

## ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ДЛЯ ПРОМИСЛОВОГО ОЧИЩЕННЯ НІТРОЗНИХ ГАЗІВ (КОНЦЕПТУАЛЬНЕ РІШЕННЯ)

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*Метою роботи є пошук концептуального рішення інтегрованої системи управління (ІСУ) для промислового очищення нітрозних газів, побудованої на основі комплексної системи автоматизації його основного технологічного процесу.*

**Ключові слова:** інтегрована система управління, автоматизована система управління технологічним процесом, нітрозний газ

### **Abstract**

*The purpose of the work is the quest of a conceptual resolving of the integrated control system (ICS) for industrial purification of nitrous gases constructed on the basis of complex system of automation of its core technological process.*

**Keywords:** integrated control system, automated control system by technological process, nitrous gas

### **Вступ**

Економічною причиною інтеграції промислових систем управління є прагнення керівників підприємств шукати реальні додаткові джерела підвищення економічної ефективності виробничої діяльності підприємства. На кожному підприємстві такі джерела є, треба тільки вміти їх знайти, а для цього необхідно забезпечити збір, обробку і аналіз інформації оперативних даних з усіх технологічних і виробничих ділянок. Саме оперативної, а не в кінці зміни, робочого дня або місяця. Для того, щоб керувати собівартістю продукції треба поряд з інформацією про вартість сировини і робочої сили знати скільки сировини, електроенергії, пари, води і палива пішло на виготовлення кінцевої продукції.

Будь-яке промислове виробництво створюється на конкретному технологічному процесі (ТП), завдяки чому він вважається основним. Саме тому створення інтегрованих систем управління (ІСУ) таким промисловим виробництвом у першу чергу вимагає впровадження комплексної автоматизації його основного ТП [1]. Така комплексна автоматизація дозволяє значно зменшити вплив людського фактору на якісні показники як управління основним ТП, так і всім виробничим процесом, побудованим на його основі. В результаті система автоматизація основного ТП стає надійним фундаментом для подальшої побудови ІСУ всім виробництвом, яка об'єднує взаємопов'язані процеси виробництва, керуючи ними як єдиним цілим для досягнення поставлених перед виробництвом кількісних та якісних завдань.

Тому мета роботи є пошук концептуального рішення інтегрованої системи управління для промислового очищення нітрозних газів, побудованої на основі комплексної системи автоматизації його основного ТП.

### **Результати дослідження**

Азотна кислота (HNO<sub>3</sub>) по об'єму виробництва займає серед інших кислот друге місце після сірчаної кислоти [2]. Все зростаючий об'єм її виробництва пояснюється величезним значенням азотної кислоти і її солей для народного господарства. Азотна кислота є одним з вихідних продуктів для одержання більшості речовин, що містять азот. До 70-80% її кількості витрачається на одержання мінеральних добрив. Одночасно азотна кислота застосовується при одержанні вибухових речовин майже усіх видів, нітратів і ряду інших технічних солей; у промисловості органічного синтезу; у ракетній техніці, як окислювач у різних процесах і в багатьох інших галузях народного господарства..

В даний час промислове виробництво азотної кислоти здійснюється на основі контактного окислювання синтетичного аміаку ( $\text{NH}_3$ ). Процес складається з двох основних стадій: одержання окису азоту і переробка її в азотну кислоту (рис. 1) [3].

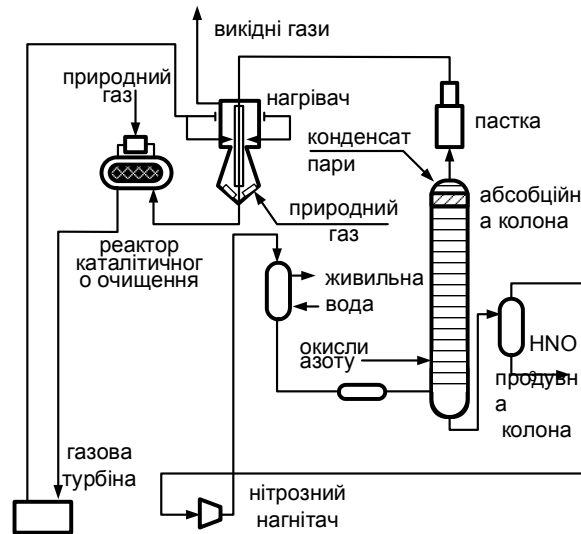


Рис. 1. Спрощена технологічна схема установки АК-72 для виробництва неконцентрованої азотної кислоти [4]

