де m_{II0} — максимальна маса сокової пари;

$\tau_{II} = V_B/F_{CII}^0$ — стала часу стоку сокової пари;

F_{CII}^0 — об'ємна витрата сокової пари;

V_B — об'єм води, яка знаходиться в реакційній склянці;

$\tau_B = \frac{T_P}{0,405K_S P k_X P^{0,9}}$ — стала часу реологічного перетворення води в

пару;

K — коефіцієнт масопередачі;

S_P — поверхня масообміну;

P — парціальний тиск пари;

$k_X = \frac{m_{AC} + X(m_B - m_{AC})}{m_B[1 - X(m - m_{AC})]}$,

X — вміст води в парі.

6.3.2. Управління нейтралізатором за масоперенесенням розчину аміачної селітри

Якщо припустити, що коефіцієнт дифузії реагентів не залежить від масоперенесення, тобто $D_i = D_{i0} \approx const$ і швидкість потоку реакційної маси в склянці $v_i = v_{i0} = const$, то стала часу $\tau_i = D_{i0}/v_{i0}^2 = const$. У цьому випадку приріст маси $\delta_M(t)$ залежатиме тільки від часу масоперенесення та коефіцієнта співвідношення сталих часу k_{TM} . Звідси випливає, що для забезпечення стабільності роботи нейтралізатора достатньо стабілізувати відношення сталих часу τ_{12} стоку розчину аміачної селітри та сталої часу τ_i її створення. Так як у САР співвідношення витрати НАК — рідкий аміак підтримується на рівні

$k_{KA} \approx 4,5$, то множник $\left[\frac{k_{AK}^A}{1+k_{AK}^A+k_{AK}^A k_{AK}^{KP}} \right]^2$ змінюється мало і можна прийняти, що для регламентних змін витрат НАК та аміаку він знаходиться на рівні приблизно 0,6. Тоді рівняння (6.99) спрощується і приймає вигляд

$$M_{AC}(t) = M_{ACO} \left\{ \begin{aligned} &1 - \exp\left(-2t \frac{v^2}{D_i} k_{TM}\right) \left[1 + \exp\left[2t \frac{v^2}{D_i} (1 - k_{TM})\right] \right] + \\ &+ \exp\left[-2t \frac{v^2}{D_i} (1 + k_{TM})\right] \end{aligned} \right\} \quad (6.100)$$

Коефіцієнт співвідношення сталих часу після спрощення запишемо у такій спрощеній формі

$$k_{TM} = 0,32 \frac{k_{DL}}{F_{AK}} \left(1 + \frac{F_{AC}}{F_{AK}} \right), \quad (6.101)$$

З рівняння (6.101) видно, що зміна співвідношення витрат азотної кислоти та аміаку практично не впливає на протікання процесу нейтралізації. Але при способі керування процесом за співвідношенням цих витрат має місце достатньо сильний вплив зміни витрати азотної кислоти, що підтверджується експериментальними дослідженнями.

6.3.3. Принцип управління процесом теплоперенесення в нейтралізаторі

Підтримування теплового балансу в нейтралізаторі відноситься до основних задач технологічного процесу. Процес теплоперенесення є достатньо складним та описується таким рівнянням

$$\delta_T(t) = \exp\left(-k_T \frac{t}{\tau_{TP}}\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{1}{k_T} \frac{2t}{\tau_T}\right) \right] + K_{T0} \left[1 - \exp\left(-\frac{1}{k_T} \frac{2t}{\tau_T}\right) \right], \quad (6.102)$$

де $\delta_T(t)$ — відносна температура реакційної маси;

$k_T = \tau_{TP}/\tau_T$ — відношення сталих часу.

Якщо припустити, що коефіцієнт температуропровідності мало залежить від температури, а швидкість перенесення теплової енергії обумовлена швидкістю перенесення маси реакційної речовини, то можна прийняти, що стала часу створення теплової енергії за рахунок хімічного перетворення є незмінною. З цього випливає, що тепловий режим в

нейтралізаторі можна стабілізувати за рахунок впливу на сталу часу τ_T стоку теплової енергії з апарату. Вираз для сталої часу стоку теплової енергії запишемо в такій формі

$$\tau_T = \frac{m_H c_H}{F_{СП} c_{СП}} \left[\frac{1}{1 + \frac{F_{АС} c_{АС}}{F_{СП} c_{СП}} + \frac{F_{ХП} r}{F_{СП} c_{СП}}} \right] \quad (6.103)$$

Так як теплоємності мало залежать від температури а витрата $F_{ХП} = k_B F_{АС}$, то рівняння (6.102) можна спростити і привести до такого вигляду

$$\tau_T = k_{1C} m_H \left[\frac{1}{F_{СП} + k_F F_{АС}} \right], \quad (6.104)$$

де $k_{1C} = \frac{c_H}{c_{СП}}$; $k_F = k_{2C} + k_{3C}$, $k_{2C} = \frac{c_{АС}}{c_{СП}}$, $k_{3C} = \frac{k_{ХП} r}{c_{СП}}$.

Підставимо рівняння (6.103) у (6.101). У результаті отримуємо

$$\delta_T(t) = \exp\left(-\frac{t}{k_{1C} m_H} (F_{СП} + k_F F_{АС})\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{2t}{\tau_{ТР}}\right) \right] + K_{T0} \left[1 - \exp\left(-\frac{2t}{\tau_{ТР}}\right) \right] \quad (6.105)$$

З рівняння випливає, що керування температурним режимом можна виконувати за рахунок зміни витрати сокової пари, або зміни витрати аміачної селітри. Так як коефіцієнт k_F є сильним впливовим коефіцієнтом, то приймаючи, що $F_{АС} = k_{АК} F_{АК}$, рівняння (6.104) можна записати в такій формі

$$\delta_T(t) = \exp\left(-\frac{t}{k_{1C} m_H} (F_{СП} + k_F k_{АК} F_{АК})\right) \left[1 - \exp\left(-\frac{2t}{\tau_{ТР}}\right) \right] + K_{T0} \left[1 - \exp\left(-\frac{2t}{\tau_{ТР}}\right) \right] \quad (6.106)$$

Таким чином з (6.106) випливає, що температурним процесом в апараті нейтралізації можна управляти шляхом зміни витрати сокової пари.

6.3.4. Управління процесом теплоперенесення за розподіленням температури в апараті нейтралізації

Дослідженнями встановлено, що основним параметром, за котрим можна вести технологічний процес, є масова витрата $F_{СП}$ сокової пари. Окрім того, в точці максимальної температури нейтралізації азотної кислоти та на виході з реакційної зони (при $x \approx L$), зміна температурного поля є тим показником, який можна використати для управління технологічним процесом. Розподілення температури в склянці нейтралізатора з достатньою для практики точністю можна описати таким рівнянням

$$T(x) = \frac{k_T T_P \sqrt[3]{0,5L} \sqrt[6]{F_{AK} - k_2 F_{СП}}}{\sqrt[6]{D_T V \rho_{AC} (1 - Q_{AK})}} * \left\{ 1 - \exp \left(- \frac{(\alpha v_i S) \times \rho_{AK} c_{AC} T_P}{((F_{AK} c_{AK} T_{AK} + k_1 F_{СП} c_{СП} T_P)) (1 + k_p K_{Cr} T_P (Q_K / Q_A))} \right) * \right. \\ * \left[\cos \left(\frac{(\omega_0 x v_i S) \rho_{AK} c_{AC} T_P}{((F_{AK} c_{AK} T_{AK} + k_1 F_{СП} c_{СП} T_P)) (1 + k_p K_{Cr} T_P (Q_K / Q_A))} \right) + \right. \\ \left. \left. + \frac{\alpha}{\omega_0} \sin \left(\frac{(\omega_0 x v_i S) \rho_{AK} c_{AC} T_P}{((F_{AK} c_{AK} T_{AK} + k_1 F_{СП} c_{СП} T_P)) (1 + k_p K_{Cr} T_P (Q_K / Q_A))} \right) \right] \right\}, \quad (6.107)$$

- де F_{AK} — масова витрата НАК;
 $F_{СП}$ — масова витрата сокової пари, яка вводиться в реакційну зону;
 Q_{AK}, Q_A — концентрація азотної кислоти та аміаку відповідно;
 ρ_{AC} — густина розчину аміачної селітри;
 ρ_{AK} — густина НАК;
 k_T, k_p, k_1, k_2 — сталі;
 T_P — температура реакції;
 L — висота реакційної склянки;
 D_T — коефіцієнт термодифузії;
 α — ступінь зменшення температури за висотою;
 ω_0 — параметр, який характеризує ступінь зміни температури в нейтралізаторі за висотою;
 x — поточна висота реакційної склянки;
 S — поперечний перетин реакційної склянки;

V — об'єм реакційної склянки;

$K_{AC} = F_{AK}/F_A$ — співвідношення витрат азотної кислоти F_{AK} та аміаку F_A .

Так як процес перенесення теплової енергії на деяку відстань x проходить в часі t та характеризується швидкістю v_i руху реакційної маси в реакційній склянці, то позначивши $x = v_i t$ і підставивши у формулу (6.107), отримуємо формулу для перехідної функції теплоперенесення в такій формі

$$T(t) = \frac{k_{TP} \sqrt[3]{0,5L^6/F_{AK} - k_2 F_{СП}}}{\sqrt[6]{D_T V \rho_{AC} (1 - Q_{AK})}} * \\ * \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{(\alpha v_i S) t \rho_{AC} c_{AC} T_P}{(F_{AK} c_{AK} T_{AK} + k_1 F_{СП} c_{СП} T_P)(1 + k_p K_{Cr} T_P (Q_K/Q_A))}\right) \right\} * \\ * \left[\cos\left(\frac{(\omega_0 t v_i S) \rho_{AC} c_{AC} T_P}{(F_{AK} c_{AK} T_{AK} + k_1 F_{СП} c_{СП} T_P)(1 + k_p K_{Cr} T_P (Q_K/Q_A))}\right) + \right. \\ \left. + \frac{\alpha}{\omega_0} \sin\left(\frac{(\omega_0 t v_i S) \rho_{AC} c_{AC} T_P}{(F_{AK} c_{AK} T_{AK} + k_1 F_{СП} c_{СП} T_P)(1 + k_p K_{Cr} T_P (Q_K/Q_A))}\right) \right], \quad (6.108)$$

де α — ступінь загасання (зменшення) температури по висоті реакційної маси в склянці;

ω_0 — власна частота зменшення температури.

Ступінь α зменшення температури реакційної маси за висотою склянки нейтралізатора можна визначити за формулою

$$\alpha = \frac{\rho_K Q_K (F_{HAK} - k_1 F_{СП}) / \rho_{AK} k_\alpha}{2m_p} * \left\{ \left[1 + \frac{rV K_0 Q_K E}{F_{AC} c_P^2 R} \exp\left(-\frac{E}{RT_P}\right) \right] + \right. \\ \left. + \frac{m_p \left(\frac{F_{AK} - k_1 F_{СП}}{\rho_{AK}}\right)}{V F_{AC}} * \right. \\ \left. \left[1 + \frac{V_0}{\left(\frac{F_{AK} - k_1 F_{СП}}{\rho_{AK}}\right)} \exp\left(-\frac{E}{RT_P}\right) \right] \right\}. \quad (6.109)$$

Власна частота коливань ω_0 нейтралізатора визначається за формулою

$$\omega_0 = (F_{AK} - k_1 F_{СП}) / \rho_{AK} \sqrt{\left[\frac{\alpha^2}{\left(\frac{F_{AK} - k_1 F_{СП}}{\rho_{AK}} \right)^2} - \frac{\rho_{AK} Q_{AK}}{2V m_p} \right] * \left[1 + \frac{VK_0}{\left(\frac{F_{AK} - k_1 F_{СП}}{\rho_{AK}} \right)} \exp\left(-\frac{E}{RT_P}\right) \right] * \left[1 + \frac{rVK_0 Q_{AK} E}{F_{Co} c T_0^2 R} \exp\left(-\frac{E}{RT_P}\right) \right]} \quad (6.110)$$

Крива перехідного процесу для теплоперенесення в реакційній склянці апарату нейтралізації приведена на рис. 6.6.

