

УДК 620.92

МОДЕЛЮВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ КОТЕДЖНОГО ПОСЕЛЕННЯ

Кулапін О.В., Махотіло К.В.

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

Екологічні та комерційні переваги разом з державною підтримкою обумовлюють широку інтеграцію відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в енергосистемі. Але крім переваг, масове розгортання ВДЕ створює додаткові проблеми для балансування і стабільності роботи енергосистеми. Вони можуть бути вирішені шляхом створення віртуальних електростанцій (ВрЕС) на ВДЕ [1]. Географічно розподілені ВДЕ та інші енергоресурси (акумуляторні системи зберігання енергії, дахові фотоелектричні системи, малі гідроелектростанції, електромобілі, самі промислові та комерційні споживачі) можуть бути об'єднані для спільної генерації та надання допоміжних послуг. Вони включають в себе планування і повторну диспетчеризацію, управління напругою, частотою, реактивною потужністю, балансування споживання та генерації. Поєднуючи розподілені енергоресурси в межах ВрЕС, енергосистема отримує інструмент, який дозволяє активно включати споживачів-просьюмерів в надання додаткових послуг операторам системи передачі та розподільчої системи.

ВрЕС, як інфраструктура інформаційно-комунікаційних технологій, може бути реалізована у автономному або хмарному вигляді. Конкретні цілі функціонування ВрЕС залежать від ринкового середовища, де головною метою є об'єднання розподілених енергоресурсів для моніторингу, прогнозування та управління виробництвом та споживанням енергії. В цій роботі прикладом такого розподіленого енергоресурсу є смарт мережа (СМ), що поєднує споживачів-просьюмерів, які мешкають в одному котеджному селищі та мають власні дахові фотоелектричні системи з акумуляторами [2]. Для моделювання та оцінки ефективності різних алгоритмів управління роботою такої СМ в межах ВрЕС необхідно мати моделі графіків навантаження, наближених до реальності.

Як тестові об'єкти дослідження в роботі розглянуто два типи сім'ї: одна складається з двох дорослих працюючих людей, інша з двох працюючих дорослих і двох дітей підліткового віку. Склад побутового обладнання сімей відповідає сучасним уявленням о комфорті. Прийнято, що будинки обладнані газовою системою опалення та гарячого водопостачання.

На рис. 1 показаний приклад добового профілю навантаження сім'ї першого типу (крива 1), що використовувався для моделювання в роботі [2]. Цю модель навантаження побудовано за типовими графіками усередненого навантаження великої групи побутових споживачів. Його недоліком є зavelикий рівень усереднення, що приховує спорадичний характер споживання у побуті.

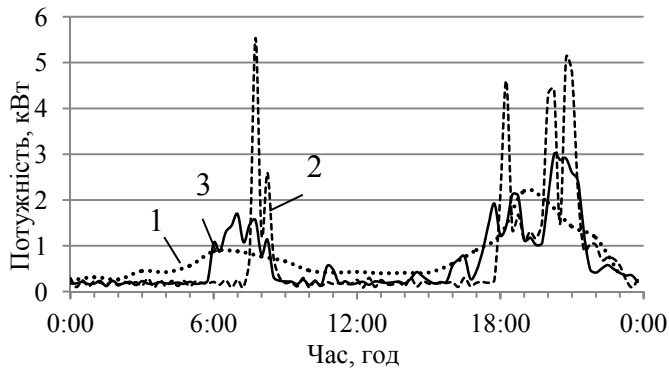


Рисунок 1 – Типи графіків навантаження:
1 – типовий; 2 – згенерований LPG; 3 – усереднений

В роботі [3] запропоновано новий метод моделювання навантаження в домашньому господарстві, побудований на аналізі і статистичному врахуванні поведінки мешканців. На його базі створено генератор профілів навантаження LPG. Крива 2 на рис. 1 показує приклад однієї можливої реалізації моделі LPG для тієї ж тестової сім'ї.

