

Осадчий В. В.¹, Назарова О.С.¹, Рудім Б.Ю.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-310сп НУ «Запорізька політехніка»

ЗНАХОДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПІ-РЕГУЛЯТОРА В СИСТЕМІ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ РІВНЕМ РІДИНИ

Підтримання заданого рівня рідини є важливою задачею у багатьох сферах промисловості, таких як виготовлення будівельних матеріалів, харчова і хімічна промисловість, нафтопереробний сектор та інші.

Стабільний рівень дозволяє забезпечити безаварійність технологічного процесу, в той час як перевищення допустимих значень може призвести до втрат сировини, зниження продуктивності та, відповідно, до економічних втрат. Для задач стабілізації найбільш розповсюдженими є П- та ПІ-регулятори [1-3]. Зважаючи на недолік П-регулятора, а саме, статична похибка при наявності витрати рідини, більш привабливим є використання ПІ-регулятора. З іншого боку транспортне запізнення, призводить до збільшення коливальності перехідного процесу відносно системи без запізнення.

Тому знаходження коефіцієнтів ПІ-регулятора системи автоматичного керування рівнем рідини шляхом комп'ютерного моделювання з урахуванням транспортного запізнення, нелінійності регульовальної характеристики насосу і наявності зони нечутливості, є актуальною задачею.

Метою роботи є знаходження коефіцієнтів ПІ-регулятора, які максимально наближають перехідний процес в системі з транспортним запізненням до параметрів системи без запізнення з урахуванням нелінійності регульовальної характеристики насосу і наявності зони нечутливості.

Дослідження проводилися з використанням комп'ютерної моделі лабораторного стенду [4]. Пошук оптимальних коефіцієнтів ПІ-регулятора, які б забезпечували бажані характеристики перехідних процесів [5, 6], проводився шляхом мінімізації відхилення реального перехідного процесу від цільового.

У якості критерія оптимальності використовувався інтегральний квадратичний функціонал. Пошук мінімуму функціоналу проводився шляхом послідовного заповнення результатами моделювання комірок п'яти таблиць розміром 5x5, в яких рядки відповідають значенням інтегральної складової регулятора (K_i), а стовпчики - значенням пропорційної складової регулятора (K_p). Комірка з найменшим значенням

функціоналу поточної таблиці визначала коефіцієнтам K_i , K_r , в наступній таблиці розташовувалась по центру.

При цьому інтервал між сусідніми значеннями коефіцієнтів зменшувався в два рази. В результаті дослідження встановлено, що точки мінімуми функціоналу для сигналу керування і рівня рідини не співпадають. При цьому у точці мінімуму функціонала для рівня рідини спостерігається більша амплітуда коливань сигналу керування, а у точці мінімуму функціонала для сигналу керування – збільшення тривалості перехідного процесу.

Отже, використання інтегрального квадратичного функціоналу дозволяє здійснити пошук оптимальних значень коефіцієнтів П-регулятора, які максимально наближають реальні перехідні процеси до заданих для сигналу керування і рівня рідини.

Остаточне рішення щодо вибору коефіцієнтів повинно базуватися на встановленні пріоритетів між швидкістю і зносом обладнання, яке обумовлене більшою амплітудою і коливальністю сигналу керування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Rahmawati, T. A. A remedy design of PI controller for liquid level control, / Rahmawati, T. A., Fakhriy, N. A., Pratama, G. N. P., Cahyadi, A. I., Herdjunto, S. // International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT), Yogyakarta, 2018. - P. 661-666. <https://doi.org/10.1109/ICOIACT.2018.8350821>
2. William L.Luyben, Liquid level control: Simplicity and complexity / L.Luyben William // Journal of Process Control, 2020. - Vol. 86. - P. 57-64. <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2019.12.008>
3. Kouadria, S. Development of real time wind turbine emulator based on DC motor controlled by PI regulator / S. Kouadria, S. Belfedhal, E. M. Berkouk and Y. Meslem // 2013 Eighth International Conference and Exhibition on Ecological Vehicles and Renewable Energies (EVER), 2013. - P. 1-5. doi: 10.1109/EVER.2013.6521602.
4. Osadchyy, V. Laboratory stand for investigation of liquid level microprocessor control systems / V. Osadchyy, O. Nazarova // 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine, 2020. - P. 1-4, doi: 10.1109/PAEP49887.2020.9240868.
5. Nazarova, O. Software and hardware complex for the study of electropneumatic mechatronic systems / O. Nazarova, V. Osadchyy, S. Shulzhenko, M. Olieinikov // 2022 IEEE 4th International Conference on Modern Electrical and Energy System (MEES), Kremenchuk, Ukraine, 2022. - P. 1-6, doi: 10.1109/MEES58014.2022.10005698.