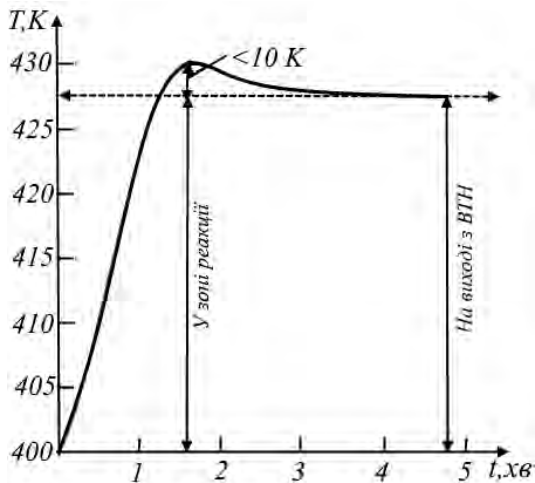


Рис. 6.6. Крива перехідного процесу теплоперенесення в нейтралізаторі

Найбільша температура спостерігається в реакційній зоні. За рахунок випаровування води з НАК проходить деяке охолодження реакційної маси і на виході з апарату нейтралізації температура дещо зменшується. Так як температура в реакційній зоні не повинна перевищувати 10°C від температури розчину аміачної селітри на виході з апарату нейтралізації, то, згідно з рівнянням (6.110), для управління процесом теплоперенесення можна використати витрату сокової пари.

6.3.5. Управління нейтралізатором як багатопараметричним об'єктом керування

Як вказувалося вище, нейтралізатор можна віднести до багатопараметричних об'єктів управління, котрі формально можуть мати такі вихідні (регулюючі) координати (при рівні реакційної маси $L = const$): концентрацію Q_{AC} розчину аміачної селітри, концентрацію q_{AK} НАК, температуру T_P реакції і тиск P . Для керування процесом нейтралізації, як правило, використовуються: витрати основних матеріальних потоків — НАК F_{AK} та рідкого аміаку F_A для забезпечення матеріального балансу реакційного процесу за рахунок їх співвідношення; окрім того витрати аміаку F_A для стабілізації концентрації q_{AK} НАК, витрати сокової пари $F_{СП}$ для стабілізації температури T реакційної маси на виході з нейтралізатора. Приведена на рис. 6.7 структурна схема керування процесом нейтралізації НАК ГПА відноситься до найбільш оптимальних, так як дозволяє врахувати вплив багатьох перехресних зв'язків.

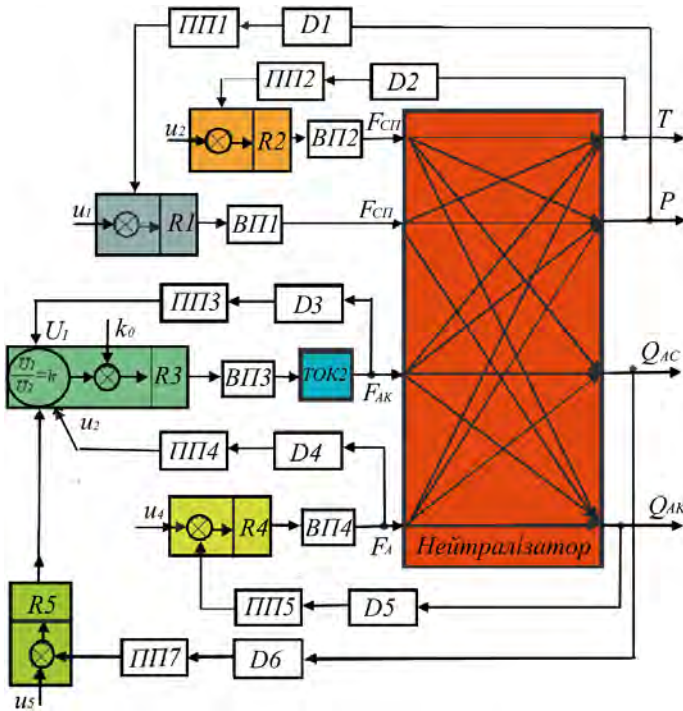


Рис. 6.7. Структурна схема управління процесом нейтралізації

До основних недоліків такої системи керування можна віднести складність та перехресний вплив окремих контурів регулювання, що може викликати такі фактори, як розгойдування окремих САР, зменшення точності та керуваності системи в цілому. Окрім того, така система керування не дозволяє відстежувати процеси в технологічних апаратах, котрі мають місце при реологічних переходах кількості маси, енергії та кількості руху. Як вказувалося вище, процес нейтралізації супроводжується трьома реологічними переходами, які характеризують перетворення маси НАК в аміачну селітру, перетворення теплової енергії за рахунок хімічної енергії та перетворення води в сокову пару. Кожне перетворення має джерело маси (концентраційний напір) і джерело тепла (хімічна реакція). У тому чи іншому джерелі проходять відповідні фізико-хімічні процеси, котрі створюють надлишок маси чи енергії та умови до перенесення цих надлишків в деяке інше середовище, тобто формує стік маси чи енергії. Процеси створення джерел описуються рівняннями руху Фур'є, Фіка та Ньютона, а стік — інтегральними рівняннями. Так як в джерелах, і в інтегруючому середовищі проходять процеси перенесення маси та енергії, то вони описуються нелінійними інтегро-диференціальними рівняннями. Кожне з таких рівнянь має по крайній мірі три змінні координати як: час перенесення маси чи енергії від джерела, час стоку перетвореної маси чи енергії та лінійні координати, за котрими проходить процес масо- і теплоперенесення. Структурна схема КСА ТП нейтралізації за співвідношенням сталих часу приведена на рис. 6.8 на котрій показано: $BM1, BM2, \dots, BMn$ — виконавчі механізми; $ТОК$ — технологічний об'єкт керування; $БВхП$ — блок первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП) вхідних технологічних параметрів; $БВихП$ — блок $ПВП$ вихідних технологічних параметрів; $БЗбП$ — блок $ПВП$ збурюючих технологічних параметрів; $БЦР$ — блок цифрових регуляторів; $БЗЧ$ — блок задання на регулятори; $КПр$ — контролер програмуючий. Система дозволяє одночасно здійснювати управління процесом масоперенесення аміачної селітри, сокової пари та теплоперенесення в апараті нейтралізації. Система може працювати в різних режимах роботи: у режимі стабілізації окремих технологічних параметрів за одноконтурним, комбінованим та каскадним принципами, у режимі взаємопов'язаного керування, у режимах стабілізації співвідношення сталих часу перехідних процесів тощо. На основі запропонованого принципу може бути реалізовано 3 способи керування нейтралізатором: — одночасно за всіма каналами; — за екстремальним каналом; — за пріоритетним каналом. Спосіб керування за екстремальним каналом може бути реалізований для концентрації азотної кислоти Q_{AK} в розчині аміачної селітри та її концентрації в соковій парі. Найбільш сприятливий є принцип керування за пріоритетним каналом, так як у цьому

випадку є можливість контролювати вхідні та вихідні технологічні параметри.

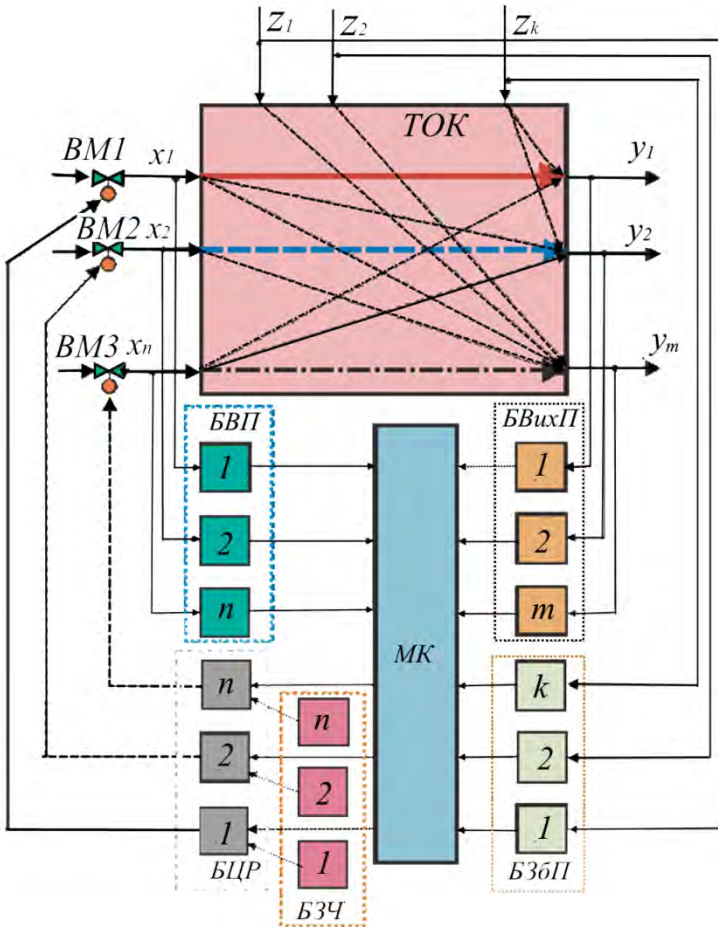


Рис. 6.8. Структурна схема КСА ТП нейтралізації НАК ГПА

6.4. Математичні моделі процесу упарювання аміачної селітри за масовою депресією

Реологічні перетворення викликають зміни технологічних параметрів, що впливає на точність управління. Вони супроводжуються одночасною зміною маси, тепла і кількості руху, що супроводжуються збільшенням похибок вимірювальних параметрів, а відповідно відхилення процесу упарювання від оптимального режиму роботи. У виробництві аміачної селітри розчин, який створюється в нейтралізаторах, упарюється до 98–99,5%. Процес упарювання розчину аміачної селітри відноситься до двостадійного. Перша стадія упарювання є найбільш простою, при котрій розчин доводиться до кипіння у внутрішньому кип'ятильнику. На другій стадії упарювання використовується плівковий принцип, при якому розчин аміачної селітри вільно стікає у вигляді плівки по трубках, котрі нагріваються перегрітою парою. До основних технологічних параметрів, які підлягають вимірюванню на першій стадії упарювання, відносяться: витрати матеріальних і теплових потоків, температура кипіння упареного розчину, рівень розчину у випарному апараті, концентрація упареного розчину, а також тиск, температура, витрата та склад вторинної пари. Однією з основних задач такого способу упарювання є підтримування співвідношень між контрольованими технологічними параметрами, котрі визначають критерій оптимального управління та забезпечують максимальну продуктивність роботи випарного апарату.

Випарні апарати відносяться до багатопараметричних об'єктів управління, для яких основною технічною задачею є оптимізація процесу за рахунок стабілізації матеріального і температурного балансів. До найбільш поширених способів оптимізації процесів упарювання відноситься стабілізація температурного режиму, який є достатньо інерційним, а при наявності сильних впливових факторів призводить до появи процесів, котрі викликають відхилення від оптимального режиму роботи випарних агрегатів. Експериментальними дослідженнями встановлено, що управління процесом упарювання за температурною та масовою депресіями є більш ефективним, ніж, наприклад, управління за зміною температури кипіння та рівня упареного розчину. Основною задачею таких процесів є визначення впливу технологічних параметрів на результатуючий параметр випарного апарату, що є основним критерієм ефективності його роботи. Для випарних апаратів, які найчастіше використовуються на перших стадіях упарювання аміачної селітри, одним з основних параметрів, котрі характеризують якісні показники, є концентрація упареного розчину та його витрата. Процеси перенесення кількості маси і теплової енергії при хімічних перетвореннях описуються

інтегральною імпульсною дельта-функцією Дірака з ядром у вигляді диференціального рівняння перенесення маси і теплової енергії з їх стоком. [31]. Перетворення кількості маси і теплової енергії може виконуватися за рахунок різних чинників, як наприклад, хімічної реакції, абсорбції, десорбції, процесів упарювання або розділення речовин. При цьому на вхід технологічного апарату поступає матеріальний потік з концентрацією Q , який в цьому апараті терпить відповідне реологічне перетворення і зменшується в найкращому випадку до нуля. У результаті реологічного перетворення в апараті створюється новий матеріальний потік концентрацією Q_p , який є стоком технологічного процесу. У першому наближенні можна прийняти, що вхідна та вихідна координати технологічного процесу є стаціонарними або квазістаціонарними. Ці координати підлягають вимірюванню тільки для того, щоби забезпечити їх стабільне положення. Основними технологічними параметрами є такі, котрі забезпечують процес реологічного перетворення концентрації. До таких параметрів, як правило, відноситься витрата продукту притоку та стоку, температура, тиск, іноді рівень, котрі забезпечують оптимальний режим роботи технологічного апарату [32].

