

Каменський А.О.

Черкаський державний технологічний університет

РОЗРОБКА СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННО-КАТАЛІТИЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ В ПРОДУКТИ ОРГАНІЧНОГО СИНТЕЗУ

Сучасне індустріальне середовище, яке швидко розвивається, вимагає від виробників хімічної продукції впровадження автоматизації та комп'ютеризації в технологічний процес, щоб залишатися конкурентоспроможними, підвищувати безпеку та продуктивність. Автоматизація в хімічній промисловості – це використання технологій контролю та моніторингу виробничих процесів з мінімальним втручанням людини. Це комплексний підхід до оптимізації кожної ланки хімічного виробництва. Серед видів автоматизації, що впроваджені в хімічній галузі, виділяють: системи керування процесами, які управляють складними хімічними реакціями; роботизовані системи для транспортування та пакування матеріалів; аналіз даних для контролю якості та прогнозного обслуговування.

В даній статті обґрунтовано ряд факторів, що впливають на необхідність застосування та оновлення автоматизації на підприємствах хімічної галузі, серед яких: технологічно складні процеси, що швидко змінюються; ринковий попит на нові хімічні речовини; застарілість існуючих систем автоматизації; підтримка безпеки виробництва і т.д. Розглянуто переваги автоматизації для хімічних підприємств, серед яких: підвищена ефективність і продуктивність, покращена безпека та управління ризиками, зниження витрат і рентабельність, зведення до мінімуму незапланованих простоїв. Серед ризиків застосування сучасних засобів автоматизації відмічено: інвестиційні витрати на початку впровадження, навчання персоналу та технічна експертиза, ризики кібербезпеки.

В роботі розглянуто розробку схеми автоматизації технології переробки газу CO_2 за допомогою технічних засобів при виконанні наукових досліджень хімічного напрямку. В якості прикладу обрано лабораторну установку плазмо-каталітичної конверсії вуглекислого газу в продукти органічного синтезу, а саме метанол та формальдегід. Метою роботи було теоретично спрогнозувати автоматизацію найбільш небезпечних ділянок схеми конверсії. В якості технічних засобів автоматизації застосовано датчики температури, тиску, витрат. Запропонована схема автоматизованого контролю, в поєднанні з комп'ютерною обробкою отриманих даних, дає можливість зробити більш якісними результати досліджень, моніторити та управляти технологічним процесом, проводити діагностику роботи технічного обладнання, забезпечувати стабільність процесу конверсії вуглекислого газу.

Ключові слова: автоматизація, комп'ютеризація, хімічна галузь, лабораторні дослідження, контроль та керування, конверсія, плазмо-каталіз, діоксид вуглецю.

Постановка проблеми. Сучасне сьогоднішнє приділяє надзвичайну увагу автоматизації та цифровізації в різних галузях технологій, і хімічна не виключення. Автоматизація в хімічній промисловості заслуговує великої уваги через складність проходження хіміко-технологічних процесів та реакцій, швидкість перетворень, контроль якості продуктів та сировини, врахування відхилень від заданих режимів, шкідливість робочого середовища, пожежо- та вибухонебезпечність залучених до технологічного процесу речовин. Основними критичними процесами, які потребують контролю, керування та автоматизації, не залежно від напрямку діяльності хімічного виробництва, є: безпека та відповідність нормативним процесам; оптимізація ресурсів (сировини, енергії та персоналу);

контроль і моніторинг технологічних параметрів процесів; збір, аналіз та збереження даних.

Для якісної роботи хімічного підприємства в цілому, або певної технологічної ланки зокрема, існує проблема браку своєчасної інформації про протікання високотехнологічних процесів, а також ряд факторів, які обумовлюють труднощі, пов'язані з традиційними методами хімічного виробництва, які існують на сьогодні в Україні: економічна нестабільність та стійка конкурентність, порушення в управлінні ланцюгами постачання через військовий стан України, відповідність нормативним вимогам, проблеми технологічного та операційного контролю, технічне обслуговування та ремонт [1]. Технологічний процес на хімічних підприємствах має ряд особливостей та унікальний цикл. Зазвичай це безперервний

