

МОДЕЛЮВАННЯ РЕАГУВАННЯ ПОПИТОМ ВОДОНАГРІВАЧА В OPENMODELICA

Кіянчук В.М., Махотіло К.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Електричні накопичувальні водонагрівачі (ЕНВ) описуються як вертикальні циліндричні резервуари (баки), що функціонують під дією термогідрравлічних явищ: теплопровідності, виштовхувальної сили, примусової конвекції та перемішування через розбір гарячої та впуск холодної води, а також теплових втрат. У літературі зустрічаються моделі ЕНВ з різним підходом до розгляду перемішування води: з ідеальним перемішуванням та зі стратифікацією. Перший підхід простіший і може застосовуватись для оцінки запасу теплової енергії у баку на великих проміжках часу, але для моделювання споживання електричної енергії він не підходить, адже призводить до хибних результатів.

Для точного визначення моментів включення ЕНВ потрібно розрізняти шари води з різною температурою, що має велике значення для участі ЕНВ в програмах керування попитом в межах ринку електричної енергії. Визначення температурного профілю внутрішнього середовища ЕНВ - це складна задача, що потребує побудови та числового розв'язання системи просторово-часових диференціальних рівнянь в частинних похідних. В [1] запропоновано модель, яка має спрощення, характерні для ЕНВ об'ємом до 200-300 л, але повна ідентифікація її параметрів залишається не визначеною.

У цьому дослідженні для чисельного моделювання ЕНВ використане середовище моделювання з відкритим кодом OpenModelica [1]. Особливістю OpenModelica є підхід співмоделювання, при якому допускається використання в одній системі більше одного типу моделей і більше одного розв'язувача, що співпрацюють для повного відтворення системи. Для кожної підмоделі за допомогою мови Modelica та специфічного для неї математичного інструменту створюються модулі функціонального макета, у нашому випадку: бака, термостата та контролера нагрівача. Модулі спілкуються один з одним в системі, яка відповідає за їх координатацію та синхронізацію модельного часу. Проведені ідентифікація параметрів та моделювання реального ЕНВ, експериментально дослідженого в [2], показали високу точність моделі, достатню для дослідження участі ЕНВ в програмах керування попитом.

Література:

1. Beeker N., Malisani P., Petit N. Dynamical modeling for electric hot water tanks // IFAC-PapersOnLine, vol. 48, no. 11, 2015, p. 78–85,.
2. P. Fritzson et al. The OpenModelica Integrated Environment for Modeling, Simulation, and Model-Based Development // Modeling, Identification and Control: A Norwegian Research Bulletin, vol. 41, no. 4, 2020, p. 241–295.
3. Кіянчук В., Махотіло К. Участь побутових споживачів на енергетичних ринках через керування попитом // Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит, № 9-10 (187-188), 2023, с. 6-35.