Метою розробки типової автоматизованої системи управління ТП (АСУТП) виготовлення неконцентрованої азотної кислоти за схемою АК-72М полягала в підвищенні оперативності, надійності, безпеки й ефективності управління [4]. До складу цієї АСУТП входять такі підсистеми системи:

- автоматизованого контролю й управління технологічними процесами одержання азотної кислоти й аміачної селітри (DCS);
- автоматичного протиаварійного захисту технологічних процесів і обладнання (ESD);
- архівації даних (PHD);
- управління турбокомпресорним агрегатом КМА-2 (ССС);
- управління процесом очищення викидних (нітрозних) газів, що містять окиси азоту (рис. 2).

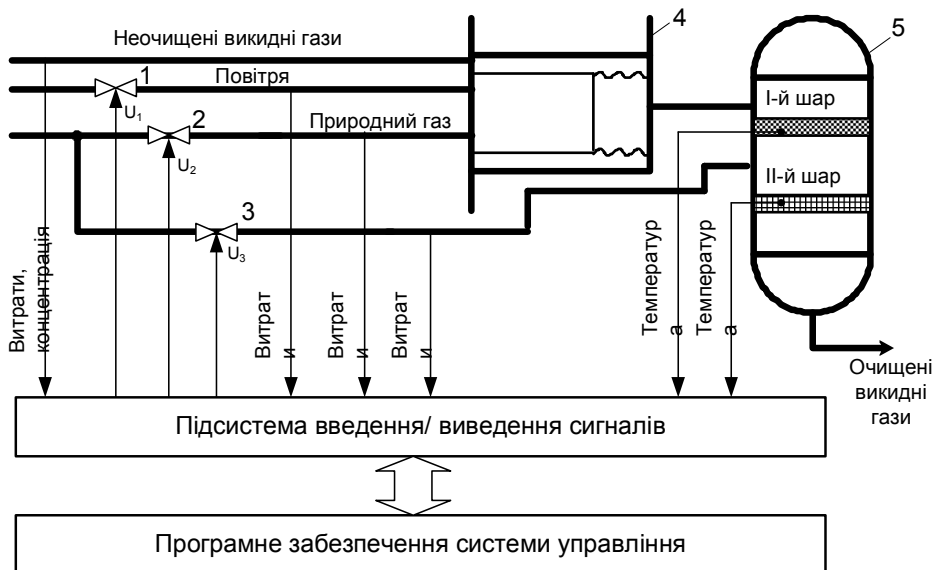


Рис. 2. АСУТП очищення викидних нітрозних газів

АСУТП на рис. 2 побудована за типовою схемою автоматизації [5]. Вона працює наступним чином: неочищені викидні гази з абсорбційної колони попередньо розігрівають в камері згорання 4, куди подають також природний газ і повітря. Далі неочищені гази і природний газ надходять на відновлення в реактор каталітичного очищення 5, де проходять два шари каталізатора. На першому шарі відбувається горіння водозберігаючих компонентів природного газу і відновлення оксидів азоту до молекулярного азоту, а на другому – догорання оксиду вуглецю до діоксиду.

Проте мета даної роботи не полягає тільки у проектуванні більш досконалої АСУТП очищення нітрозних газів – треба спроектувати на основі рекомендацій діючих стандартів в області комп'ютерно-інтегрованого виробництва [6] сучасну ІСУ хімічним виробництвом, яка включатиме в себе і більш досконалу цю АСУТП.

Один із таких стандартів, що розроблений міжнародною асоціацією виробників систем управління виробництвом «MESA», фіксує оптимальний набір типових автоматизованих функцій для рівня управління виробництвом (АСУВ/MES) для підприємств всіх галузей промисловості дискретного, періодичного й безперервного типів [7, 8].