У випарних апаратах протікають тепло-масообмінні процеси, які супроводжуються розділенням свіжого розчину на упарену речовину та парову фазу (вторинну пару), які постійно виводяться з апарату. Нехай у деякій області випарного апарату існує неоднорідне розподілення матеріальних речовин (упареного розчину та парової фази). Позначимо неоднорідність розподілу потенціалу перенесення маси у процесі упарювання через $\varphi(\vec{x}, \xi)$, де \vec{r} — вектор направленості руху перенесення маси у процесі упарювання; ξ — час перенесення упареного розчину. Це викликає відхилення від стану рівноваги упарювального розчину і є причиною виникнення потоків перенесення упареного розчину та вторинної пари, а відповідно, до порушення оптимального режиму роботи випарного апарату. У цій області має місце макроскопічний рух упареної речовини та вторинної пари, який характеризується полем швидкостей $v(\vec{x}, \xi)$. Стоком потенціалу перенесення є упарений розчин густиною ρ_c і вторинна пара. В інтегральній формі умовою зберігання потенціалу перенесення маси упареного розчину для деякого об'єму упарювання V буде таке рівняння

$$\int_V \frac{\partial \varphi(\vec{x}, \xi)}{\partial \xi} dV = - \oint_S F_S d\vec{f} + \int_V \gamma_c dV. \quad (6.111)$$

Тепловий режим, як правило, підвищує ефективність масоперенесення речовин. Рівняння перенесення тепла за деякою лінійною координатою описується таким чином

$$\frac{\partial T(\xi, \theta)}{\partial \theta} = a \frac{\partial^2 T(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_T \frac{\partial T(\xi, \theta)}{\partial \xi}, \quad (6.112)$$

а перенесення маси речовини

$$\frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} = D \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \xi}. \quad (6.113)$$

де $T(\xi, \theta)$ — температура потоку теплоперенесення за просторовою координатою ξ і часом θ ;

$a = \lambda / c_p \rho$ — коефіцієнт температуропровідності;

λ — коефіцієнт теплопровідності;

c_p — питома теплоємність;

ρ — густина потоку;

v_T — конвекційна швидкість потоку теплоперенесення;

$m(\xi, \theta)$ — маса речовини потоку масоперенесення за просторовою координатою ξ і часом θ ;

$D = RT(\xi, \theta) / 6\mu r$ — ефективний коефіцієнт дифузії;

V — об'єм речовини

R — універсальна стала;

μ — в'язкість речовини;

r — умовний радіус молекули перенесення;

v_m — конвекційна швидкість потоку масоперенесення.

Якщо маса речовини переноситься шляхом молекулярної термодифузії, то враховуючи, що густина потоку $\rho = m(\xi, \theta) / V$, рівняння (6.112) набуває такої форми

$$m(\xi, \theta) \frac{\partial T(\xi, \theta)}{\partial \theta} = V \left(\frac{\lambda}{c_p} \right) \frac{\partial^2 T(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_T m(\xi, \theta) \frac{\partial T(\xi, \theta)}{\partial \xi}. \quad (6.114)$$

В'язкість рідинного середовища зменшується з підвищенням температури та описується таким рівнянням: $\mu = A \exp(B/T)$, де A і B — деякі сталі, які залежать від фізико-хімічних властивостей речовини. З останнього рівняння видно, що стала A має розмірність в'язкості, а тому можна прийняти, що це є деяка умовна початкова в'язкість μ_0 , яка не залежить від температури. Якщо за точку відліку в'язкості прийняти температуру $T_0 = 293,15 \text{ K}$, то розклавши рівняння для в'язкості в ряд Тейлора навколо точки T_0 , отримуємо: $\Delta\mu / \mu_0 = B(\Delta T / T_0)$ або $\Delta\mu = B(\mu_0 / T_0) \Delta T = k_\mu \Delta T$. Рівняння для коефіцієнта дифузії запишемо таким чином $D = D_0 \pm \Delta D$, де D_0 — коефіцієнт дифузії при температурі T_0 .

Розклавши рівняння для коефіцієнта дифузії $D = RT/6\mu r$ у ряд Тейлора навколо μ_0 і T_0 , отримуємо

$$\frac{\Delta D}{D_0} = \frac{RT_0}{6\mu_0 r} \left(\frac{\Delta T}{T_0} - \frac{\Delta \mu}{\mu_0} \right) = \frac{RT_0}{6\mu_0 r} (1 - B) \frac{\Delta T}{T_0} = K_T \frac{\Delta T}{T_0}, \quad (6.115)$$

де $K_T = (1 - B)(RT_0/6\mu_0 r)$ — стала.

Враховуючи (6.115), рівняння для коефіцієнта дифузії можна записати у такій формі: $D = D_0(1 \pm K_T \delta_T)$, де $\delta_T = \Delta T/T_0$ — відносна зміна температури. З урахуванням цього, рівняння дифузії приймає вигляд

$$\frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} = D_0(1 \pm K_T \delta_T) \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \xi}. \quad (6.116)$$

Рівняння (6.113), запишемо у відносній формі

$$m(\xi, \theta) \frac{\partial \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \theta} = V \left(\frac{\lambda}{c_p} \right) \frac{\partial^2 \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_T m(\xi, \theta) \frac{\partial \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \xi}. \quad (6.117)$$

Так як при масоперенесенні є стік маси, який супроводжується стоком тепла, то рівняння (6.116) і (6.117) запишемо таким чином

$$\frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} = -D_0(1 \pm K_T \delta_T) \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} - v_m \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \xi} - \gamma_{CM}(x, t); \quad (6.118)$$

$$\frac{\partial \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \theta} = -\frac{v}{m(\xi, \theta)} \left(\frac{\lambda}{c_p} \right) \frac{\partial^2 \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} - v_T \frac{\partial \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \xi} - \gamma_{CT}(x, t), \quad (6.119)$$

де $\gamma_{CM}(x, t)$, $\gamma_{CT}(x, t)$ — функції стоку маси речовини та теплової енергії відповідно за просторовою координатою x за час стоку t .

Так як стік маси речовини є інерційний з накопичувальним характером, то його можна описати таким нелінійним диференціальним рівнянням

$$\gamma_{CM}(t) = \frac{d}{dt} \left(\tau_{2m}^2 \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + \tau_{1m} \frac{dm(t)}{dt} + m(t) \right), \quad (6.120)$$

де $\tau_{2m}^2 = \tau_m \tau_T$, $\tau_{1m} = \tau_m + \tau_T$, $\tau_m = S_m/\beta$ — стала часу перенесення маси речовини;

$\tau_T = S_T/a$ — стала часу перенесення теплової енергії;

β — масопровідність;

a — температуропровідність речовини;

S_m, S_T — площа перенесення маси і теплової енергії відповідно.

Стік теплової енергії супроводжується перенесенням маси речовини. Тому його можна описати таким рівнянням

$$\gamma_{cT}(t) = \frac{d}{dt} \left(\tau_{2T}^2 \frac{d^2 \delta_T(t)}{dt^2} + \tau_{1T} \frac{d\delta_T(t)}{dt} + \delta_T(t) \right), \quad (6.121)$$

де $\tau_{1T} = \tau_{1m}; \tau_{2T} = \tau_{2m}$ — сталі часу.

Підставимо рівняння (6.121) у рівняння (6.118) і позначимо

$D'(T) = D_0(1 \pm K_T \delta_T)$. У результаті отримуємо таке нелінійне диференціальне рівняння

$$\begin{aligned} \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} + D_0(1 \pm K_T \delta_T) \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \xi} = \\ = \frac{d}{dt} \left(\tau_{2m}^2 \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + \tau_{1m} \frac{dm(t)}{dt} + m(t) \right). \end{aligned} \quad (6.122)$$

Якщо процес масоперенесення проходить за інтегральною дельта-функцією Дірака, то згідно з методом нульового градієнта рівняння (6.122) розділяється на таку систему диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} + D_0(1 \pm K_T \delta_T) \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \xi} = 0; \quad (6.123)$$

$$\frac{d}{dt} \left(\tau_{2m}^2 \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + \tau_{1m} \frac{dm(t)}{dt} + m(t) \right) = 0. \quad (6.124)$$

Рівність (6.124) є лінійною. Тому інтегруючи її за часом t при нульових початкових умовах, маємо

$$\tau_{2m}^2 \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + \tau_{1m} \frac{dm(t)}{dt} + m(t) = m(\xi, \theta), \quad (6.125)$$

де $m(\xi, \theta)$ — маса аміачної селітри, що описується рівнянням (6.123).

Таким чином, математична модель перенесення маси речовини у випарнику аміачної селітри описуватиметься системою диференціальних рівнянь:

$$\frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \theta} + D_0(1 \pm K_T \delta_T) \frac{\partial^2 m(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, \theta)}{\partial \xi} = 0; \quad (6.126)$$

$$\tau_{2m}^2 \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + \tau_{1m} \frac{dm(t)}{dt} + m(t) = m(\xi, \theta). \quad (6.127)$$

Аналогічно, приймаючи до уваги рівняння (6.119) і (6.121), отримуємо математичну модель у диференціальній формі для перенесення тепла у випарному апараті у виді такої системи рівнянь:

$$\frac{\partial \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \theta} + \frac{v}{m(\xi, \theta)} \left(\frac{\lambda}{c_p} \right) \frac{\partial^2 \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_T \frac{\partial \delta_T(\xi, \theta)}{\partial \xi} = 0; \quad (6.128)$$

$$\tau_{2T}^2 \frac{d^2 \delta_T(t)}{dt^2} + \tau_{1T} \frac{d\delta_T(t)}{dt} + \delta_T(t) = \delta_T(\xi, \theta). \quad (6.129)$$

Диференціальні рівняння (6.126) і (6.128) описують процеси перенесення відповідно маси і тепла у випарному апараті при упарюванні розчину аміачної селітри, що поступає у цей апарат, та зміну температури його розчину. Рівняння (6.127) і (6.129) є другого порядку та описують процес виведення маси і тепла з випарного апарату відповідно. Рівняння (6.127) і (6.129) отримані при умові, що тиск і рівень упарюючого розчину є сталими і не впливають на процес упарювання. Якщо процес упарювання залежить від тиску та рівня розчину аміачної селітри, то враховуючи внутрішні зв'язки між концентрацією упареного розчину Q , температурою упарювання T , тиском вторинної пари P і рівнем L упареного розчину в кубі випарного апарату, процес перенесення маси речовини та її тепла описуватиметься рівнянням четвертого порядку. У таких випадках диференціальні рівняння високого порядку можуть бути ідентифіковані до рівнянь другого порядку методом квадратур. Диференціальні рівняння другого порядку мають відповідне аналітичне рішення, котре залежить від відношення сталих часу τ_{1m}/τ_{2m} (відповідно τ_{1T}/τ_{2T}). Якщо $\tau_{1i}/\tau_{2i} > 2$, то перехідний процес перенесення концентрації чи температури упареного розчину буде аперіодичним S -подібної форми; при $\tau_{1i}/\tau_{2i} < 2$ — коливальним, а при $\tau_{1i}/\tau_{2i} = 2$ — критичним аперіодичним:

- при відношенні $\tau_{1i}/\tau_{2i} > 2$ аналітичне рішення диференціального рівняння другого порядку має вигляд

$$y_i(t) = x_i(\xi, \theta) \left[1 - \frac{p_{2i}}{p_{2i} - p_{1i}} \exp\left(-\frac{p_{1i}}{t}\right) + \frac{p_{1i}}{p_{2i} - p_{1i}} \exp\left(-\frac{p_{2i}}{t}\right) \right], \quad (6.130)$$

де $y_i(t)$ — вихідна величина (маса, концентрація чи температура) випарного апарату;

$x_i(\xi, \theta)$ — вхідна його величина;

$$p_{1i} = -\frac{\tau_{1i}}{2\tau_{2i}^2} \pm \sqrt{\left(\frac{\tau_{1i}}{2\tau_{2i}^2}\right)^2 - \frac{1}{\tau_{2i}^2}} \text{ — корені характеристичного рівняння;}$$

- при відношенні $\tau_{1i}/\tau_{2i} < 2$ аналітичне рішення диференціального рівняння другого порядку має вигляд

$$y_i(t) = x_i(\xi, \theta)[1 - \exp(-\alpha t)(\cos\omega_0 t + (\alpha/\omega_0)\sin\omega_0 t)], \quad (6.131)$$

де $\alpha = \tau_{1i}/2\tau_{2i}^2$ — ступінь загасання перехідного процесу;

$$\omega_0 \sqrt{\frac{1}{\tau_{2i}^2} - \left(\frac{\tau_{1i}}{2\tau_{2i}^2}\right)^2} \text{ — власна частота кутових коливань перехідного}$$

процесу;

- при відношенні $\tau_{1i}/\tau_{2i} = 2$ аналітичне рішення диференціального рівняння другого порядку в залежності від початкових умов має вигляд

-- при початкових умовах: $t = 0 \quad y_i(t) = 0$, а при $t = \infty \quad y_i(\infty) = x(\theta, \xi)$

$$y_i(t) = x_i(\xi, \theta) \left[1 - \left(1 + \frac{t}{\tau_{1i}} \right) \exp\left(-\frac{t}{\tau_{2i}}\right) \right]; \quad (6.132)$$

-- при початкових умовах: $t = 0 \quad y_i(t) = x(\theta, \xi)$, а при $t = \infty \quad y_i(\infty) = 0$

$$y_i(t) = x_i(\xi, \theta) \left[\left(1 + \frac{t}{\tau_{1i}} \right) \exp\left(-\frac{t}{\tau_{2i}}\right) \right]. \quad (6.133)$$

Що стосується аналітичного рішення диференціальних рівнянь (6.126) і (6.128), то тут є відповідні складності, котрі полягають у правильному фізичному представленні технологічного процесу з метою розробки правильних граничних умов та оцінки допустимих припущень. Рівняння (6.126) і (6.128) описують швидкість перенесення речовини чи температури і в загальному випадку вони є подібними. Тому в загальному випадку запишемо їх в такій формі

$$\frac{\partial x_i(\xi, \theta)}{\partial \theta} + \Phi_i \frac{\partial^2 x_i(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + v_i \frac{\partial x_i(\xi, \theta)}{\partial \xi} = 0, \quad (6.134)$$

де Φ_i — коефіцієнт провідності маси чи тепла.