потік сировини від початку і до кінця виробничого процесу. Відповідно, основним завданням підприємства є забезпечення безперервної роботи всього обладнання, тому що збій одного із процесів може зупинити всю виробничу лінію, що спричинить значні економічні втрати внаслідок простою та можливість аварійних ситуацій. Сучасна автоматизація та комп'ютеризація вирішує більшість цих проблем шляхом моніторингу та своєчасному контролю за технологічним процесом. Автоматизовані системи здатні швидко реагувати та сповіщати про екстрені ситуації, слідкують за станом обладнання, сигналізуючи, при необхідності, про його обслуговування або ремонт. Більшість хімічних підприємств, в залежності від своїх економічних можливостей, прагнуть осучаснити автоматизацію виробництва, впроваджуючи такі новітні розробки як штучний інтелект (ШІ) і машинне навчання, робототехніку, Інтернет речей (IoT), програмне забезпечення, доповнену (AR) і віртуальну реальність (VR), 3D-друк [1, 2].

Так як хімічна галузь складається не тільки з виробничих заводів, а й містить наукову складову – лабораторії підприємств, вищих навчальних закладів, наукових інститутів, де безпека і контроль різних факторів є не менш важливими, то доцільно розглянути впровадження автоматизації в даній сфері. Більшість хімічних технологій починають свій шлях з наукових досліджень. В процесі роботи над темою по зменшенню та переробці діоксиду вуглецю, виникла необхідність теоретично спрогнозувати і розробити автоматизацію схеми лабораторної установки для електронно-каталітичної конверсії вуглекислого газу в продукти органічного синтезу, а саме метанол та формальдегід [3, с. 73]. Дане рішення дасть можливість контролювати температуру, витрати вуглекислого газу та води, тиск в системі, а також надасть безпечності й керованості процесу в разі порушення технологічного режиму. Прогнозованість даних факторів дозволить легше адаптувати лабораторну установку (або її вдосконалити) для використання в хімічній переробці.

Отже, проблематикою роботи є вдосконалення схеми лабораторної установки по переробці газу CO₂ за допомогою плазмо-каталітичної конверсії в органічні продукти методом її автоматизації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Автоматизація технологічного процесу – сукупність методів і засобів, призначених для реалізації системи або систем, що дозволяють здійснювати управління самим технологічним процесом без безпосередньої участі людини, або залишення за

людиною права прийняття найбільш відповідальних рішень [4]. Це складний комплексний процес, який містить технічну складову, тобто аналіз умов технології виробництва, підбір обладнання контролю та регулювання й інформаційну складову, яка відповідає за керування технологічним режимом, використовуючи відповідне програмне забезпечення та комп'ютерний моніторинг з допомогою операторів. Тобто це своєрідна людино-машинна взаємодія.

Аналізуючи літературні джерела, потрібно відмітити, що розробка і структура автоматизації в різних галузях мають як спільні частини, так і свої особливості, в залежності від напрямку та типу виробництва [5].

В машинобудуванні та приладобудуванні використовуються верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК). Які, об'єднані з промисловими роботами, автоматизованим транспортом та складом в технологічні комплекси, передбачають високий ступінь автоматизації не тільки основних, але і допоміжних операцій: транспортування та складування заготовок, виробів, інструмента, технологічного оснащення, матеріалів [5, 6, 7].

В харчовій промисловості, відповідно до Інтернет джерел, залучається новітнє програмне забезпечення. Як приклад, сучасна система SCADA plus – платформа, яка координує, аналізує, оптимізує виробничий процес і забезпечує зв'язок із локальними системами управління всіма ділянками заводу (завод «Протеїн Інвест»). При отриманні даних система самостійно порівнює їх із заданими значеннями і, в разі відхилення від поставленого завдання, сповіщає про це інженерний персонал, дозволяючи йому вжити необхідних заходів [8]. У виробничий процес даної галузі все частіше залучають робототехніку на базі AI, 3D – друк, технологію штучного інтелекту (ШІ). ШІ застосовують в точному землеробстві, безпеці харчових продуктів та контролі якості, оптимізації ланцюгів постачання [9, с. 335].

