

Експлуатаційний персонал отримує можливість в режимі реального часу отримувати дані про накопичення металізованого пилу в колекторі

Усі служби, відповідальні за підготовку планово-попереджувальних ремонтів, зможуть завчасно передбачати необхідні ресурси для своєчасного вивантаження металізованого пилу з колектору.

Дані за величиною навантажень на несучі конструкції автоматично надходять на e-mail відповідальних осіб і фіксуються в модулі SAP Manufacturing Integration and Intelligence* (SAP application for synchronizing manufacturing operations with both back-office business processes and standardized data. It functions as a data hub between SAP ERP and operational applications).

Пропоноване рішення дозволить не збільшувати металоємність колектору, не вимагатиме зміни конструкції існуючих несучих/опорних елементів і дозволять виключити ризики незмінних деформацій через відсутність даних за величиною навантаження на опорні конструкції.

DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-87>

RESEARCH OF AUTOMATIC WATER LEVEL CONTROL IN A TANK

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ВОДИ В БАЦІ

Vinkovskyi M.S.
*student (group 151-22-1m),
LLC "Technical university
"Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Вінковський М.С.
*студент гр. 151-22-1м,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Koifman O.O.
*PhD (Engineering),
Associate Professor, LLC "Technical
university "Metinvest polytechnic",
Zaporizhzhia, Ukraine*

Койфман О.О.
*к.т.н., доцент,
ТОВ «Технічний університет
«Метінвест політехніка»,
м. Запоріжжя, Україна*

Автоматичне регулювання рівня рідини в баках є однією з ключових технологічних операцій в різних промислових галузях, наприклад для підготовки підживлювальної води, яка використовується в ТЕЦ металургійних комбінатів. Точне і надійне регулювання рівня є важливим для забезпечення безперервного виробництва та уникнення

небезпечних ситуацій, таких як перелив рідини або недостатній рівень для підживлення котлів парогенераторів.

Ця робота присвячена дослідженню різних законів автоматичного регулювання рівня в баках, включаючи їх переваги, недоліки та області застосування.

Необхідно зазначити наступні технічні аспекти автоматичного регулювання рівня в баках, яке зазвичай включає в себе наступні елементи: сенсор рівня для вимірювання значення поточного рівня рідини в баці та передавання цієї інформації контролеру; електронний або програмний контролер для обробки сигналу від сенсора рівня і видачі сигналу для керування виконавчими пристроями; виконавчі пристрої для регулювання рівня рідини в баці, такі як насоси, клапани або інші.

Також можна виділити наступні регулятори для автоматичного регулювання рівня:

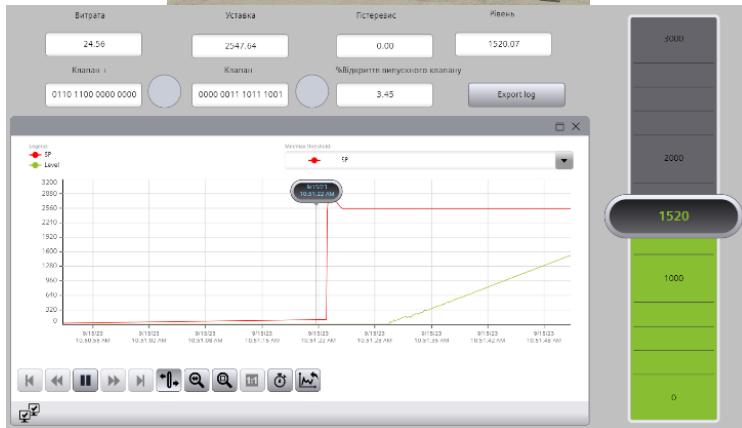
1. Пропорціональний регулятор (П) базується на відносному відхиленні поточного рівня від заданого значення. Він видає сигнали виконавчому пристрою пропорційно цьому відхиленню. Цей метод простий та досить ефективний, але може призводити до постійного зсуву (offset), коли система не досягає точного значення рівня.

2. Пропорціонально-інтегральний регулятор (ПІ) включає в себе інтегральну ділянку, яка компенсує постійний зсув. Цей метод допомагає досягти точності в регулюванні та знижує статичну похибку.

3. Пропорціонально-інтегрально-диференціальний регулятор (ПІД) є найбільш універсальним методом і зазвичай забезпечує найкращу продуктивність та точність регулювання.