Для масопровідності $\Phi_m = D_0(1 \pm K_T \delta_T)$, а для теплопровідності — $\Phi_i = a = \frac{v}{m(\xi, \theta)} \left(\frac{\lambda}{c_p} \right)$, згідно з рівняннями (6.126) і (6.128). Аналітичне рішення диференціального рівняння (6.134) визначається початковими та граничними умовами, котрі накладаються на процес реологічного перетворення маси і тепла тощо. Найпростішим буде рішення, коли можна припустити, що конвекційною складовою перенесення маси чи тепла можна знехтувати. У цьому випадку рівняння (6.134) спрощується і приймає таку форму

$$\frac{\partial x_i(\xi, \theta)}{\partial \theta} + \Phi_i \frac{\partial^2 x_i(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} = 0. \quad (6.135)$$

При початкових нульових умовах, приймаючи до уваги, що початковий матеріальний потік як нагрівається у випарному апараті, так і концентрується (змінюється в масі), аналітичним рішенням рівняння (6.135) буде:

- при початкових умовах: $\xi = 0$ $x_i(0, \theta) = 0$, а при $\xi = \infty$ $x_i(\infty, \theta) = x_0$

$$x_i(\xi, \theta) = x_0 [1 - \operatorname{erf}(\xi/2\sqrt{\Phi_i \theta})], \quad (6.136)$$

- при початкових умовах: $\xi = 0$ $x_i(0, \theta) = x_0$, а при $\xi = \infty$ $x_i(\infty, \theta) = 0$

$$x_i(\xi, \theta) = x_0 \operatorname{erf}(\xi/2\sqrt{\Phi_i \theta}), \quad (6.137)$$

де x_0 — початкове значення вхідного параметра;

θ — час перебування розчину аміачної селітри у випарному апараті.

Якщо відношення сталих часу процесу виведення речовини з випарного апарату $\tau_{1i}/\tau_{2i} = 2$, то:

- підставивши рівняння (6.136) у (6.132), отримуємо аналітичну модель процесу в такій формі

$$y_i(t) = x_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{\xi}{2\sqrt{\Phi_i \theta}} \right) \right] \left[1 - \left(1 + \frac{t}{\tau_{1i}} \right) \exp \left(-\frac{t}{\tau_{2i}} \right) \right]; \quad (6.138)$$

- підставивши (6.137) у (6.133), маємо

$$y_i(t) = x_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{\xi}{2\sqrt{\Phi_i \theta}} \right) \right] \left(1 + \frac{t}{\tau_{1i}} \right) \exp \left(-\frac{t}{\tau_{2i}} \right); \quad (6.139)$$

- підставивши (6.137) у (6.132), маємо

$$y_i(t) = x_0 \operatorname{erf} \left(\frac{\xi}{2\sqrt{\Phi_i \theta}} \right) \left[1 - \left(1 + \frac{t}{\tau_{1i}} \right) \exp \left(-\frac{t}{\tau_{2i}} \right) \right]; \quad (6.140)$$

- підставивши (6.137) у (6.133), маємо

$$y_i(t) = x_0 \operatorname{erf} \left(\frac{\xi}{2\sqrt{\Phi_i \theta}} \right) \left(1 + \frac{t}{\tau_{1i}} \right) \exp \left(-\frac{t}{\tau_{2i}} \right). \quad (6.141)$$

Таким чином, можуть бути чотири варіанти роботи випарної установки у залежності від початкових граничних умов.

Функція «*erfurt*» приводиться в довідниках з вищої математики у формі степеневого ряду. При розрахунках перехідних процесів, які описуються рівняннями (6.137)–(6.141), з достатньою для практики точністю можна використати таку наближену заміну для функції «*erf*»:

$$\operatorname{erf} \left(\frac{\xi}{2\sqrt{\Phi_i \theta}} \right) \approx \exp \left(-k_e \frac{\xi}{2\sqrt{\Phi_i \theta}} \right) \quad (6.142)$$

де k_e — поправочний коефіцієнт.

Якщо конвекційною складовою знехтувати не можна, то процес перенесення вхідного параметра маси чи тепла описується рівнянням (6.134). Третій член рівняння помножимо та розділимо на просторову координату ξ . Тоді рівняння (6.134) можна записати в такій формі

$$\frac{\partial x_i(\xi, \theta)}{\partial \theta} + \Phi_i \left(\frac{\partial^2 x_i(\xi, \theta)}{\partial \xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{\partial x_i(\xi, \theta)}{\partial \xi} \right) = 0. \quad (6.143)$$

Якщо прийняти, що випарний апарат має циліндричну форму, то у першому наближенні при граничних умовах першого роду: $x_i(\xi, 0) = f(\xi)$, $x_i(L, \theta) = x_0 = \text{const}$, $\frac{\partial x_i(0, \theta)}{\partial \xi} = 0$ і $x_i(0, \theta) = \infty$ математична модель процесу упарювання аміачної селітри з конвекційним рухом речовини має такий вигляд

$$x_i(\xi, \theta) = x_0 \sum_{n=1}^{\infty} A_n J_0 \left(\mu_n \frac{\xi}{L} \right) \exp \left(-\mu_n^2 \frac{\Phi_i \theta}{L^2} \right), \quad (6.144)$$

де $A_n = \frac{2}{\mu_n J_1(\mu_n)}$;

μ_n — корені функції Бесселя;

$J_0 \left(\mu_n \frac{\xi}{L} \right)$; $J_1(\mu_n)$ — функції Бесселя нульового та першого порядку,

L — максимальний просторовий розмір випарного апарату.

Рівняння (6.144) є достатньо складним для практичного використання тому розглянемо деякі методи спрощення рішення диференціального рівняння (6.134).

1. Нехай конвекційна швидкість потоку $v_i = \partial\xi/\partial\theta$. Тоді $\partial\xi = v_i \partial\theta$. Підставивши це рівняння в (6.134), отримуємо

$$\frac{\partial x_i(\xi, \theta)}{\partial\theta} + \frac{\Phi_i}{2} \frac{\partial^2 x_i(\xi, \theta)}{\partial\xi^2} = 0; \quad (6.145)$$

аналітичним рішенням рівняння (6.145) буде

$$x_i(\xi, \theta) = x_0 \left[1 - \operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{2}\xi}{2\sqrt{\Phi_i\theta}} \right) \right]. \quad (6.146)$$

або

$$x_i(\xi, \theta) = x_0 \operatorname{erf} \left(\frac{\sqrt{2}\xi}{2\sqrt{\Phi_i\theta}} \right) \quad (6.147)$$

відповідно до початкових та граничних умов.

2. Так як швидкість матеріального потоку $v_i = \partial\xi/\partial\theta$, то похідна $\partial\theta = \frac{1}{v_i} \partial\xi$. Підставивши це рівняння в (6.134), отримуємо

$$\frac{\Phi_i}{2v_i} \frac{\partial x_i(\xi)}{\partial\xi} + x_i(\xi) = k_x x_0, \quad (6.148)$$

Рішення рівняння (6.148) залежить від початкових умов процесу масоперенесення і може мати такий вигляд:

- при початкових умовах: якщо $\xi = 0$, то $x_i(0) = x_0$; якщо $\xi = \infty$, то $x_i(\infty) = \infty$. Тоді

$$x_i(\xi) = k_x x_0 \exp(-2v_i \xi / \Phi_i); \quad (6.149)$$

- при початкових умовах: якщо $\xi = 0$, то $x_i(0) = 0$; якщо $\xi = \infty$, то $x_i(\infty) = \infty$. Тоді рішенням рівняння буде

$$x_i(\xi) = k_x x_0 [1 - \exp(-2v_i \xi / \Phi_i)]. \quad (6.150)$$

3. Якщо швидкість конвекційної складової руху потоку стала, то зміна часу $\partial\theta = \frac{1}{v_i} \partial\xi$ є пропорційною зміні відстані $\partial\xi$. Тоді друга похідна за

часом перебування $\partial\theta^2 = \frac{1}{v_i^2} \partial\xi^2$. При цих умовах рівняння (6.145) приймає таку форму

$$\frac{\partial x_i(\theta)}{\partial\theta} + \frac{\Phi_i}{2v_i^2} \frac{\partial^2 x_i(\theta)}{\partial\theta^2} = 0. \quad (6.151)$$

Рішенням (6.151) при відповідних нульових початкових умовах буде таке аналітичне рівняння

$$x_i(\theta) = x_0 \exp(-2v_i^2\theta/\Phi_i) \quad (6.152)$$

або

$$x_i(\theta) = x_0 [1 - \exp(-2v_i^2\theta/\Phi_i)]. \quad (6.153)$$

Розглянемо критичний режим роботи випарного апарату, коли технологічні процеси притоку та стоку проходять в один і той же час. Тоді прийнявши, що $\theta \approx t$, рівняння (6.122) приводиться до такої форми

$$\begin{aligned} \frac{\partial m(\xi, t)}{\partial t} + D_E \frac{\partial^2 m(\xi, t)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, t)}{\partial \xi} = \\ = -\frac{d}{dt} \left(\tau_{22}^2 \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + \tau_{21} \frac{dm(t)}{dt} + m(t) \right), \end{aligned} \quad (6.154)$$

де $D_E = D_0(1 \pm K_T \delta_T)$ — еквівалентний коефіцієнт дифузії.

Якщо швидкість вхідного потоку, який поступає у випарний апарат, дорівнює швидкості вихідних потоків, тобто $v_m = \frac{\partial m(\xi, t)}{\partial t} = \frac{dm(t)}{dt}$, то рівняння (6.154) спрощується і приймає таку форму

$$D_E \frac{\partial^2 m(\xi, t)}{\partial \xi^2} + v_m \frac{\partial m(\xi, t)}{\partial \xi} = - \left(\tau_{22}^2 \frac{d^3 m(t)}{dt^3} + \tau_{21} \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + 2 \frac{dm(t)}{dt} \right). \quad (6.155)$$

Так як рівність (6.155) є інтегральною імпульсною дельта-функцією Дірака, то згідно з методом нульового градієнта його можна записати у формі системи диференціальних рівнянь:

$$\frac{D_E}{v_m} \frac{\partial^2 m(\xi, t)}{\partial \xi^2} + \frac{\partial m(\xi, t)}{\partial \xi} = 0; \quad (6.156)$$

$$\tau_{22}^2 \frac{d^3 m(t)}{dt^3} + \tau_{21} \frac{d^2 m(t)}{dt^2} + 2 \frac{dm(t)}{dt} = 0. \quad (6.157)$$

Після інтегрування (6.156) за лінійною координатою ξ , а (6.157) за часом t отримуємо таку систему диференціальних рівнянь:

$$\frac{D_E}{v_m} \frac{\partial m_1(\xi, t)}{\partial \xi} + m_1(\xi, t) = m_0; \quad (6.158)$$

$$\tau_{22}^2 \frac{d^2 m_2(t)}{dt^2} + \tau_{21} \frac{dm_2(t)}{dt} + 2m_2(t) = m_1(\xi, t), \quad (6.159)$$

де m_0 — маса розчину аміачної селітри, що поступає у випарний апарат.