Хімічна галузь, як і весь світ виробництва, переживає епоху швидких змін та еволюції, головним чином завдяки цифровій трансформації та технологічному прогресу. У контексті хімічного виробництва цифрова трансформація може передбачати використання автоматизації для оптимізації процесів, штучного інтелекту – для покращення виробництва або пристроїв, Інтернету речей – для віддаленого моніторингу та керування обладнанням [10]. У роботі Ларичевої Л.П. [11] представлено огляд впровадження автоматичного контролю в хімічній промисловості.

Автор дослідила сучасні засоби автоматизації технологічних процесів, прилади та системи автоматичного контролю, регулювання і управління, що базуються на мікропроцесорній техніці. Дана характеристика автоматизованим системам фірм Honeywell, Yokogawa, Siemens, які впроваджені на українських хімічних підприємствах.

В наукових дослідженнях та розробках, які є невід'ємною частиною хімічної галузі, що відбуваються на базі лабораторій, використовують автоматизовану систему наукових досліджень (АСНД). Система розроблена для автоматизації проведення різних наукових розробок і експериментів, а також для їхнього управління. Основними завданнями АСНД є здобуття нових даних про досліджуваний процес, об'єкт чи явище. Основою функціонування АСНД є принципи обміну інформацією між дослідником й устаткуванням в режимі реального часу. Функції АСНД: збір вимірювальних даних та їх початкове оброблення (алгоритм дослідницького процесу); введення керуючої інформації та управління науковим обладнанням; зберігання інформації та її обмін з іншими персональними електронними обчислювальними машинами [12]. Невід'ємною складовою наукових досліджень є використання різноманітного комп'ютерного програмного забезпечення, яке дає можливість робити збір, обробку, аналіз та систематизацію отриманих даних; моделювання, оптимізацію та візуалізацію експериментальних розробок [13, с. 26].

Постановка завдання. Метою роботи є теоретично розробити автоматизацію технологічної схеми лабораторної установки електронно-каталітичної конверсії вуглекислого газу в метанол та формальдегід.

Виклад основного матеріалу. Розробка автоматизації технологічної схеми лабораторної установки електронно-каталітичної конверсії вуглекислого газу в продукти органічного синтезу є частиною експериментальних досліджень щодо глобальної проблеми надмірної кількості діоксиду вуглецю в атмосфері Землі та його утилізації. На сьогодні зміну клімату починає відчувати все людство. Науковці та всесвітні організації б'ють на сполох через великі обсяги викидів CO_2 . Видобуток та спалювання викопного палива, пожежі, війни – все це призвело до збільшення глобальної середньої концентрації вуглекислого газу в 2023 році до 420 ppm, що спричинило підвищення температури планети на багато років вперед [14]. Потенційним способом скорочення викидів діоксиду вуглецю є уловлювання та пере-

творення CO_2 в хімічні речовини й рідке паливо, наприклад: метанол, етанол, мурашина кислота, формальдегід.

Серед існуючих технологій переробки вуглекислого газу [15] обрано метод плазмового каталізу (електронно-каталітичний метод) з використанням діелектричного бар'єрного розряду [3, с. 73; 16]. Переваги технології: м'які умови роботи, легке масштабування, активація газу активними електронами замість тепла, більш високі швидкості реакцій за рахунок значних концентрацій активних частинок, можливість використання сировини без спеціальної підготовки та отримання цільових продуктів в одну стадію.

Під час експериментальної роботи була розроблена та впроваджена лабораторна установка, яка дозволила отримати позитивні результати у синтезі метанолу та формальдегіду. В наукових дослідженнях електронно-каталітичної переробки газу CO_2 використовувалась технологічна схема (рис. 1), яка дала можливість проводити експеримент в межах хімічної лабораторії [3, с. 73; 17].

У процесі конверсії CO_2 досліджувалися різні температурні режими, регулювалася напруга та випробовувався ряд каталізаторів. Аналіз вмісту проб проводився на спектрофотометрі марки «UV-5800PC» у поєднанні з ПК. Для вдосконалення розрахунків розроблено веб-додаток, який допомагає оптимізувати та швидко опрацьовувати отримані дані зі спектрофотометра у вигляді Excel таблиць [18, с. 86].

