

ВІДГУК
офіційного опонента
завідувача кафедри електроенергетичних систем
Національного університету «Львівська політехніка»
доктора технічних наук, професора
Сегеди Михайла Станковича

на дисертаційну роботу Замкової Ольги Андріївни на тему «Підвищення енергетичної ефективності режимів систем електропостачання житлових будинків», представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 - Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми.

Актуальність теми дисертаційного дослідження визначається необхідністю забезпечення енергетичної стійкості житлового сектору України в умовах повномасштабного вторгнення, що супроводжується значними руйнуваннями об'єктів енергетичної інфраструктури, систем централізованого теплопостачання та електричних мереж. Внаслідок масованих атак на енергетичні об'єкти суттєво зросла потреба у модернізації систем енергозабезпечення будівель, переході до децентралізованих джерел живлення та підвищенні автономності житлового фонду.

Одним із найбільш перспективних напрямів післявоєнного відновлення енергетичної інфраструктури є переведення житлових будинків із централізованого теплопостачання на електричні системи опалення, насамперед із використанням вискоєфективних теплових насосів, локальних фотоелектричних станцій та систем накопичення електричної енергії. Вже сьогодні значна кількість територіальних громад реалізує чи розглядає відповідні проєкти як інструмент підвищення енергетичної безпеки, подолання викликів, пов'язаних з руйнуванням централізованих теплових мереж та великих котелень і ТЕЦ.

Разом із тим, масове впровадження електроопалення призводить до істотної зміни режимів роботи систем електропостачання житлових будівель та значного збільшення електричних навантажень. Використання діючих нормативних методик визначення розрахункової потужності, які були розроблені для будівель із традиційними централізованими системами теплопостачання та не враховують сучасний рівень енергетичної ефективності будівель, може призводити як до необґрунтованого завищення встановленої потужності електротехнічного обладнання, так і до неефективного використання інвестиційних ресурсів під час реконструкції житлового фонду.

Особливої актуальності набуває наукове обґрунтування раціонального вибору параметрів систем електропостачання та потужності систем електроопалення, що забезпечить мінімізацію капітальних витрат, ефективне використання пропускної здатності електричних мереж, зниження пікових навантажень і підвищення надійності електропостачання житлового сектора. Вирішення зазначених завдань є важливою складовою забезпечення енергетичної стійкості, повоєнного відновлення інфраструктури України та реалізації державної політики у сфері енергоефективності й декарбонізації.

У зв'язку з цим актуальним науковим завданням є розроблення підходів до визначення раціональних параметрів режимів систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків з урахуванням комплексного впливу енергетичної ефективності будівель, рівня автоматизації інженерних систем, використання теплових насосів та відновлюваних джерел енергії, що в більшості випадків забезпечує зменшення встановленої потужності систем електропостачання, підвищення ефективності використання електричної енергії та зниження експлуатаційних витрат.

Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій дисертаційного дослідження.

Дисертаційна робота Замкової О.А. виконана на високому науково-технічному рівні. Рівень обґрунтованості сформульованих у роботі наукових положень і висновків є достатнім й підтверджується результатами дослідження.

Наукові положення, висновки та рекомендації, наведені у дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими та логічно взаємопов'язаними. Здобувачем

проведено комплексне дослідження, що базується на використанні сучасних методів аналізу режимів систем електропостачання, математичного моделювання енергетичних процесів, теорії електричних навантажень, аналізу показників енергетичної ефективності будівель, положень чинних нормативних документів України та міжнародних стандартів у сфері енергетичної ефективності.

Обґрунтованість отриманих результатів забезпечується використанням значного обсягу статистичних даних щодо житлового фонду України, нормативних та фактичних характеристик кліматичних зон, параметрів обладнання сучасних систем електроопалення та теплопостачання. Запропоновані здобувачем методичні підходи ґрунтуються на сучасних принципах функціонування енергоефективних будівель та враховують комплексний вплив технічних, кліматичних і режимних факторів на параметри систем електропостачання.

Висновки дисертаційної роботи повністю відповідають поставленим завданням дослідження, впливають із виконаних теоретичних та прикладних досліджень, є логічно аргументованими та підтверджуються отриманими результатами моделювання.