Якщо θ є часом перебування розчину у випарному апараті, а ξ — лінійний розмір цього апарату, то $\partial \theta = \frac{1}{v_m} \partial \xi$. З останнього рівняння знаходимо: $\partial \xi = v_m \partial \theta$. Після підстановки цього рівняння в (6.158) приходимо до такої системи диференціальних рівнянь:

$$\tau_{m1} \frac{\partial m_1(\xi, t)}{\partial t} + m_1(\xi, t) = m_0 \quad (6.160)$$

$$\tau_{22}^2 \frac{d^2 m_2(t)}{dt^2} + \tau_{21} \frac{dm_2(t)}{dt} + m_2(t) = m_1(\xi, t) \quad (6.161)$$

де $\tau_{m1} = \frac{D_0(1 \pm K_T \delta_T)}{v_m^2}$ — стала часу вхідного потоку;

τ_{21}, τ_{22} — сталі часу вихідного потоку.

При нульових початкових умовах рішенням рівняння (6.160) буде:

$$m_1(\xi, t) = m_0 \exp(-t/\tau_{m1}), \quad (6.162)$$

а рішенням рівняння (6.161) для критичного режиму, коли $\tau_{1M}/\tau_{2M} = 2$, буде таким:

$$m_2(t) = m_1(\xi, t) \left(1 + \frac{t}{\tau_{21}}\right) \exp\left(-\frac{t}{\tau_{22}}\right) \quad (6.163)$$

Підставивши рівняння (6.162) у (6.163), після відповідних перетворень отримуємо

$$m_2(t) = m_0 \left(1 + \frac{t}{\tau_{m1}}\right) \exp\left[-\frac{t}{\tau_{22}} \left(1 - \frac{\tau_{22}}{\tau_{m1}}\right)\right]. \quad (6.164)$$

З рівняння (6.164) видно, що маса упареного розчину є функцією відношення сталих часу процесу уведення розчину аміачної селітри у випарний апарат і процесу виведення упареного розчину з апарату.

6.5. Математичні моделі перехідних характеристик випарного апарату аміачної селітри

Тривалі спостереження за роботою таких основних технологічних апаратів, як нейтралізаторів НАК ГПА і випарних апаратів показують, що тренди рівнів, температур і масових концентрацій плаву аміачної селітри мають вигляд імпульсно-коливальних змін в часі. Більш глибокі дослідження таких трендів показують, що вони є коливальними і складаються, як правило, з трьох і більше практично синусоїдальних коливань з різними частотами та амплітудами, котрі накладаються поміж собою, створюючи коливально-імпульсну форму тренду. Так як рівень рідини забезпечує загальний матеріальний баланс в технологічному апараті, температура характеризує процес перенесення теплової енергії, а масова концентрація є основним показником, за котрим оцінюється якість перетворення речовин, то їх підтримування на заданому значенні є основною задачею управління. На рис. 6.9 показаний поточний тренд зміни відносної концентрації аміачної селітри на виході випарного апарату з падаючою плівкою (синя імпульсно-коливальна крива 1).

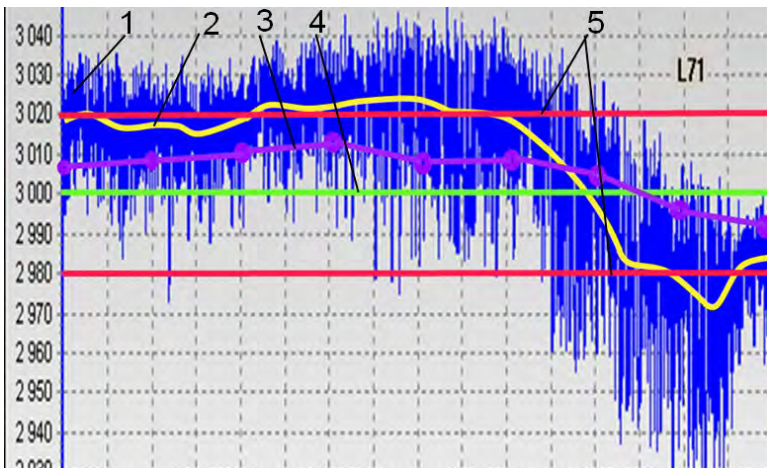


Рис. 6.9. Тренд вимірювального параметра

Згідно з технологічним регламентом відносна концентрація упареного плаву аміачної селітри перед подачею його на гранулювання повинна бути від 98,5% до 99,5%. Таким чином, середнє (нормоване) значення плаву аміачної селітри дорівнює 99% (**зелена** лінія 4 на тренді). Нижня **червона** лінія відповідає концентрації аміачної селітри 98,5%, а верхня відповідно 99,5% (прямі 5). Якщо середнє значення концентрації визначається за середнім арифметичним алгоритмом (крива 2 **жовтого** кольору), то з рис. 6.9 видно, що у деякі проміжки часу, коли жовта лінія перетинає верхню та нижню **червоні** лінії. Це говорить про те, що плав аміачної селітри не відповідає нормативним вимогам. З іншої сторони, якщо концентрацію аміачної селітри визначати достатньо точним аналітичним (лабораторним) методом, то її зміна не виходить за дозволені межі (**фіолетова** лінія регресії 3 між контрольними точками). Звідси випливає, що автоматичний аналіз, виконаний за трендом, може бути недостатньо точним з двох причин. По-перше, первинний вимірювальний прилад концентрації аміачної селітри є не достатньо точним, а по-друге, алгоритм визначення усередненого значення концентрації за трендом є недосконалим. Викликає сумнів значне відхилення показань лабораторного аналізу (**фіолетова** крива) від нормованого значення (**зелена** лінія). З рисунка видно, що має місце деяка систематична похибка, яка складає приблизно 0,25% від дозволеного відхилення. У цьому випадку виникає друга проблема, яка полягає в тому, щоби визначити причини цього відхилення. Якщо прийняти, що коливально-імпульсний характер тренду є результатом тільки випадкових впливових факторів, то усереднене (відфільтроване) значення вимірювального параметра повинно бути максимально наближеним до експериментальної лінії регресії. Так як розходження між кривими 2 і 3 є значними, то можна стверджувати, що має місце систематична похибка вимірювання. Про наявність як систематичної, так і випадкової похибки вимірювання технологічних параметрів в умовах виробництва стверджували у своїх працях українські вчені (Є. Володарський, Л. Кошєвая та ін.). Але достатньо глибоких теоретичних досліджень щодо методів виникнення цієї похибки та обробки результатів вимірювання коливально-імпульсних вимірювальних параметрів у науковій літературі практично немає.

В останній час для оцінки якості продукції технологічного процесу, як правило, використовують статистичні методи аналізу точності та стабільності метрологічних характеристик. Найбільш широке розповсюдження отримали карти Шухарта і критерій Хоттелінга [34, 35]. В основі цих методів лежить відхилення одного або декількох параметрів продукту технологічного процесу як за амплітудою, так і за частотою їх зміщення від деякого регламентованого значення, котре приймається за

нормоване. Приймається, що кожне таке зміщення є результатом зміни матеріальних та енергетичних потоків від їх нормованих значень. Вказується, що карти Шухарта з достатньою для практики точністю можуть використовуватися для контролю однопараметричних технологічних процесів, у той час як критерій Хоттелінга — для багатопараметричних процесів і дозволяють визначити хід цього процесу як поетапно, так і в цілому. У багатьох випадках промислової практики контроль показників якості продукції є складною задачею і часто вимагає достатньо великого часу обробки поточної інформації, наприклад, за картами Шухарта чи критерієм Хоттелінга. Звичайно основні показники якості продукції технологічного процесу підлягають як автоматичному так і ручному лабораторному контролю. Так як робота всіх систем автоматичного контролю (САК) направлена на забезпечення оптимальних значень основних показників якості продукції, то відхилення різних внутрішніх і зовнішніх впливових факторів від їх нормованих значень, у більшості випадків, приводить до того, що поточне значення кожного показника якості продукції технологічного процесу змінюється в часі. Як відомо [36, 37], всі САК працюють за принципом періодичної зміни вхідного параметра $x(t)$ при відхиленні вихідного параметра $y(t)$ від нормованого (заданого) значення y_0 . Якщо $y(t) > y_0$, то в САК формується сигнал, при котрому вхідний параметр зменшується, а при $y(t) < y_0$ — збільшується. Аналогічний принцип роботи мають автоматичні прилади контролю технологічних параметрів (автоматичні потенціометри, мости, міліамперметри тощо), до складу яких входять як інтегруючі елементи, так і аперіодичні ланки першого або другого порядку. Такі прилади при відповідних коефіцієнтах передачі та сталих часу можуть переходити в коливальний режим роботи. Якщо коливання вихідного параметра $y(t)$ мають однакову амплітуду, то можна припустити, що технологічний процес проходить за виродженим законом, а подача вхідного параметра виконується за інтегральним (накопичувальним) законом. Тоді, у загальному випадку, технологічний процес можна вважати таким, що складається з двох типових динамічних ланок: інтегруючої ланки, яка описує динамічний процес притоку вхідного параметра $x(t)$ в технологічний апарат, і консервативної динамічної ланки, яка описує процес перетворення вхідного параметра в цьому об'єкті контролю.

Практично всі технологічні процеси протікають за такою схемою: на першому етапі проходить накопичення речовини в технологічному апараті (інтегруюча динамічна ланка), а на другому — перетворення цієї речовини у новий продукт (консервативна динамічна ланка). Відповідно до цього, такі технологічні процеси можна описати диференціальним рівнянням [40]

$$\tau_2^2 \frac{d^3 y(t)}{dt^3} + \frac{dy(t)}{dt} = k \partial v(x, \theta), \quad (6.165)$$

де τ_2 — стала часу реологічного перетворення;

k — коефіцієнт перетворення;

$v(x, \theta)$ — функція швидкості реологічного перетворення (маси, тепла, кількості руху) від часу перебування θ в об'єкті контролю.

Так як похідна $\partial v(x, \theta) = \frac{\partial x(z, \theta)}{\partial \theta}$, де $dx(z, \theta)$ — похідна вхідного параметра, який змінюється за напрямком реологічного перетворення z та часом θ , то рівняння (6.165) набуває такої форми

$$\frac{d}{dt} \left(\tau_2^2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + y(t) \right) = k \frac{\partial x(z, \theta)}{\partial \theta}. \quad (6.166)$$

Передавальна функція такого об'єкта контролю має вигляд

$$W(s_1, s_2) = \frac{Y(s_1)}{X(s_2)} = \frac{kf(z, \theta)}{\theta s_2 (\tau_2^2 s_1^2 + 1)}, \quad (6.167)$$

де $f(z, \theta)$ — деяка функція, яка залежить від змінних параметрів;

s_1 і s_2 — оператори Лапласа.

Приймаючи до уваги, що $s_1 = j\omega_1$, $s_2 = j\omega_2$ де ω_1, ω_2 — кутові частоти відповідно для вхідного та вихідного параметра, отримуємо

$$W(j\omega_1, j\omega_2) = \frac{kf(z, \theta)}{j\omega_2 \theta (1 - \omega_1^2 \tau_2^2)}. \quad (6.168)$$

Амплітудно-частотна характеристика такого об'єкта контролю має вигляд

$$A_k(\omega_1, \omega_2) = \frac{kf(z, \theta)}{\omega_2 \theta (1 - \omega_1^2 \tau_2^2)}. \quad (6.169)$$

З рівняння (6.169) видно, що амплітуда коливань залежить від кутових частот ω_1 і ω_2 , а також сталі часу технологічного процесу τ_2 і часу перебування θ . Окрім того, максимальне її значення залежить від характеру функції $f(z, \theta)$. Стала часу τ_2 характеризує час, на протязі котрого вхідний параметр повністю перетворюється до заданого значення, котре є нормованим вихідним параметром y_{co} з деякою абсолютною похибкою $\pm \Delta y_0$. Тобто виготовлений продукт приймається за якісний, якщо вихідний параметр $y_0 = y_{co} \pm \Delta y_c$, де Δy_c — нормоване значення

абсолютної похибки вимірювання. Для технологічних процесів характерним є час перебування θ речовини в технологічному апараті з деякою допустимою точністю. Фактично це є час, за який показник якості входить у зону нормованого значення. Час перебування речовини в технологічному апараті визначається за формулою

$$\theta = V_a / F_n, \quad (6.170)$$

де V_a — активний об'єм технологічного апарату;

F_n — об'ємна витрата вихідного продукту.

З іншої сторони час перебування можна знайти за такою формулою

$$\theta = \tau_2 \left(\frac{y_{co}}{\Delta y_c} \right). \quad (6.171)$$

Порівнюючи рівняння (6.170) і (6.171), отримуємо

$$\tau_2 = \frac{V_a}{F_n} \left(\frac{\Delta y_{co}}{y_{co}} \right) = \frac{\delta_{co} V_a}{F_n}, \quad (6.172)$$

де $\delta_{co} = \frac{\Delta y_{co}}{y_{co}}$ — допустима відносна похибка вимірювання.