Як видно, згенерований профіль навантаження дуже детально відображає побутове споживання, наприклад, має круті піки від приготування їжі або включення надпотужних побутових приладів. Але недоліком графіків, згенерованих LPG, є їх абсолютна унікальність. При кожному виклику процедури генерації отримується новий графік з непередбачуваними випадковими змінами. Для розробки алгоритмів керування СМ така модель графіку навантаження не підходить.

В роботі запропоновано використати результати роботи моделі [3] для отримання більш репрезентативних усереднених графіків навантаження тестових сімей. Для цього усереднено від 15 до 30 окремих реалізацій випадкових графіків навантаження, згенерованими LPG для кожного типу сім'ї. Такі усереднені графіки побудовано окремо для робочих і вихідних днів в кожному періоді року, що відповідає тривалості світлового дня, яка не змінюється більш ніж на 15 хвилин.

Крива 3 на рис. 1 представляє приклад отриманого усередненого графіка добового навантаження для першого типу сім'ї. Як видно, його перевагою у порівнянні з кривою 1 є більш детальне відображення складу побутового обладнання сім'ї, різко змінного характеру побутового споживання, зокрема наявність багатьох піків навантаження. У порівнянні з випадковою кривою 2, усереднений графік дозволяє повторне відтворення, згладжує піки навантаження, пов'язані з випадковим одночасним використанням побутового обладнання, але зберігає їх часовий діапазон.

Таким чином, запропонований підхід до моделювання навантаження споживачів-просьюмерів відповідає вимогам задачі керування СМ.

Список використаних джерел:

1. Кулапін О. В., Підходи до визначення та стан розвитку концепцій інтелектуальних енергосистем і віртуальних електростанцій/ О. В. Кулапін, К. В. Махотіло // Вісник Національного технічного університету «ХПІ», Серія: Енергетика надійність та енергоефективність, № 29 (1354) 2019. - С. 91-96.
2. Кулапін О. В., Моделювання смарт-мережі споживачів-просьюмерів з фотоелектричними системами / О. В. Кулапін, К. В. Махотіло // Вісник Національного технічного університету «ХПІ», № 14 (1339), 2019. – С. 61-66.
3. Pflugradt, N.; Platzer, B. Behavior based load profile generator for domestic hot water and electricity use // Innostock 12th International Conference on Energy Storage, Lleida, 2012.

УДК 621.314.212

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПІЗНАВАННЯ ЧАСТКОВИХ РОЗРЯДІВ ВИСОКОВОЛЬТНОГО МАСЛОНАПОВНЕНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ РОЗЧИНЕНИХ В МАСЛІ ГАЗІВ

Кулик О.С., Шутенко О.В.

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

Часткові розряди (ЧР) – це розряди в повітряних або газових порожнинах, що утворилися внаслідок неповного просочення або зволоження ізоляції. Залежно від інтенсивності ЧР в деяких стандартах розрізняють ЧР з низькою і високою щільністю енергії. Вважається, що ЧР з низькою щільністю енергії не залишають слідів або не призводять до пробою твердої ізоляції. У більшості відомих стандартах для розпізнавання ЧР регламентовані наступні значення відношень газів: $\text{CH}_4/\text{H}_2 < 0,1$ і $\text{C}_2\text{H}_4/\text{C}_2\text{H}_6 < 0,2$. Відношення $\text{C}_2\text{H}_2/\text{C}_2\text{H}_4$ не є характерним для ЧР з низькою щільністю енергії. Згідно методу ключового газу в обладнанні з ЧР міститься близько 85% H_2 , 13% CH_4 , та приблизно 1% C_2H_6 і C_2H_4 , а C_2H_2 , як правило, відсутній. Однак, наведені в [1, 2] результати досліджень показують, що при розвитку ЧР в обладнанні і значення відношень газів, і їх вміст не завжди збігаються з регламентованими значеннями. Як приклад, в даній роботі наведені результати комплексного аналізу вмісту газів для 139 одиниць маслонаповненого обладнання, в якому були виявлені ЧР з урахуванням відсоткового вмісту газів, що дозволило виявити 4 групи даних, що істотно