

УДК 681.5

*Вернидуб Б.Д., здобувач,  
Кравчук А.Р., доцент,  
Пуховський Є.С., д.т.н., професор  
Державний університет «Житомирська політехніка»*

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РІВНЕМ РІДИНИ В РЕЗЕРВУАРІ**

Розробка системи автоматичного керування рівнем рідини в резервуарі є актуальним завданням промислової автоматизації, оскільки стабілізація рівня рідини належить до ключових умов надійного функціонування багатьох технологічних процесів у харчовій, хімічній та енергетичній галузях. Відхилення рівня від заданого значення може спричинити порушення режимів роботи обладнання, погіршення якості продукції, зниження ефективності технологічного процесу та виникнення аварійних ситуацій. У зв'язку з цим доцільним є застосування автоматизованої системи керування, яка забезпечує безперервний контроль рівня рідини, його порівняння із заданим значенням та формування відповідного керуючого впливу на виконавчі механізми.

Об'єктом керування в такій системі є резервуар із рідиною, який характеризується інерційними властивостями, оскільки зміна рівня відбувається не миттєво, а в часі під впливом вхідних і вихідних потоків. Для вимірювання поточного значення рівня можуть застосовуватися ультразвукові або гідростатичні датчики, які забезпечують достатню точність і надійність контролю. Обробка виміряного сигналу та реалізація алгоритму регулювання здійснюються за допомогою програмованого логічного контролера або мікропроцесорної системи. Керуючий вплив передається на виконавчі механізми, зокрема на частотно-регульований електропривод насоса або електропривідну засувку, що дає змогу змінювати подачу рідини відповідно до поточних умов роботи системи.

З огляду на динамічні властивості об'єкта для забезпечення необхідної точності та стійкості доцільно використовувати ПД-регулятор, закон керування якого описується виразом:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}, \text{ де } e(t) = h_{\text{зад}} - h(t)$$

Пропорційна складова забезпечує швидку реакцію системи на виникнення відхилення, інтегральна – усуває статичну похибку в усталеному режимі, а диференціальна – враховує швидкість зміни регульованої величини та підвищує якість перехідного процесу за рахунок зменшення перерегулювання.



Рис.1. Схема апаратної реалізації системи автоматичного керування

Функціонування системи автоматичного керування реалізується циклічно. На початковому етапі виконується ініціалізація датчиків і керуючого модуля, після чого система переходить у режим безперервного опитування вимірювального каналу. Отримане значення рівня порівнюється із заданим, на основі чого визначається похибка регулювання. Якщо поточний рівень відповідає встановленому режиму, насос працює в режимі підтримання або вимикається. У разі наявності відхилення контролер обчислює керуючий сигнал за ПІД-алгоритмом і подає його на виконавчий механізм, який змінює інтенсивність подачі або відведення рідини. Після цього цикл повторюється, що забезпечує безперервне автоматичне підтримання рівня в заданих межах.

Розроблена система може застосовуватися у водоочисних, харчових, хімічних та енергетичних установках, де потрібне точне регулювання рівня рідини. Її використання підвищує стабільність технологічних процесів, зменшує вплив людського фактора та забезпечує надійну роботу обладнання.

**Список використаних джерел:**

1. Achu Govind K.R., Mahapatra, S. *Improving precision and robustness in level control of coupled tank systems: A tree seed optimization and  $\mu$ -analysis approach*. Results in Control and Optimization, 2024.