Поточне значення амплітуди коливань вихідного параметра є відомим, так як воно записується на тренді (або діаграмі вторинного приладу). Так як зміна амплітуди вихідного сигналу $\Delta A_k = k_a \Delta y_c$, де k_a — коефіцієнт перетворення, то рівняння (6.172) можна записати в такому вигляді

$$\tau_2 = \frac{V_a \Delta A_k}{F_n A_k}. \quad (6.173)$$

Перехідний процес консервативної динамічної ланки, яким є об'єкт контролю, описується таким аналітичним рівнянням

$$y(t) = A_k \cos(\omega t). \quad (6.174)$$

де A_k — амплітуда коливань; ω — кутова частота t — час перехідного процесу.

Підставивши рівняння (6.169) у (6.174), отримуємо

$$y_k(t) = \frac{k_f(z, \theta)}{\omega_2 \theta (1 - \omega_1^2 \tau_2^2)} \cos(\omega t). \quad (6.175)$$

З рівняння (6.175) видно, що вимірювальні параметри змінюватимуться в часі за складним законом, який складається деяких кутових частот ω , ω_1 , ω_2 , а також часу перебування θ , сталої часу об'єкта контролю та деякої функції $f(z, \theta)$, яка характеризує амплітуду коливань. Обґрунтування щодо наявності технологічних об'єктів контролю (ТОК) з характеристиками консервативної динамічної ланки впливає з теорії незворотних реологічних перетворень згідно з котрим нелінійне диференціальне рівняння є ядром інтегральної імпульсної дельта-функції Дірака. Такий процес реологічного перетворення у загальному вигляді описується таким нелінійним диференціальним рівнянням

$$-\frac{\partial M(\theta, z)}{\partial \theta} + A \frac{\partial^2 M(\theta, z)}{\partial z^2} + w \frac{\partial M(\theta, z)}{\partial z} = \tau_n^n \frac{d^{n+1} Q(t)}{dt^{n+1}} + \tau_{n-1}^{n-1} \frac{d^n Q(t)}{dt^n} + \dots + \tau_2^2 \frac{d^3 Q(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} + \frac{dQ(t)}{dt}, \quad (6.176)$$

де $M(\theta, z)$ — вхідна величина (маса, температура), яка змінюється в часі θ у лінійному напрямку z ;

A — параметр, що характеризує процес перенесення (для перенесення маси — коефіцієнт дифузії D ; температури — температуропровідність a ; кількості руху — кінематична в'язкість ν);

w — лінійна швидкість руху вхідного потоку (конвекційна складова);

τ_1, \dots, τ_n — сталі часу стоку перетвореної вхідної величини за час t .

Якщо конвекційна складова процесу перенесення вхідної величини є незначною, а швидкість стоку описується лінійним диференціальним рівнянням другого порядку, то рівняння (6.176) приймає таку форму

$$-\frac{\partial M(\theta, z)}{\partial \theta} + A \frac{\partial^2 M(\theta, z)}{\partial z^2} = k_m \left(\tau_2^2 \frac{d^3 Q(t)}{dt^3} + \tau_1 \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} + \frac{dQ(t)}{dt} \right). \quad (6.177)$$

Рівняння (6.177) переписемо в такому вигляді

$$k_m \tau_2^2 \frac{d^3 Q(t)}{dt^3} + \left(k_m \tau_1 \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} - A \frac{\partial^2 M(\theta, z)}{\partial z^2} \right) + \left(k_m \frac{dQ(t)}{dt} + \frac{\partial M(\theta, z)}{\partial \theta} \right) = 0 \quad (6.178)$$

Так як лінійна координата руху потоку вхідної величини $\partial z = FSd\theta$, де F — об'ємна витрата вхідного параметра; S — поперечний перетин потоку, то, прийнявши, що $\partial \theta \cong dt$, з (6.178) маємо

$$k_m \tau_1^2 \frac{d^3 Q(t)}{dt^3} + \left(k_m \tau_2 \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} - \frac{A}{FS} \frac{\partial^2 M(t,z)}{\partial t^2} \right) + \left(k_m \frac{dQ(t)}{dt} + \frac{\partial M(t,z)}{\partial t} \right) = 0. \quad (6.179)$$

У стані рівноваги кількість вхідного параметра є пропорційною кількості вихідного параметра, тобто $M(\theta, z) = k_m Q(t)$. При відповідних умовах, коли $\theta = A/FS$, складова у рівнянні (6.179)

$$k_m \tau_2 \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} - \frac{A}{FS} \frac{\partial^2 M(t,z)}{\partial t^2} = 0, \quad (6.180)$$

а $k_m \frac{dQ(t)}{dt} + \frac{\partial M(\theta t, z)}{\partial t} = 2k_m \frac{dQ(t)}{dt}$. Тоді (6.179) приводиться до виродженого рівняння такого вигляду

$$\frac{k_m \tau_1^2}{2} \frac{d^3 Q(t)}{dt^3} + \frac{dQ(t)}{dt} = 0. \quad (6.181)$$

При граничних умовах, (якщо $t = 0$ то $Q(0) = 0$, а при $t = \infty$ $Q(0) = k_p w_p$ де k_p – коефіцієнт перетворення; w_p – швидкість реологічного перетворення) після інтегрування рівняння (6.181) за часом t маємо

$$\tau_Q^2 \frac{d^2 Q(t)}{dt^2} + Q(t) = k_p w_p, \quad (6.182)$$

де $\tau_Q = k_m \tau_1^2 / 2$ — стала часу

Порівнюючи рівняння (6.165) і (6.182), бачимо, що вони ідентичні. Якщо права частина рівняння (18) $k_p w_p = const$, то його аналітичним рішенням буде

$$Q(t) = A_k \cos(\omega t), \quad (6.183)$$

де $\omega = 1/\tau_Q$ — кутова частота коливань вимірювального параметра.

Тривалі спостереження за роботою коливально-імпульсних об'єктів контролю та аналіз трендів контролю показав, що, в основному, тренди з коливально-імпульсною формою вимірювального параметра, як правило, спостерігаються в об'єктах з швидкоплинними технологічними процесами, у яких вхідні та вихідні параметри стабілізуються САР. Можна стверджувати, що причиною появи коливань є контури регулювання технологічними параметрами з регулятори ПІ і ПІД законами та високим коефіцієнтом передачі, малим часом інтегрування та великим часом диференціювання. Пропорційна та диференціальна складові закону регулювання регуляторів створюють імпульсну складову тренду

вимірювального параметра, у той час як інтегральна складова регулятора разом з інерційністю матеріального чи теплового потоку, який протікає по трубопроводу з відповідною швидкістю, є основною причиною появи коливальних рухів. Фізична модель технологічного об'єкту контролю з коливально-імпульсним характером тренду показана на рис. 6.10. Об'єкт складається з трьох умовно окремих часткових об'єктів: $OK1$, $OK2$ і $OK3$. Частковий об'єкт контролю $OK1$ і $OK3$ є одноконтурними САР витрати притоку F_1 і стоку F_k . Частковий об'єкт $OK1$ має первинний вимірювальний перетворювач витрати $FE1$, дистанційний перетворювач $FT2$, регулятор витрати $FC3$ і виконавчий механізм $BM4$ з регулюючим органом $PO5$. Регулятор $FC3$ разом з виконавчим механізмом $BM4$ і регулюючим органом $PO15$ є джерелом коливально-імпульсного руху витрати потоку F_1 .

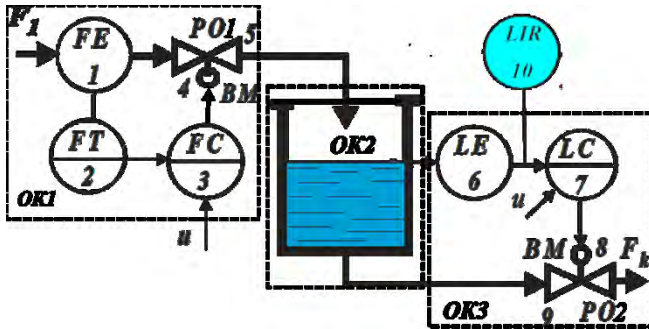


Рис. 6.10. Фізична модель простого технологічного об'єкту контролю з коливально-імпульсним трендом

Амплітуда коливань залежить від коефіцієнтів передачі регулятора, виконавчого механізму та регулюючого органу, а частота — від часу інтегрування регулятора та сталої часу виконавчого механізму. Частковий об'єкт $OK3$ складається з рівнеміра LE 6, регулятора рівня LC 7, виконавчого механізму BM 8 і регулюючого органу $PO2$ 9. Джерелом коливально-імпульсного тренду за рівнем є регулятор LC 7 разом з виконавчим механізмом BM 8 і регулюючим органом $PO2$. Так як технічні засоби об'єкта $OK1$ можуть відрізнитися від $OK3$, то амплітуда коливань $A1 \neq A3$, а частота коливань $\omega_1 \neq \omega_3$. Третім частковим об'єктом $OK2$ є технологічний об'єкт управління, наприклад, випарний апарат, основним вихідним параметром котрого є концентрація плаву аміачної селітри. Контроль концентрації аміачної селітри в цьому об'єкті здійснюється КСА з монітором реального часу QIR 10, на який виводиться тренд вимірювального параметра. У частковому об'єкті $OK2$ за рахунок уведення

в нього та виведення з нього рідини концентрація аміачної селітри змінюватиметься за відповідним коливальним режимом з частотою, яка буде залежною як від частоти коливань як від об'єкту *OK1*, так і від *OK3*. Амплітуда коливань визначається сукупною дією коефіцієнта передачі як *OK1*, так і *OK2*.

Усі регулятори формально є імпульсними елементами, принцип роботи яких описується імпульсною дельта-функцією Дірака з ядром у вигляді закону регулювання. Суть його полягає в тому, що при рівності задання *u* та вихідного сигналу *y(t)* об'єкта регулювання регулятор не працює і вихідний його сигнал є рівним нулю. При *y(t) < u* або *y(t) > u* на виході регулятора появляється сигнал, який діє на виконавчий механізм *ВМ*, що приводить до деякого закриття або відкриття регулюючого органу *РО* як показано на рис. 6.11, де показано: прямокутні імпульси — інтегральні імпульсні дельта-функції Дірака амплітудою *A_k* і тривалістю *t_i*; пунктирна коливальна лінія — реакція ТОК на дію прямокутних імпульсів (імпульсів Дірака); *t_r* — час затримки між імпульсами Дірака; *T_k* — період коливань.

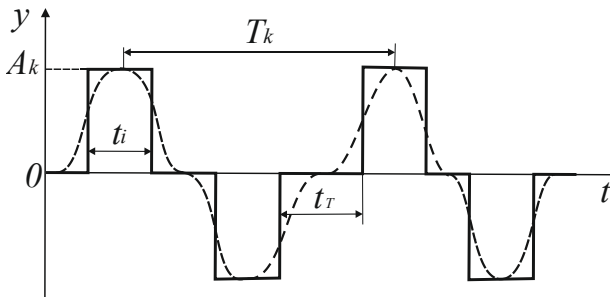


Рис. 6.11. Графік роботи регулятора системи автоматичного регулювання

Так як імпульсний характер роботи є притаманним для всіх САР, то у першому наближенні можна прийняти, що реакцією на імпульси є синусоїдальний характер вихідного сигналу вимірювального параметра, що записується на тренді технологічного процесу. Частковий об'єкт *OK3* працює аналогічно об'єкту *OK1* тільки його тренд має свою амплітуду та кутову частоту.

Якщо якість готової продукції оцінюється за трендом, то на його характер впливає як об'ємна витрата продукту *F_l*, так і продукту *F_k*. Тому рівень у випарному апараті теж змінюватиметься в часі за коливальним законом з відповідною амплітудою і кутовою частотою.

Якщо знехтувати інтегральною складовою руху матеріальних потоків, то амплітудно-частотну характеристику коливально-імпульсного технологічного об'єкта у першому наближенні можна описати таким рівнянням

$$A_k(\omega_o) = k_o \frac{w_p \theta}{(1 - \omega_o^2 \tau_o^2)}, \quad (6.184)$$

де $A_k(\omega_o)$ — амплітуда коливань об'єкта при зміні кутової частоти ω_o ;
 k_o — коефіцієнт передачі об'єкта;
 w_p — лінійна швидкість потоку в об'єкті;
 θ — час перебування речовини в об'єкті;
 τ_o — стала часу об'єкта.