Для подальшого проектування ІСУ була вибрана така автоматизована служба хімічного підприємства як «Контрольно-вимірювальні прилади та автоматика» (КВПіА) [9], яка, як правило, має в своєму складі окремий підрозділ «Обслуговування й ремонт технічних і програмних засобів автоматизації». Ця автоматизована служба:

- веде електронні паспорти усіх засобів автоматизації, встановлених на підприємстві;
- проводить моніторинг поточного стану цих засобів автоматизації;
- контролює якість роботи систем управління та регулювання технологічних/технічних процесів основного виробництва;
- автоматизує складання планів і графіків метрологічної перевірки й калібрування датчиків і вимірювальних приладів, задіяних у системах управління/регулювання;
- автоматизує складання планів і графіків профілактичного обслуговування та ремонту засобів автоматизації.

Тому, враховуючи рекомендації вказаного вище стандарту щодо побудови та реалізації раціональної ІСУ виробництвом, можна запропонувати відповідну загальну архітектуру нової ІСУ, яка матиме два рівні управління («АСУТП/SCADA» та «АСУВ/MES») та складатиметься з таких автоматизованих систем:

- АСУТП очищення нітрозних газів (рівень «АСУТП/SCADA»);
- спеціалізована автоматизована система (САС) вимірювання/контролю (рівень «АСУТП/SCADA»);
- інформаційна виробнича система (ІВС) (рівень «АСУВ/MES»);
- система автоматизованих служб управління виробництвом (рівень «АСУВ/MES»).

АСУТП очищення нітрозних газів здійснює усі функції щодо управління ТП в режимі реального часу, наприклад, збирає та зберігає відповідні цифрові дані про поточний стан та хід ТП. Усі ці дані зберігаються на локальному сервері даної системи, а частина з них через цифрову мережу підприємства передаються до глобального сервера ІВС. До цього ж сервера через ту ж саму мережу підприємства передаються і усі додаткові цифрові дані про стан та хід виробничого процесу (ВП), які збирає САС вимірювання/контролю.

Введення САС до складу ІСУ пояснюється тим, що для реалізації управлінських функцій виробничої служби, як правило, недостатньо тих даних про ТП та ВП, які надає АСУТП. В ІВС здійснюється збирання, збереження та оброблення тих цифрових даних про стан та хід ВП, які потрібні для автоматизованої служби управління виробництвом. Передавання цифрових даних з глобального сервера ІВС до автоматизованої служби здійснюється або через загальну цифрову мережу підприємства, або, при необхідності, через інші канали передавання даних, наприклад, стільниковий зв'язок.

В новій ІСУ інформаційна платформа повинна, в першу чергу, постачати оперативні дані про поточний стан і якість роботи відповідних засобів автоматизації. Тому інформаційна платформа повинна збирати ці дані з різних автоматизованих систем нижнього рівня, а саме, з АСУТП, з систем автоматизації окремих переділів виробництва та зі спеціалізованих автоматизованих систем (САС) вимірювання/контролю, в яких автоматично фіксуються:

- неточна робота й несправність окремих технічних засобів: датчиків, виконавчих

механізмів, регулювальних органів, контролерів, мереж зв'язку й т.д. на всіх технологічних агрегатах, у складах, на транспортних лініях переміщення матеріальних потоків;

- збої й помилки в роботі програмного забезпечення систем автоматизації, що діють на різних ділянках виробництва;

- неякісна робота окремих систем регулювання: нестійке поведіння, більша погрішність стабілізації заданого режиму, неможливість нормального регулювання через наявні обмеження зміни регулюючого впливу;

- відключення окремих систем регулювання й загальний час їхньої роботи за останні зміну, добу.

Для ведення електронних паспортів кожного засобу автоматизації та фіксації його поточного стану в рамках автоматизованої служби «КПВіА» ІСУ зазвичай реалізується окрема автоматизована функція (підсистема) – «Enterprise Asset Management» (EAM) [10, 11], яка може здійснювати облік та моніторинг поточного стану не тільки засобів автоматизації, але і будь-яких інших активів (фондів) підприємства протягом їх життєвого циклу.