Огляд роботи технологічної схеми. Установка містить блок попередньої підготовки газової суміші, систему розрядників, які слугують джерелами бар'єрного розряду, та холодильник. Перед початком роботи, впродовж 30–40 хв., проводиться розігрів трубчастої печі до температури проведення досліду (250–400 °C). Водночас, зволожувач заповнюється дистильованою водою об'ємом 50 см³ і нагрівається до 70 °C.

Газоподібний діоксид вуглецю з балону (1) подається на ротаметр (2), де виставляються витрати по CO_2 в межах 960–1000 см³/хв. Це мінімальні витрати, які подолують усі гідравлічні опори. Потім газ надходить у зволожувач (3) для насичення CO_2 парами води. Зволожений і підігрітий газ, через конденсатовідвід (4), поступає у газорозрядник 1 (6), в якому відбувається активація вуглекислого газу і парів води (реакція розкладу вуглекислого газу і парів води). В якості розрядника використано озонатор Сіменса, на який подавалась напруга 10 кВ. Після первинного газорозрядника газовий потік потрапляє на вторин-

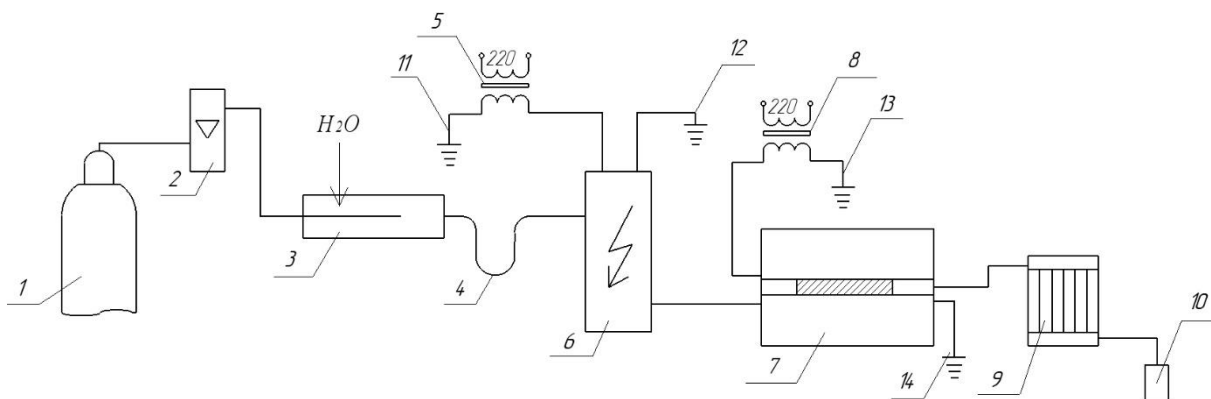


Рис. 1. Схема лабораторної установки по переробці CO₂ в органічні сполуки

1 – балон CO₂; 2 – ротаметр; 3 – зволожувач; 4 – конденсатівідвід; 5 – джерело живлення 1; 6 – газорозрядник 1; 7 – трубчаста піч з каталізатором та газорозрядник 2; 8 – джерело живлення 2; 9 – холодильник; 10 – пробовідбірник; 11, 12, 13, 14 – заземлення.