Підставивши (6.184) у рівняння (6.183), отримуємо математичну модель тренду вимірювального параметра в такому вигляді

$$y(t) = k_p \frac{w_p \theta}{(1 - \omega_o^2 \tau_o^2)} \cos(\omega_o t). \quad (6.185)$$

Лінійна швидкість w_p у рівнянні (6.185) визначається об'ємною витратою масового чи теплового потоку. Так як $w_p = F/S = z/\theta$, де F — об'ємна витрата потоку; S — його поперечний перетин; z — просторова координата за напрямком руху потоку. Таким чином, з врахуванням сказаного, при умові, що час перебування θ дорівнює сталій часу об'єкта τ_o руху потоку, рівняння (22) приводиться до такого загального вигляду

$$y(t) = k_p \frac{F}{s(1 - \omega_o^2 \tau_o^2)} \cos(\omega_o t). \quad (6.186)$$

Приймаючи до уваги, що кожний частковий об'єкт контролю є консервативною динамічною ланкою, маємо:
 для часткового об'єкту *OK1*

$$y_1(t) = k_{1p} \frac{F_1}{s_1(1 - \omega_1^2 \tau_1^2)} \cos(\omega_1 t) \quad (6.187)$$

для часткового об'єкту *OK2*

$$y_2(t) = k_{2p} \frac{F_2}{s_2(1 - \omega_2^2 \tau_2^2)} \cos(\omega_2 t); \quad (6.188)$$

для часткового об'єкту *OK3*

$$y_3(t) = k_{3p} \frac{F_3}{s_3(1-\omega_3^2\tau_3^2)} \cos(\omega_3 t), \quad (6.189)$$

де $y_1(t)$, $y_2(t)$ і $y_3(t)$ — вимірювальний параметр часткових об'єктів *OK1*, *OK2* і *OK3* відповідно;

k_{1p} , k_{2p} і k_{3p} — відповідно коефіцієнти передачі;

F_1 , F_2 і F_3 — об'ємні витрати рідини через *PO1*, *PO2* і *OK2* відповідно;

S_1 , S_2 і S_3 — поперечні перетини *PO1*, напірного баку та *PO2* відповідно;

ω_1 , ω_2 , ω_3 і τ_1 , τ_2 , τ_3 — відповідно кутові частоти та сталі часу *OK1*, *OK2* і *OK3*.

Якщо коефіцієнти передачі вимірювальних засобів є сталими з еквівалентним коефіцієнтом передачі k_0 , то вихідний сигнал, що реєструється на моніторі реального часу *QIR 10* у вигляді тренду, можна у першому наближенні надати у вигляді середнього арифметичного за формулою

$$y(t) = \left(\frac{1}{3}\right) k_0 \left[k_{1p} \frac{F_1}{s_1(1-\omega_1^2\tau_1^2)} \cos(\omega_1 t) + k_{2p} \frac{F_2}{s_2(1-\omega_2^2\tau_2^2)} \cos(\omega_2 t) + k_{3p} \frac{F_3}{s_3(1-\omega_3^2\tau_3^2)} \cos(\omega_3 t) \right]. \quad (6.190)$$

Змінними параметрами, котрі впливають на характер тренду вимірювального параметра, будуть: об'ємні витрати речовини F_1 , F_2 і F_3 ; кутові частоти коливань ω_1 , ω_2 і ω_3 ; сталі часу τ_1 , τ_2 і τ_3 часткових об'єктів *OK1*, *OK2* і *OK3* відповідно. На рис. 6.12, *a*, *б*, *в* приведені тренди для часткових об'єктів.

Усереднений тренд вимірювального параметра при одночасній дії трьох часткових об'єктів контролю і розрахований за рівнянням (6.190) показаний на рис. 6.13.

Порівнюючи форму експериментально отриманого тренду (рис. 6.9) і форму, отриману розрахунковим методом (рис. 6.13), можна відмітити їх подібність. Відмінність форм трендів пояснюється тим, що на форму реального тренду чинять вплив зовнішні впливові параметри, котрі змінюються за відповідними законами.

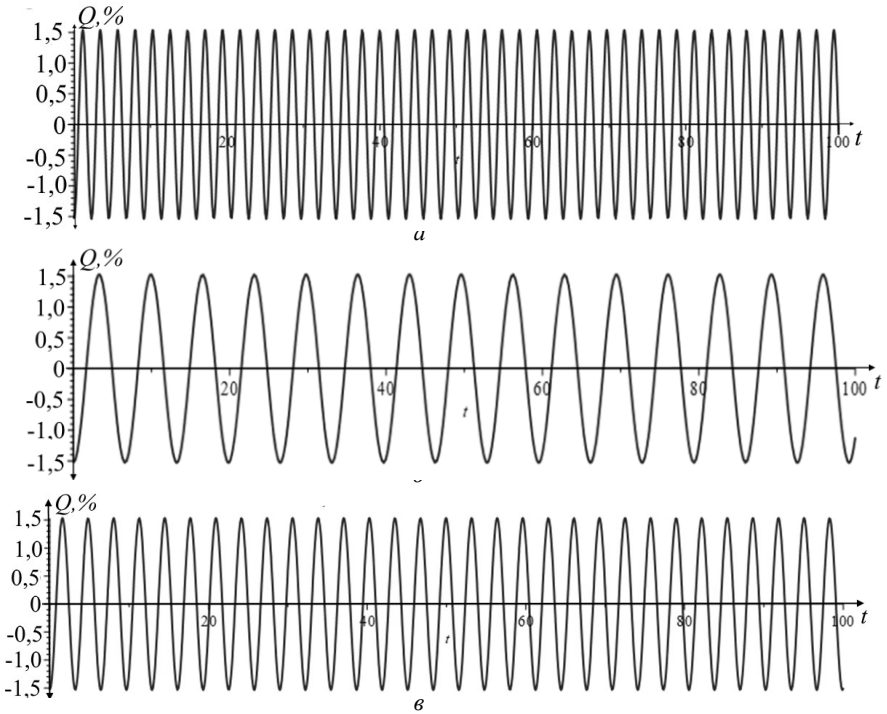


Рис. 6.12. Тренди часткових об'єктів контролю:
a — для першого часткового об'єкту ОК1;
б — для другого часткового об'єкту ОК2;
в — для третього часткового об'єкту ОК3

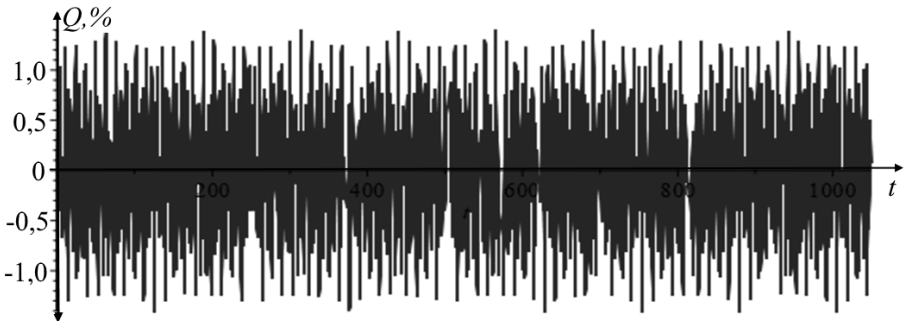


Рис. 6.13. Усереднений тренд вимірювального параметра при одночасній дії трьох часткових об'єктів контролю

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Поркуян О. В.* Проблемы и задачи оптимального управления процессом нейтрализации в производстве аммиачной селитры в условиях неопределенности / О. В. Поркуян, О. І. Проказа // Науковий журнал «Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля». — 2009.— № 12(132). — Ч. 2. — С. 38-45.
2. *Поркуян О. В.* Реологічні моделі технологічного контролю параметрів з внутрішніми зв'язками у виробництві аміачної селітри / О. В. Поркуян, Й. І. Стенцель, О. І. Проказа // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: «Електроенергетика та перетворювальна техніка». — 2010. — № 12. — С. 21–28.
3. *Поркуян О. В.* Дослідження математичної моделі апарату нейтралізації у виробництві аміачної селітри / О. В. Поркуян, Й. І. Стенцель, О. І. Проказа // Східно-Європейський журнал передових технологій. — 2010. — № 5/6 (47). — С. 19–21.
4. *Стенцель Й. І.* Дослідження вимірювального контролю технологічних параметрів при реологічних перетвореннях хімічних процесів / Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян, О. І. Проказа // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: «Електроенергетика та перетворювальна техніка». — 2011. — № 19. — С. 31–36.
5. *Стенцель Й. І.* Основи теорії багатопараметричних об'єктів керування з реологічними переходами / Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян, О. І. Проказа // Науковий журнал «Технологічні комплекси». — 2010. — № 2. — С. 46–51.
6. Патент на корисну модель № 62220, МПК F02C9/26. Спосіб керування багатопараметричними технологічними об'єктами / Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян, О. І. Проказа; заявник та патентовласник Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля (м. Северодонецьк). — № а 2010 13764; заявл. 19.11.2010; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16.
7. *Стенцель Й. І., Поркуян О. В.* Комп'ютерно-інтегровані системи контролю та управління виробництвами азотного комплексу, Ч. 1, Ч. 2 : Підручник. [Текст] / Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян. — Луганськ: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2014. — 377 с.
8. Патент на корисну модель № 72253, МПК C01C1/18. Спосіб одержання аміачної селітри / Й. І. Стенцель, О. І. Проказа, О. В. Поркуян, К. А. Літвінов, О. В. Кузнецова; заявник та патентовласник Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля (м. Северодонецьк). — № u 2012 01516; заявл. 13.02.2012; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 15.
9. Патент на корисну модель № 73954, МПК F02C9/16. Спосіб управління процесом нейтралізації кислоти у виробництві аміачної селітри / Й. І. Стенцель,

- О. І. Проказа, О. В. Поркуян, К. А. Літвінов; заявник та патентовласник Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля (м. Северодонецьк). — № у 2012 04391; заявл. 09.04.2012; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19.
10. *Stentsel I.* Researches of the system of rheological transitions control in the production of ammonium nitrate on the basis of rheological transitions principles / I. Stentsel, O. Porkuyan, E. Prokaza // An International journal on motorization, vechicle, operation, energy efficiency and mechanical engineering “ТЕКА Commission of motorization and Energetics in Agriculture”. — 2012. — Vol. 12, № 4. — P. 274–278.
 11. *Обновленский П. А.* Основы автоматика и автоматизации химических производств / П. А. Обновленский, П. А. Коротков, А. Л. Гуревич, Б. В. Ильин. — М.-Л.: Химия, 1965. — 608 с.
 12. Справочник азотчика / Под общ. ред. Е. Я. Мельникова. — М.: Химия, 1987. — 464 с.
 13. Производство аммиачной селитры. Технологический регламент. — М.: Химия, 1974. — 276 с.
 14. *Иванов М. Е.* Производство аммиачной селитры в агрегатах большой единичной мощности / М. Е. Иванов, В. М. Олевский, Н. Н. Поляков и др. — М.: Химия, 1990. — 228 с.
 15. *Миниович М. А.* Производство аммиачной селитры / М. А. Миниович. — М.: Химия, 1974. — 239 с.
 16. Постоянный технологический регламент № 37 производства аммиачной селитры. Утвержден председателем ЗАО «Северодонецкое объединение Азот». — 2005. — 314 с.
 17. Пат. 2086506 Российская Федерация, С01С1/18, С01В21/48. Способ получения аммиачной селитры под давлением / Рябчиков А. А., Перепадя Н. П., Зарубин В. М., Губа Н. Б.; заявитель и патентообладатель Малое коллективное предприятие "Стикис". — № 95111911/25; заявл. 11.07.1995; опубл. 10.08.1997.
 18. Пат. 82572 Україна, С01С1/18, С05С1/00. Спосіб одержання аміачної селітри / Янковський М. А., Степанов В. А., Репухов Ю. В.; заявник та патентовласник Відкрите акціонерне товариство «Концерн Стирол». — № а 2006 05925; заявл. 29.05.2006; опубл. 25.04.2008, Бюл. № 8.
 19. Інструкція персоналу по обслуговуванню технічних засобів АСКТП виробництва аміачної селітри. — Северодонецьк, 2007. — 115 с.
 20. *Адылов Ф.Т.* Система управления технологическим процессом производства слабой азотной кислоты и аммиачной селитры в агрегатах АК-72М и АС-72М на ферганском ПО «Азот» / Ф. Т. Адылов, Н. Н. Турапина, В. В. Перекрестов, Н. Р. Юсупбеков // Промышленные контроллеры АСУ. — 2004. — № 4. — С. 1–6.
 21. Пат. 43404 Україна, С01N27/48. Спосіб автоматичного управління процесом нейтралізації кислоти у виробництві аміачної селітри в апараті використання тепла нейтралізації / Анохін А. О., Белік С. В., Довгалов Л. Ю., Циглевський П. М., Чистоклетов М. В.; заявник та патентовласник Державний науково-дослідний і проектний інститут хімічних технологій. — № 97115422; заявл. 12.11.1997; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11.

