

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ДИХЛОРЕТАНУ З ХЛОРУ ТА ЕТИЛЕНУ

Омелянчук Є. П., Данькевич А. О., Коржик М. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, ihfantkor@gmail.com

Дихлоретан – важлива хімічна сполука, яка використовується у виробництві полімерних матеріалів, наприклад, полівінілхлориду, і як розчинник широко застосовується у різних галузях промисловості, зокрема для очищення нафтопродуктів, знежирення, фумігації зерна тощо [1]. Синтез дихлоретану для виробництва полімерів потребує високого ступеня чистоти кінцевого продукту (понад 99 %), що зазвичай досягається подальшою його ректифікацією.

Зниження енерговитрат на виробництво дихлоретану є актуальною науково-практичною задачею, для розв'язання якої необхідно створити ефективну систему автоматизації процесу синтезу, яка дозволить отримати кінцевий продукт задовільної якості без використання енергозатратного етапу ректифікації.

Процес виробництва дихлоретану заснований на реакції хлору з етиленом в рідкому середовищі у присутності каталізаторів. Ключовий етап – це реакція в хлораторі, де відбувається хімічний процес за контрольованими температурою та тиском.

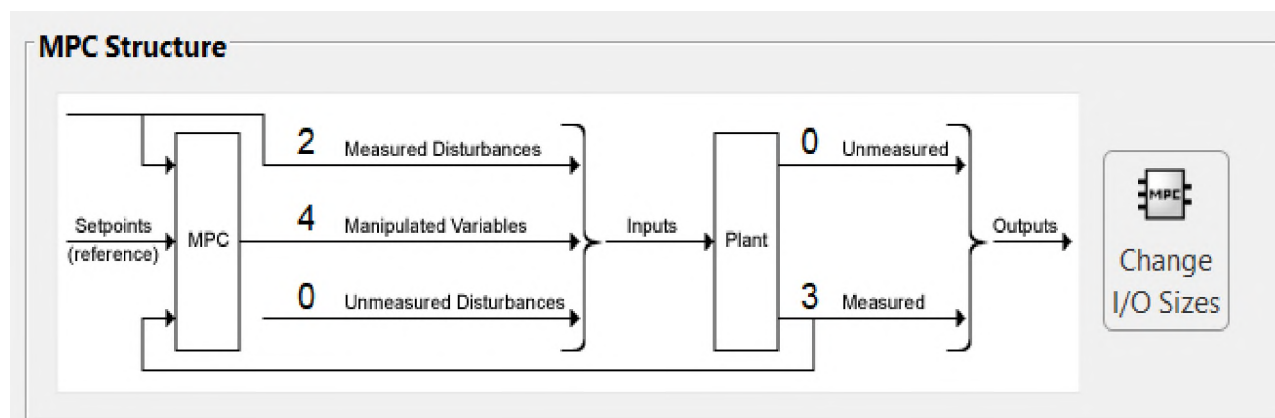
Система автоматизації потребує розробка математичної моделі хлоратору, яка дозволить виконати поетапний аналіз і оптимізацію процесу. Модель повинна враховувати взаємодії між компонентами та параметри робочого середовища, дозволяючи визначити оптимальні умови для реакції [2].

Процес виробництва дихлоретану є складним, оскільки залежить від багатьох факторів. Тому для комплексного аналізу поведінки об'єкта керування, зумовлену різними вхідними впливами, було вирішено застосувати систему автоматизації на основі Model Predictive Control (MPC) регулятора для прогнозування та оптимізації роботи хлоратору [3].

Перевагою використання MPC регулятора є те, що він дозволяє керувати багатовимірними об'єктами зі складною структурою, оптимізувати процеси у реальному часі, враховувати збурення та невизначеності у завданнях.

У роботі використано Model Predictive Control Toolbox for MatLab, який надає набір функцій, застосунок та блоки Simulink для проектування і моделювання регуляторів, що здійснюють керування із прогнозуючими моделями (MPC). Імітаційне моделювання замкненого контуру у застосунку також дозволяє оцінювати швидкодію регулятора [4].

Поведінка регулятора налаштовується шляхом зміни вагових коефіцієнтів та обмежень під час виконання. Для керування нелінійним об'єктом можна застосувати адаптивні та табличні регулятори з прогнозуванням (див. рисунок).



Структура MPC

Розробка схем автоматизації включає контроль та керування параметрами процесу, зокрема температурою, тиском, рівнем реактивів і продуктів реакції. Це забезпечує стабільність і безпеку виробничого процесу.

Важливим аспектом є забезпечення безпеки та здоров'я працівників, що включає контроль шкідливих викидів, підтримку оптимального мікроклімату в приміщеннях і заходи захисту від аварій та надзвичайних ситуацій.

Автоматизація процесу виробництва дихлоретану є ключовим фактором підвищення його ефективності та безпеки. Використання сучасних технологій керування і автоматизації, включаючи MPC, дозволяє оптимізувати виробничий процес, знижуючи ризики і покращуючи продуктивність [5].

Використання MPC-регулятора для синтезу систем керування хімічними процесами має значну перевагу над класичними підходами, оскільки він враховує усі вхідні змінні та вимірювані збурення, що впливають на систему, реалізовує оптимальне керування.

Подальшими напрямками дослідження є оптимізація технологічного процесу на основі математичної моделі. Це необхідно для того, аби визначити область припустимих значень незалежних змінних, дозволити визначити вимоги, що накладаються на верхні або нижні межі зміни характеристик функціонування системи, і встановити ліміти наявних ресурсів.

1. Дихлоретан – фізико-хімічні властивості, токсичність, механізм токсичної дії, клініка, профілактика та лікування [Електронний ресурс]. URL: <http://um.co.ua/3/3-10/3-108535.html>.

2. Шпарій, М. В. Удосконалення технології хлорування етилену: дис. канд. тех. наук: 05.17.04 / Національний університет «Львівська політехніка». Київ, 2021. 175 с.

3. Liuping Wang. Model Predictive Control System Design and Implementation Using MatLab. «Springer», 2009. 375 p.

4. Nassim Khaled, Bibin Pattel. Practical Design and Application of Model Predictive Control. MPC for MatLab and Simulink Users. «Elsevier», 2018. 248 p.

5. Курта С. А. Хімія та технологія хлорорганічних сполук : монографія. Івано-Франківськ : «Плай», 2009. 265 с.