

УДК 66.012-52

АНАЛІЗ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЄЮ СОЛЯНОГО РОЗЧИНУ В РЕЗЕРВУАРІ

Давидов Б.Ю., студент

Київський національний університет технологій та дизайну

Корогод Г.О., кандидат технічних наук, доцент

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: автоматизація, соляний розчин, концентрація, система керування, електропровідність, датчики.

У сучасних промислових процесах, зокрема у харчовій, хімічній та фармацевтичній галузях, широко застосовуються водні розчини солей. Одним із ключових параметрів таких систем є концентрація розчину, яка безпосередньо впливає на якість продукції, ефективність технологічного процесу та економічні показники виробництва.

Підтримання концентрації на заданому рівні є складним завданням, оскільки вона змінюється під впливом технологічних операцій, температурних коливань та інших факторів. У зв'язку з цим, актуальним є впровадження автоматизованих систем керування, здатних забезпечити стабільність параметрів у реальному часі.

Метою роботи є аналіз системи автоматизації процесу підтримання концентрації соляного розчину в технологічному резервуарі, що забезпечує стабільність процесу та підвищує точність вимірювання концентрації шляхом підбору ефективних та надійних засобів вимірювання.

Структура системи автоматизації

Автоматизована система підтримання концентрації соляного розчину реалізується за принципом замкненого контуру керування та включає основні елементи систем автоматизації технологічних процесів [1]:

- датчик концентрації (зазвичай електропровідності);
- датчик температури;
- контролер (ПЛК);
- виконавчі механізми (насоси, клапани);
- систему перемішування або циркуляції.

На рис. 1 наведено структурну схему системи.

Система функціонує таким чином: датчики здійснюють вимірювання концентрації та температури розчину і передають дані до контролера (ПЛК). Контролер порівнює поточне значення із заданим і формує керуючі сигнали. У разі відхилення концентрації здійснюється подача води або соляного розчину через виконавчі механізми, таким чином при зниженні концентрації система подає концентрований розчин або сіль, а при перевищенні – воду. Важливим є правильний вибір параметрів регулятора для уникнення перерегулювання та забезпечення стабільності процесу.

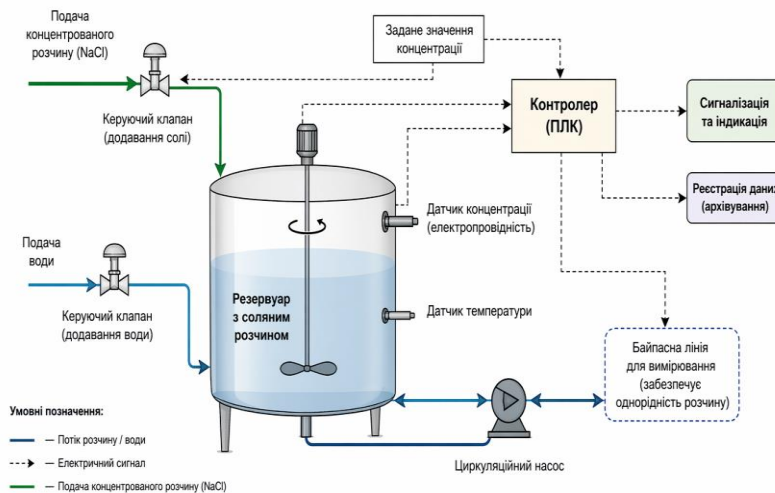


Рисунок 1 – Структурна схема системи автоматичного підтримання концентрації соляного розчину

Для підтримання концентрації застосовуються програмовані контролери (ПЛК), які керують всією системою. Зазвичай, сучасні контролери використовують ПД-закони регулювання, тобто працюють як ПД-регулятори. Регулятор постійно порівнює фактичні параметри з заданими та, у випадку їх неспівпадіння, формує відповідний сигнал керування. Це дозволяє враховувати поточні похибки, їх інтегральну складову та швидкість зміни параметрів. Таким чином, ПД-регулятор оперативно реагує на будь-які зміни в системі, підвищуючи ефективність та стабільність роботи.

У реальних умовах концентрація може змінюватися внаслідок нерівномірного перемішування розчину, що ускладнює процес контролю та знижує точність вимірювань. Тому, для забезпечення однорідності розчину в системі передбачено наявність циркуляційного насоса, який керується ПЛК через байпасну лінію зв'язку.

Для підвищення точності вимірювання концентрації соляного розчину важливим є вибір відповідних датчиків. Аналіз сучасних датчиків концентрації показує, що найбільш доцільним для промислового застосування є використання датчиків електропровідності. Даний метод базується на залежності електропровідності від концентрації іонів у розчині. Датчики електропровідності широко використовуються у промислових системах завдяки простоті, швидкодії та можливості безперервного контролю параметрів процесу [2]. Разом з тим їх точність може знижуватися внаслідок забруднення або зношення електродів.

В цьому випадку, альтернативним підходом є використання ультразвукових датчиків, які дозволяють визначати концентрацію за швидкістю поширення хвиль у середовищі. Такі методи забезпечують високу точність та перспективні для використання в складних умовах [3]. Однак, з іншого боку ультразвукові датчики є вартісними, що знижує їх частоту використання.

Таким чином, використання датчиків електропровідності є оптимальним з точки зору співвідношення точності, вартості та простоти реалізації.

Однак, не зважаючи на підбір ефективних та оптимальних засобів вимірювання в процесі експлуатації системи виникають наступні проблеми:

- забруднення датчиків та осадження солі;
- корозія обладнання;
- температурний вплив на вимірювання;
- інерційність системи;
- неоднорідність розчину.

Зокрема, зміна стану поверхні електродів може призводити до похибок вимірювання концентрації, що вимагає регулярної калібровки [2]. Крім того, вимірювання концентрації тісно пов'язане з температурою. Тому, для підвищення ефективності системи доцільно використовувати температурну компенсацію та застосовувати сучасні матеріали, які є стійкими до корозії.

Таким чином, для ефективної роботи автоматизованої системи підтримання концентрації соляного розчину необхідно врахувати зазначені фактори при налаштуванні ПЛК та застосувати відповідні адаптивні алгоритми його роботи.

Висновки

Проведений аналіз показав, що автоматизація процесу підтримання концентрації соляного розчину є необхідною умовою стабільної роботи технологічних систем. Найбільш ефективним рішенням є використання датчиків електропровідності у поєднанні з автоматичними системами керування, що дозволяє забезпечити безперервний контроль параметрів процесу.

Отже, впровадження автоматизованих систем сприяє підвищенню точності регулювання, зменшенню впливу людського фактору та оптимізації виробничих процесів.

Список використаних джерел

1. Bolton W. Instrumentation and Control Systems. – Amsterdam: Elsevier, 2015. – 320 p.
2. Joseph M. B., Colburn A., Mollart T. P., Palmer N., Newton M. E., Macpherson J. V. A synthetic diamond conductivity sensor: Design rules and applications // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2017. – Vol. 238. – P. 1128–1135.
3. Meng R., Ma X., Wang Z., Dong L., Yang T., Liu D. Design and test of high accurately measuring equipment for NaCl water solution utilizing ultrasonic velocity with temperature correction // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – Vol. 31, No. 8. – P. 290–295.