22. *Стенцель Й. І.* Математичні моделі апарату нейтралізації за витратою аміачної селітри / Й. І. Стенцель, О. І. Проказа, О. В. Поркуян // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: Електроенергетика та перетворювальна техніка. — 2012. — № 41. — С. 24–33.
23. *Стенцель Й. І.* Математичні моделі управління апаратом нейтралізації кислоти за температурою реакції у виробництві аміачної селітри / Й. І. Стенцель, О. І. Проказа, О. В. Поркуян // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: Науковий журнал. — 2012. — № 15(186). — Ч. 2. — С. 114–122.
24. *Проказа О. І.* Автоматизоване керування процесом нейтралізації у виробництві аміачної селітри за принципами реологічних переходів : 05.13.07 — Автоматизація процесів керування. — Северодонецьк, 2013. — 163 с.
25. *Проказа О. І.* Теоретичні основи управління апаратом нейтралізації азотної кислоти за температурною депресією у виробництві аміачної селітри / О. І. Проказа // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: Науковий журнал. — 2013. — № 15(194). — Ч. 1. — С. 222–228.
26. *Таганов И. Н.* Моделирование процессов массо- и энергопереноса / И. Н. Таганов. — Л.: Химия, 1979. — 203 с.
27. *Берд Р.* Явления переноса / Р. Берд, В. Стьюарт, Е. Лайтфут. — М.: Химия, 1974. — 688 с.
28. *Стенцель Й. І.* Математичне моделювання хімічних процесів на основі теорії реологічних переходів / Й. І. Стенцель // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: Науковий журнал. — Луганськ, 2007. — № 5 (111). — Ч. 2. — С. 91–96.
29. *Стенцель Й. І.* Фотоколориметричні газоаналізатори : Монографія / Й. І. Стенцель — К.: НМК ВО, 1992. — 120 с.
30. *Стенцель Й. І.* Математичне моделювання технологічних об'єктів керування / Й. І. Стенцель — К.: ІСДО, 1993. — 328 с.
31. *Стенцель Й. І., Кузнецова О. В., Поркуян О. В.* Математичні моделі плівкового випарного апарату за концентрацією упареного розчину [Текст] / Й. І. Стенцель, О. В. Кузнецова, О. В. Поркуян // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: «Електроенергетика та перетворювальна техніка». — № 41. — 2012. — С. 13–23.
32. *Стенцель Й. І.* Дослідження похибок оптимального контролю технологічного процесу випарювання аміачної селітри методом інтегрального функціоналу [Текст] / Й. І. Стенцель, О. В. Поркуян, О. В. Кузнецова // Вісник Національного технічного університету «ХП». Збірник наукових праць. Серія: «Електроенергетика та перетворювальна техніка». — № 19. — 2011. — С. 37–44.
33. Патент на корисну модель № 73959, МПК В01D1/22. Спосіб автоматичного управління плівковим випарним апаратом / Й. І. Стенцель, О. В. Кузнецова, О. В. Поркуян, К. А. Літвінов; заявник та патентовласник Технологічний інститут СНУ ім. В. Даля (м. Северодонецьк). — № u 2012 04411; заявл. 22.04.2012; опубл. 10.10.2012, Бюл. № 19.

34. Володарский Е. Оценка качества многопараметрического технологического процесса при коррекции его показателей [Текст] / Е. Володарский, Л. Кошечая, М. Добролюбова // Метрологія та прилади. — № 5(67). — X., 2007. — С. 20–24.
35. Клячкин В. Н. Многомерный статистический контроль технологического процесса. — М.: Финансы и статистика, 2003. — 192 с.
36. Зайцев Г. Ф. Теория автоматического управления и регулирования. [Текст] / Г. Ф. Зайцев. — К.: Выща шк., Головное изд-во, 1989. — 431 с.
37. Теория автоматического управления. Ч. 1. [Текст] / Под ред. А. А. Воронова. — М.: Высш. шк. 1986. — 367 с.
38. Кафаров В. В. Методы кибернетики в химии и химической технологии [Текст] — М.: Химия, 1985. — 448 с.
39. Топчиев Ю. А. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования [Текст] / Ю. А. Топчиев. — М.: Машиностроение, 1989. — 752 с.
40. Стенцель Й. І. Математичні моделі консервативних об'єктів контролю [Текст] / Й. І. Стенцель, К. А. Літвінов // Метрологія та прилади. — № 1(81). — X., 2020. — С. 30–36.

ЗМІСТ

СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА АБРЕВІАТУР	3
ВСТУП	5
В.1. Загальні відомості про виробництва азотного комплексу	5
В.2. Сучасні комп'ютерні системи автоматизації технологічних процесів виробництва аміачної селітри	7
В.3. Система MasterSCADA	10
Розділ 1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ.....	12
1.1. Фізико-хімічні основи виробництва аміачної селітри.....	12
1.2. Технологічний процес підготовки неконцентрованої азотної кислоти, газоподібного амміаку та газів дистиляції	14
1.3. Технологічний процес нейтралізації азотної кислоти газоподібним аміаком та газами дистиляції в апаратах ВТН.....	16
1.4. Технологічний процес приготування магнезитової витяжки.....	22
1.5. Концентрування слабкого розчину аміачної селітри та відкачування конденсату упарювання.....	26
1.6. Упарювання розчину аміачної селітри у випарних апаратах III ступеня та гранулювання.....	34
Розділ 2 АРХІТЕКТУРА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ 51	
2.1. Архітектура комп'ютерної системи автоматизації	51
2.2. Фрагменти мнемосхем	53
2.3. Контроль технологічних параметрів	79
2.4. Робота з фрагментами мнемосхем	82
2.4.1. Загальні положення	82
2.4.2. Описання фрагмента ВТН «Конденсація сокової пари».....	91
2.5. Тренди реального часу.....	94
2.5.1. Надання інформації на трендах реального часу	94
2.5.2. Робота з трендами реального часу	98
2.6. Історія	98
2.6.1. Надання інформації	98
2.6.2. Перегляд історії.....	99
2.7. Система сигналізації	106
2.7.1. Загальні положення	106
2.7.2. Дії оператора при спрацюванні сигналізації	115
2.8. Відмова технічних засобів комп'ютерної системи автоматизації	118
2.9. Управління контурами регулювання.....	126
2.9.1. Описання систем автоматичного регулювання	126
2.9.2. Технічна реалізація САР	127
2.9.3. Надання інформації про САР на робочих місцях.....	128

2.9.4. Управління групою регуляторів	134
2.9.5. Резервування САР ручними задавачами МТМ103.01	134
2.9.6. Переведення САР з ПТК на МТМ103.01	135
2.9.7. Переведення САР з МТМ103.01 на ПТК	135
2.9.8. Управління САР з робочого місця майстра зміни	136
2.10. Збійні ситуації при роботі САР і дії оператора.....	138
2.11. Обслуговування КСА виробництва аміачної селітри	142
2.12. Обслуговування системи контролю	156
2.13. Налаштування систем регулювання	159
2.14. Відмова системи регулювання	164
2.15. Методика виконання перевірки системи регулювання	164
2.16. Методика виконання перевірки систем сигналізації	172
2.17. Обслуговування КСА верхнього рівня.....	180
2.17.1. Запуск комп'ютерної системи автоматизації	180
2.17.2. Конфігурація системного журналу подій	183
2.17.3. Перегляд щоденника	186
2.18. Відключення блокування від ПТК і включення імітації блокувань	188
2.19. Методика виконання перевірки безударності переведення управління клапаном від МТМ103.01 на ПТК	193
Розділ 3 КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ НЕКОНЦЕНТРОВАНОЇ АЗОТНОЇ КИСЛОТИ ГАЗОПОДІБНИМ АМІАКОМ І ГАЗАМИ ДИСТИЛЯЦІЇ В АПАРАТАХ ВТН	201
3.1. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу підготовки газоподібного аміаку.....	201
3.2. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу нейтралізації азотної кислоти	204
3.3. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу донейтралізації аміачної селітри та конденсації сокової пари	224
3.4. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу приготування та уведення в донейтралізатори магnezитової витяжки	231
Розділ 4 КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ КОНЦЕНТРУВАННЯ СЛАБКОГО РОЗЧИНУ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ ТА ВІДКАЧУВАННЯ КОНДЕНСАТУ ПРОЦЕСУ УПАРЮВАННЯ	235
4.1. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу підготовки слабкого розчину аміачної селітри	235
4.2. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу резервного зберігання слабкого розчину аміачної селітри	237
4.3. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу концентрування слабкого розчину аміачної селітри	239
4.4. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу підготовки сокового конденсату	239

Розділ 5 КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ УПАРЮВАННЯ ТА ГРАНУЛЮВАННЯ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ.....	256
5.1. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу упарювання концентрованого розчину аміачної селітри.....	256
5.2. Комп'ютерна система автоматизації технологічного процесу доупарювання та гранулювання плаву аміачної селітри.....	260
5.3. Підсистеми регулювання температури плаву аміачної селітри на виході випарного апарату 601/1-2 подачею пари.....	291
5.3.1. Принцип роботи КСА ТП упарювання плаву аміачної селітри в апаратах 601/1-2.....	291
5.3.2. Підсистема регулювання температури плаву на виході випарного апарату 601/1-2 подачею плаву аміачної селітри.....	296
5.3.3. Реалізація каскадної системи регулювання температури у випарних апаратах.....	298
5.3.4. Підсистема контролю та управління процесом випарювання плаву аміачної селітри.....	299
5.3.5. Робота САР процесу випарювання плаву аміачної селітри.....	303
5.3.5.1. Робота з каскадною системою регулювання.....	303
5.3.5.2. Робота з блоком розрахунку задання T100.....	304
5.4. Збійні ситуації в САР процесу випарювання та дії технічного персоналу.....	306
5.5. Система регулювання процесу доупарювання плаву аміачної селітри у випарному апараті з падаючою плівкою.....	308
5.5.1. Принцип роботи САР процесу доупарювання плаву аміачної селітри в апараті 603.....	308
5.5.2. КСА випарного апарату 603 за температурою плаву зміною подачі пари.....	309
5.5.3. Перемикання температури плаву аміачної селітри T100/1 і T100/2 на виході випарних апаратів 601/1-2.....	312
5.5.4. Перемикання температури плаву АС T103 і T103а на виході випарного апарату 603 з падаючою плівкою.....	314
Розділ 6 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТЕПЛО- І МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ.....	317
6.1. Фізичні моделі процесів нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти газоподібним аміаком.....	317
6.2. Математичні моделі технологічного процесу нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти газоподібним аміаком у виробництві аміачної селітри.....	330
6.2.1. Математичні моделі процесу нейтралізації НАК ГПА.....	330
6.2.2. Математичні моделі технологічного процесу нагрівання реакційної маси теплотою реакції.....	335
6.2.3. Математична модель реологічного переходу води НАК у сокову пару.....	340
6.3. Управління процесом нейтралізації неконцентрованої азотної кислоти газоподібним аміаком.....	343
6.3.1. Аналіз апарату нейтралізації як взаємопов'язаного об'єкта.....	343

6.3.2. Управління нейтралізатором за масоперенесенням розчину аміачної селітри.....	347
6.3.3. Принцип управління процесом теплоперенесення в нейтралізаторі..	348
6.3.4. Управління процесом теплоперенесення за розподіленням температури в апараті нейтралізації.....	350
6.3.5. Управління нейтралізатором як багатопараметричним об'єктом керування	353
6.4. Математичні моделі процесу упарювання аміачної селітри за масовою депресією	356
6.5. Математичні моделі перехідних характеристик випарного апарату аміачної селітри	368
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	380

Навчальне видання

СТЕНЦЕЛЬ Йосип Іванович,
ПРОКАЗА Олена Іванівна,
ЛІТВІНОВ Костянтин Анатолійович,
КУЗНЕЦОВА Олена Володимирівна

КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ
АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
ВИРОБНИЦТВА АМІАЧНОЇ СЕЛІТРИ

Відповідальний редактор Стенцель Й. І.

Оригінал-макет

Погорелова Т.В.

Підписано до друку 14.09.2020.
Формат 60x84¹/₁₆. Гарнітура Times.
Умов. друк. арк. 22,6. Обл.-вид. арк. 27,4.
Тираж 100 екз. Вид. № 3286. Замов. № 25(2020).
Ціна договірна.

**Видавництво Східноукраїнського національного університету
імені Володимира Даля**

Свідоцтво про реєстрацію: серія ДК № 1620 від 18.12.03 р.
Адреса видавництва: просп. Центральний, 59а,
м. Северодонецьк, 93400
E-mail видавництва: vidavnictvosnu.ua@gmail.com

Надруковано:
Відділ технічного обслуговування СНУ ім. В. Даля
Адреса: просп. Центральний, 59а
м. Северодонецьк, 93400