Для типової АСУТП функції вже відомі [5], проте для рівня «АСУТП/SCADA» ще треба додатково визначити автоматизовані функції для системи «САС вимірювання/контролю». Так, ця система повинна здійснювати відповідно до встановленої періодичності автоматичне введення вихідних фізичних сигналів з різних аварійних датчиків, встановлених у всіх засобах автоматизації, наприклад у кожному регулюючому вентилі, систем управління та регулювання технологічними/технічними процесами даного хімічного виробництва.

Таким чином, для всіх складових частин загальної архітектури ІСУ промисловим очищенням нітрозних газів, яка запропонована вище, були визначені переліки їх основних автоматизованих функцій. Опіраючись на таке загальне бачення функціонального наповнення нової ІСУ, була розроблена концепція її функціональної структури (рис.3).

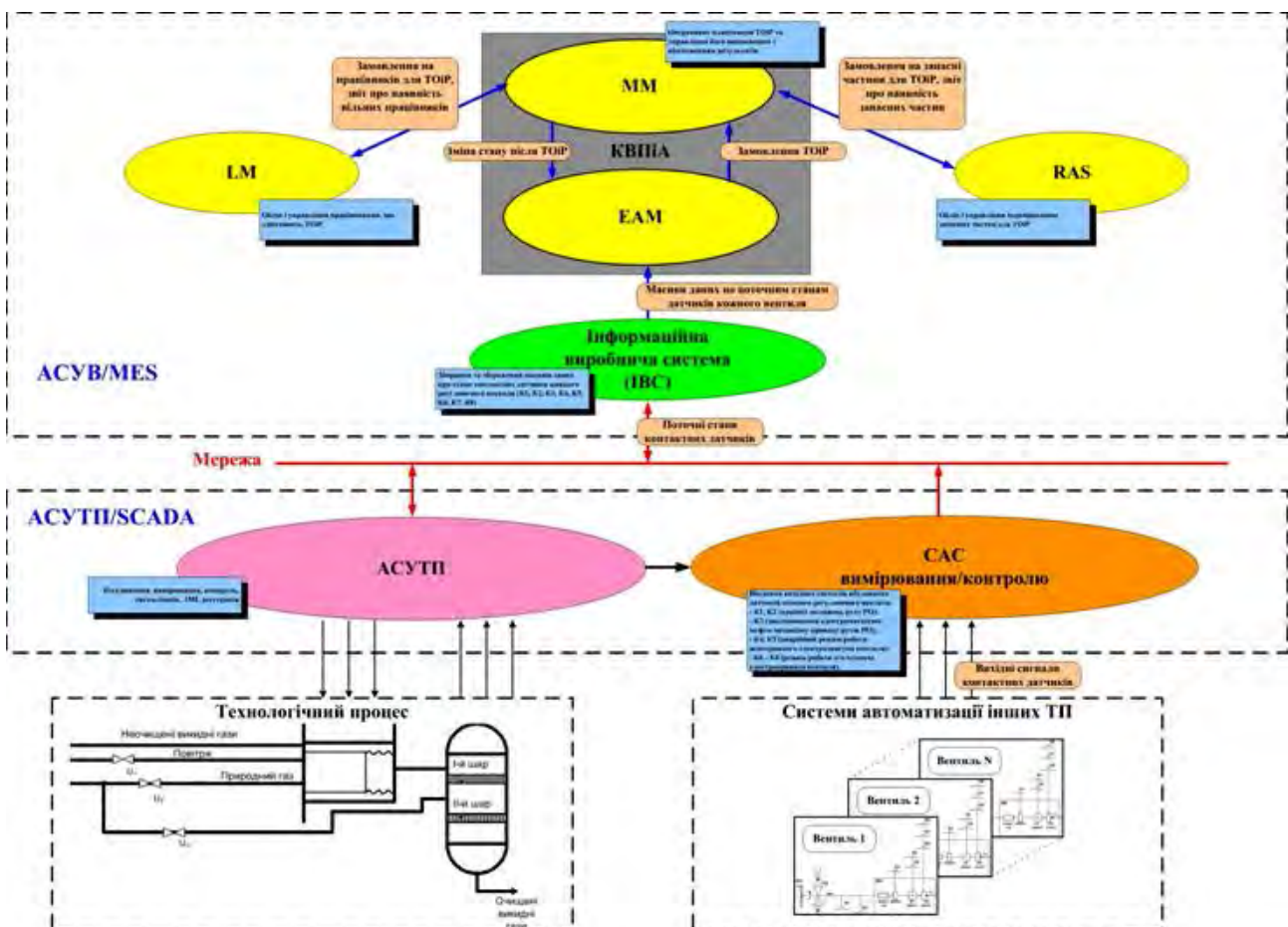


Рис. 2. Концептуальне рішення функціональної структури ІСУ для промислового очищення нітрозних газів