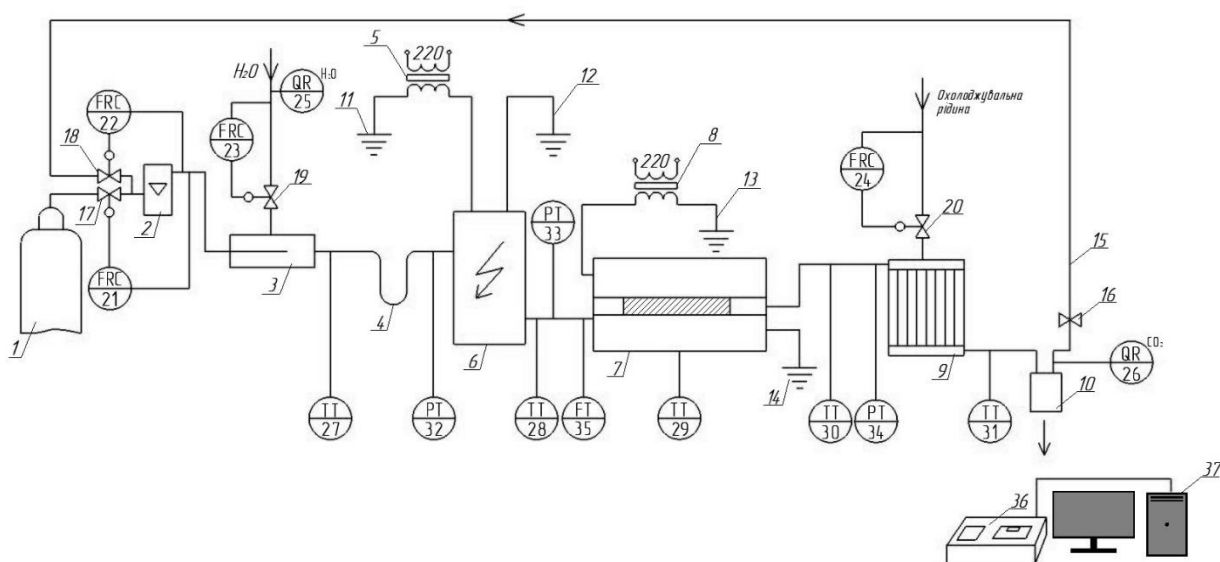


Рис. 2. Схема автоматизації технології конверсії CO₂ в органічні сполуки

1 – балон CO₂; 2 – ротаметр; 3 – зволожувач; 4 – конденсатівідвід; 5 – джерело живлення 1; 6 – газорозрядник 1; 7 – трубчаста піч з каталізатором та газорозрядник 2; 8 – джерело живлення 2; 9 – холодильник; 10 – пробовідбірник; 11, 12, 13, 14 – заземлення; 15 – байпас; 16–20 – регулюючі клапани; 21–24 – регулятори витрат; 25–26 – датчик складу H₂O і CO₂ відповідно; 27–31 – датчики температури; 32–34 – датчики тиску; 35 – датчик витрат; 36 – спектрофотометр; 37 – комп'ютер.

ний газорозрядник в трубчастій печі (7) з обраним каталізатором (нержавіюча сталь (12X18H10T), СНК-2 та ін.). В розряднику 2 напруга варіюється від 7 до 11 кВ, в залежності від експериментальних умов. Після печі синтез-газ надходить у змієвиковий холодильник (9), де охолоджується і конденсується, після цього потрапляє у пробовідбірник (10). В якості пробовідбірника використано склянку Дрекселя з дистильованою водою об'ємом 50 мл. Тривалість досліду 20 хвилин. Вміст проби аналізується на спектрофотометрі, дані з якого виводяться на комп'ютер у вигляді Excel таблиць.

Для створення комп'ютеризованої системи управління технологічним процесом розроблена схема автоматизації технології конверсії вуглекислого газу (рис. 2), яка визначає структуру пунктів контролю й керування та їх функції.

Автоматизація процесу конверсії вуглекислого газу (рис. 2). Відповідно до технологічної схеми вуглекислий газ подається з балона 1, обладнаного редуктором, на ротаметр 2. За допомогою редуктора регулюється і підтримується на відповідному рівні тиск подачі CO₂. Для контролю витрат газу в межах 960–1000 см³/хв, застосовується регулятор витрат 21 при регулюванні кла-

паном 17. Донасичення газу паром здійснюється у зволожувачі 3 за рахунок вприскування дистильованої води. Фіксований об'єм води 50 мл регулюється за допомогою регулятора витрати 23 та регулюючого клапана 19. Датчик складу 25 визначає якість води, так як домішки можуть впливати на якість та склад продуктів конверсії. Перед потраплянням парогазової суміші в первинний газорозрядник 6 в системі відбувається контроль температури і тиску датчиками 27 і 32. В газорозряднику 6 підтримується температура в межах 70 °С і встановлена напруга 10кВ. Між первинним і вторинним газорозрядниками (6 і 7) встановлений датчик контролю витрат 35 активованої парогазової суміші для підтримки стабільності системи. Тепловий режим між двома розрядниками контролюється датчиком 28. Датчики тиску 32, 33 і 34 забезпечують моніторинг падіння тиску в системі, що може спричинити порушення її герметичності й зупинку процесу конверсії в цілому. Температурний режим в трубчастій печі з газорозрядником 7 (250–400 °С) задається вбудованим регулятором температури і контролюється датчиком температури 29. Напруга на вторинному газорозряднику 7 становить 7–11 кВ і регулюється автотрансформатором. Після трубчастої печі, газова суміш, що містить синтезовані сполуки (метанол і формальдегід) охолоджується в холодильнику 9, тому слід вимірювати температуру на виході з печі. Автоматичний контроль температури на виході з трубчастої печі здійснюють датчиком температури 30. Подача в холодильник охолоджувальної рідини (води) регулюється клапаном 20 і регулятором витрат води 24. Це забезпечує контроль, стабілізацію та підтримку заданого режиму охолодження й економію води. Датчик 31 контролює температуру суміші після холодильника. Потім, після охолодження, син-