Для проведення дослідження було реалізовано цифровий двійник бака-накопичувача (рис. 1, а) за допомогою Factory I/O – програмного застосунку від виробника Real Games для симуляції програмованих контролерів (PLC) різних фірм, таких як Siemens і Allen-Bradley, а також використовуючи такі протоколи як Modbus & OPC, та тривимірної візуалізації різноманітних виробництв на основі заздалегідь визначених компонентів.

В якості програмного регулятора було обрано симулятор контролера S7-PLCSIM Advance V4.0 та для аналізу і обробки даних використано пакет WinCC Unified (рис. 1,б). Ці продукти фірми Siemens, як і Factory I/O, можна віднести до концепції Industry 4.0.



а)

б)

Рис. 1. Цифровий двійник бака-накопичувача (а) та Web-інтерфейс WinCC Unified (б)

Для розширення можливості дистанційного керування моделлю і роботи над експериментом декількома людьми була додатково створена програма в середовищі Node-RED, яке дозволяє поєднати передачу даних по протоколу MQTT з моделлю бака (рис. 2).



Рис. 2. Взаємозв'язок програмного забезпечення

Загалом, наведені інструменти дозволяють проводити експерименти цілком в кіберпросторі, з апаратної частини використовуючи лише комп'ютер. Це забезпечує безпеку дослідів, низький ризик та більший діапазон можливостей, якщо порівнювати з дослідженнями на реальних об'єктах.

В рамках дослідження були проведені порівняння різних типів регуляторів рівня води: релейний, П-регулятор, жорсткий і усереднюючий ПІ-регулятор, ПІД-контролер який налаштований за допомогою вбудованих можливостей TIA Portal, таких як автотюнінг, а також ПІД-контролер, налаштований за допомогою нейромережі в середовищі MATLAB.

На рис. 3 зображені результати дослідів для релейного (а), ПІД-регулятора (б), та два ПІ-регулятора з різними параметрами (в) і (г).

Релейний регулятор (рис. 3, а) забезпечує швидке досягнення уставки, однак низку точність. До переваг цього регулятора можна віднести його простоту. За необхідністю його можливо відтворити без використання мікропроцесорної техніки. ПІД-регулятор (рис. 3, б), налаштований за допомогою вбудованого автотюнінгу в TIA Portal, забезпечує точне регулювання, однак занадто часто змінює положення виконавчого клапану, що приводить до небажаних частих коливань. ПІ-регулятор з параметрами $K_p=1$ і $t_i=12$ с (рис. 3, в) надає результаті схожі з релейним регулятором, однак перехідний процес більш «м'який» та точний. ПІ-регулятор з параметрами $K_p=0,6$ і $t_i=1200$ с (рис. 3, г) забезпечує максимально стабільне підтримання заданого параметра, однак має динамічну похибку до 1,2%.

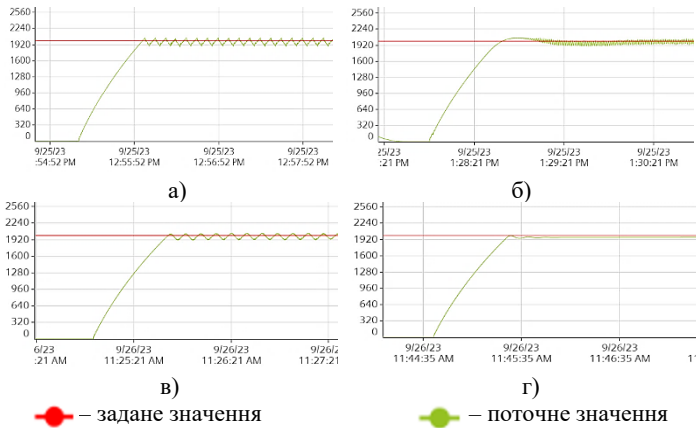


Рис. 3. Результати досліджень

В подальшому отримані результати та висновки досліджень будуть представлені у докладі на конференції та при захисті кваліфікаційної випускної роботи на здобуття другого магістерського рівня вищої освіти.

Перелік використаних джерел

1. Corripio A. B. Tuning of Industrial Control Systems Second Edition. 2nd ed. North Carolina, 2001. 230 p.
2. Siemens AG. SIMATIC S7-1200 easy book manual: Nürnberg, Germany: Division Digital Factory, 2015. 454 p.