Функціональна структура поділена на ті ж самі складові частини, що і загальна архітектура ІСУ, всередині зображення кожної з цих складових частин перелічені їх основні автоматизовані функції, які ці складові частини повинні виконувати, а на стрілках, що відображають інформаційні потоки між функціями, вказані основні дані, що ними передаються.

### Висновки

В результаті виконання даної роботи була розроблена на основі рекомендацій діючих стандартів концепція функціональної структури нової інтегрованої системи управління для промислового очищення нітрозних газів. Ця система у порівнянні з існуючими аналогічними системами дозволяє не тільки управляти технологічним процесом, але і виконувати кілька функцій управління всім виробництвом в цілому.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Olsson, G., Piany, J.. Computer systems for automation and control [Електронний ресурс] / URL : <http://www.philadelphia.edu.jo/newlibrary/pdf/file095f62f119bb471591fd8f273ac06353.pdf>.
2. Яцков М. В., Корчик Н. М., Пророк О. А. Основні технологічні схеми базових неорганічних виробництв: Навчальний посібник. – Рівне : НУВГП, 2020. – 212 с.
3. Справочник азотчика. Издание 2-е, перераб./ Под ред. академика Н.М. Жаворонкова. – М.: Химия, 1987. – 462 с.
4. Кожухар, В. Я. Автоматизовані системи керування хіміко-технологічними процесами : навч. посібник / В. Я. Кожухар, В. В. Брем, О. В. Макаров ; Держ. ун-т "Одес. політехніка". - Одеса, 2021. - 223 с.
5. Ларичева Л.П. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів/ Л.П. Ларичева, М.Д. Волошин, О.П. Луценко, Дніпродзержинськ:ДДТУ. – 2015. – 320 с.
6. Пупена О., Ельперін І., Міркевич Р. Огляд сучасних стандартів інтегрованого виробництва/ Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. - Т.8. - №3. – 2016.
7. MESA Model: A Framework for Smarter Manufacturing [Електронний ресурс] / URL : <https://mesa.org/topics-resources/mesa-model/>.
8. Shradha Kakade. Manufacturing execution system (MES) [Електронний ресурс] / URL : <https://www.techtarget.com/searcherp/definition/manufacturing-execution-system-MES>.
9. Itskovich Emmanuil. Fundamentals of Design and Operation of Manufacturing Execution Systems (MES) in Large Plants [Електронний ресурс]/ URL: <https://dplp.org/rec/conf/mim/Itskovich13.bib>.
10. EAM: системы управления активами повышают надежность и эффективность производства [Електронний ресурс] / URL: <http://ua.automation.com/content/eam-cistemy-upravlenija-aktivami-povyshajut-nadezhnost-i-jeffektivnost-proizvodstva>.
11. Аджмери А. EAM-система: повышаем эффективность эксплуатации и ТО [Електронний ресурс] / URL: <http://ua.automation.com/content/eam-sistema-povyshaem-jeffektivnost-jekspluatacii-i-to>.

**Безпалько Владислав Миколайович** - студент групи АКІТ-21мс, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [spike723224@gmail.com](mailto:spike723224@gmail.com);

**Мізерний Віктор Миколайович** - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [mvm@vntu.edu.ua](mailto:mvm@vntu.edu.ua);

**Папінов Володимир Миколайович** - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com);

**Bezpaljko Vladyslav M.** – student of AKIT-21ms group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: [spike723224@gmail.com](mailto:spike723224@gmail.com);

**Mizernyy Viktor M.** - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [mvm@vntu.edu.ua](mailto:mvm@vntu.edu.ua);

**Papinov Volodymyr M.** - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: [vnpapinov@gmail.com](mailto:vnpapinov@gmail.com).