тезована суміш органічних речовин надходить в пробовідбірник 10 (склянка Дрекслея з водою об'ємом 50 мл). Для конверсії непрореагованого газу CO₂, в технологічний процес впроваджено систему байпасу 15, обладнану датчиком складу CO₂ 26, регулюючими клапанами 16 і 18 та регулятором витрат 22. Аналіз отриманих проб відбувається на спектрофотометрі марки «UV-5800PC» 36 у поєднанні з комп'ютером 37.

Висновки. В процесі інтегрування автоматизації в наукові дослідження щодо переробки вуглекислого газу в органічні продукти електронно-каталітичним методом розроблена схема автоматизації, за допомогою якої можна забезпечити якісний контроль температурного режиму та перепаду тиску в системі, моніторинг витрат водних ресурсів. Додана можливість застосувати систему байпасу в разі необхідності повторної переробки непрореагованого вуглекислого газу.

Незважаючи на те, що мета автоматизації та комп'ютеризації – зменшення втручання людини в технологічний процес, на сьогодні це неможливо впровадити в хімічних лабораторіях через обмеження сучасних технологій, застарілість обладнання та необхідність інтелектуальної участі людини. Тому впровадження автоматизації стосується насамперед контролю за технологічним процесом, забезпечення точності й якості його виконання, а також гарантування безпеки у разі непередбачуваних ситуацій. Дана схема автоматизації є теоретичною розробкою, тому що на її впровадження впливає ряд факторів: технічні та фінансові обмеження.

Наступним кроком автоматизації даної схеми є підбір відповідних засобів автоматизації в залежності від їх технічних характеристик та технологічних вимог процесу конверсії CO₂ в продукти органічного синтезу.

Список літератури:

1. How Automation is Changing the Chemical Industry: Trends, Insights, and Case Studies. URL: <https://www.electricsolenoidvalves.com/blog/how-automation-is-changing-the-chemical-industry-trends-insights-and-case-studies/> (дата звернення: 13.01.2025).
2. Святний В.А., Бровкіна Д.Ю. Сучасні тенденції в автоматизації промислових комплексів URL: <https://doi.org/10.20535/SRIT.2308-8893.2016.1.04> (дата звернення: 13.01.2025).
3. Kamensky A., Olshevsky O., Pochynok V., Viazovyyk V. (2021). Electrocatalytic Processing of Carbon Dioxide into Methanol and Formaldehyd. Science and Innovation, 17(5), pp. 73–82. <https://doi.org/10.15407/scinel7.05.073>
4. Промислова автоматизація. URL: <https://navitel.com.ua/web/activities/industrial-automation/?lang=ua> (дата звернення: 10.01.2025).
5. Шевченко В. В., Тимчик Г. С. Основи автоматизації технологічних процесів. Конспект лекцій. Навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 111с.
6. Автоматизація виробництва в машинобудуванні. Ч. І: навчальний посібник / Ю. І. Муляр, С. В. Репінський. Вінниця: ВНТУ, 2019. 99 с.

7. Я. І. Проць, В. Б. Савків, О. К. Шкодзінський, О. Л. Ляшук Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344с.
8. ОВП «Протеїн Інвест» Комплекс робіт з автоматизації та електропостачання. URL: <https://se.ua/en/projects/oep-protein-invest-complex-of-works-on-automation-and-power-supply/> (дата звернення: 10.01.2025).
9. Винничук Р. (2024) Штучний інтелект в харчовій промисловості. Grail of Science, (43), с. 335–343. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.06.09.2024.043>
10. The Automation Advantage: Enhancing Chemical Manufacturing Processes. URL: <https://praxie.com/automation-in-chemical-manufacturing/> (дата звернення: 10.01.2025)
11. Конспект лекцій з дисципліни «Контроль та автоматизація хімічних процесів та виробництв» для студентів напряму 051301 – Хімічна технологія /Укладачі: Ларичева Л.П. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2016. 172 с.
12. Пількевич І. А., Молодецька К. В., Сугоняк І. І., Лобанчикова Н. М. Основи побудови автоматизованих систем управління. Навчальний посібник. Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2014. 178с.
13. Каменський А.О. Аналіз програмного забезпечення для наукових досліджень в хімічній галузі. Наукові досягнення та відкриття сучасної молоді [Електронний ресурс]: зб. матер. III Всеукр. наук. конф. студ. та молодих вчених. Луцьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2024. С. 26–30. URL: https://donntu.edu.ua/wp-content/uploads/2024/06/zbirnyk_naukovi-vidkryttya-suchasnoyi-molodi.pdf.
14. Greenhouse gas concentrations surge again to new record in 2023. URL: <https://wmo.int/news/media-centre/greenhouse-gas-concentrations-surge-again-new-record-2023> (дата звернення: 15.01.2025).
15. Ramses Snoeckx and Annemie Bogaerts Plasma technology – a novel solution for CO₂ conversion? Chem. Soc. Rev., 2017, 46, pp. 5805–5863. DOI: <https://doi.org/10.1039/C6CS00066E>
16. A. Bogaerts, G. Centi Plasma Technology for CO₂ Conversion: A Personal Perspective on Prospects and Gaps. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2020.00111>
17. В.М. Вязовик Електронно-каталітичне перетворення діоксиду вуглецю в формальдегід та метанол. DOI: <http://dx.doi.org/10.32434/0321-4095-2024-153-2-11-17> (дата звернення: 25.01.2025).
18. Каменський А.О. Розробка програмного веб-додатку для аналізу результатів спектрофотометричних досліджень електронно-каталітичної конверсії вуглекислого газу. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Т.35(74) № 3. С. 86–92. DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.3.1/15>

Kamenskyi A.O. DEVELOPMENT OF AN AUTOMATION SCHEME FOR THE TECHNOLOGY OF ELECTRO-CATALYTIC CONVERSION OF CARBON DIOXIDE INTO ORGANIC SYNTHESIS PRODUCTS

The modern, rapidly evolving industrial environment requires chemical manufacturers to introduce automation and computerization into the technological process in order to remain competitive, increase safety and productivity. Automation in the chemical industry is the use of technologies to control and monitor production processes with minimal human intervention. This is a comprehensive approach to optimizing each link in chemical production. Among the types of automation implemented in the chemical industry are: process control systems that manage complex chemical reactions; robotic systems for transporting and packaging materials; data analysis for quality control and predictive maintenance.

This article substantiates a number of factors that influence the need to apply and update automation at chemical enterprises, including: technologically complex, rapidly changing processes; market demand for new chemicals; obsolescence of existing automation systems, support for production safety, etc. The benefits of automation for chemical enterprises are considered, including: increased efficiency and productivity, improved safety and risk management, cost reduction and profitability, minimizing unplanned downtime. Among the risks of using modern automation tools, investment costs at the beginning of implementation, personnel training and technical expertise, and cybersecurity risks are noted.

The paper considers the development of a scheme for automating the technology of CO₂ gas processing with the help of technical means in the course of chemical research. As an example, a laboratory installation for the plasma-catalytic conversion of carbon dioxide into organic synthesis products, namely methanol and formaldehyde, was chosen. The aim of the work was to theoretically predict the automation of the most dangerous parts of the conversion scheme. Temperature, pressure, and flow sensors were used as technical means of automation. The proposed automated control scheme, combined with computer processing of the data obtained, makes it possible to improve the research results, monitor and control the technological process, diagnose the operation of technical equipment, and ensure the stability of the carbon dioxide conversion process.

Key words: automation, computerization, chemical industry, laboratory research, control and management, conversion, plasma catalysis, carbon dioxide.