Достовірність результатів досліджень забезпечується адекватністю використаних методів дослідження, поставленій меті та завданням, а також системним підходом до опрацювання наукових джерел. Отримані результати пройшли апробацію під час реалізації проєктів переведення на електроопалення багатоквартирних житлових будинків у м. Дніпрі, що підтверджується актом впровадження.

Під час виконання досліджень здобувачем використано нормативні методики визначення електричних навантажень, чинні державні будівельні норми, результати енергетичної сертифікації будівель, статистичні кліматичні дані для всіх регіонів України, а також сучасні методи моделювання роботи теплових насосів, фотоелектричних систем та систем накопичення електричної енергії.

Достовірність отриманих результатів підтверджується узгодженістю результатів математичного моделювання із сучасними науковими

дослідженнями у сфері енергетичної ефективності будівель, аналізом великої кількості варіантів режимів роботи систем електропостачання та комплексним урахуванням основних факторів, що впливають на формування електричних навантажень багатоквартирних житлових будинків.

Практична цінність отриманих результатів підтверджується можливістю їх використання під час реконструкції житлового фонду, проектування сучасних систем електропостачання будівель, модернізації систем електроопалення та впровадження відновлюваних джерел енергії.

Результати досліджень пройшли апробацію на дев'яти конференціях всеукраїнського та міжнародного рівня.

Основні результати отримані Замковою О.А. в дисертаційній роботі, які мають суттєву наукову новизну.

До найбільш вагомих результатів дисертаційної роботи, що характеризуються науковою новизною, необхідно віднести:

- встановлення закономірностей впливу класу енергетичної ефективності будівель, рівня автоматизації інженерних систем та використання теплових насосів на формування режимів роботи систем електропостачання житлових будинків;
- розроблення методичного підходу до визначення раціональної потужності систем електроопалення багатоквартирних житлових будинків, який, на відміну від існуючих методик, враховує клас енергетичної ефективності будівлі, рівень автоматизації систем управління енергоспоживанням, характеристики систем кліматизації та кліматичні умови експлуатації;
- розроблення підходу до формування інверсного закону керування системою електроопалення, використання якого забезпечує вирівнювання добового графіка сумарного електричного навантаження та зменшення розрахункової потужності систем електропостачання на 14-30 %;
- удосконалення методичних підходів до визначення електричних навантажень багатоквартирних житлових будинків під час переходу на

теплонасосне опалення шляхом комплексного врахування теплотехнічних характеристик будівель, режимів роботи систем кліматизації та параметрів сучасних систем автоматизованого керування;

- отримання нових результатів щодо оцінювання ефективності інтеграції дахових фотоелектричних станцій, систем накопичення електричної енергії та теплових насосів у системи електропостачання житлових будинків в частині досягнення показників операційної кліматичної нейтральності.

Наведені результати є достатньо аргументованими, мають практичне значення та можуть бути використані під час проєктування і модернізації систем електропостачання житлових будинків.

Оцінка змісту дисертації.

Дисертаційне дослідження виконане державною мовою з дотриманням норм наукового стилю. Структурна організація матеріалу є логічною, послідовною та забезпечує цілісність викладу. Використання чіткої термінології, обґрунтованих висновків і рекомендацій сприяє зрозумілості та практичній цінності представлених результатів.

Робота складається зі вступної частини, чотирьох основних розділів, висновків, переліку джерел і додатку. Загальний обсяг становить 169 сторінок, з яких основний зміст подано на 147 сторінках. Оформлення дисертації відповідає чинним нормативним вимогам щодо підготовки наукових робіт.

У першому розділі виконано ґрунтовний аналіз сучасного стану розвитку систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків, досліджено тенденції підвищення енергетичної ефективності житлового фонду, проаналізовано сучасні технології електроопалення, використання теплових насосів, фотоелектричних станцій та систем накопичення електроенергії. Авторкою критично проаналізовано існуючі нормативні підходи до визначення електричних навантажень житлових будівель та обґрунтовано необхідність їх удосконалення.

Другий розділ присвячено розробці методичних підходів до визначення раціональної потужності систем електроопалення багатоквартирних житлових будинків. У розділі досліджено вплив класів енергетичної ефективності,

особливостей кліматичних умов України, рівнів автоматизації інженерних систем та використання теплонасосного обладнання на формування електричних навантажень. Значну увагу приділено обґрунтуванню переходу від традиційних нормативних методик до сучасних підходів, що враховують реальні режими експлуатації будівель.

У третьому розділі наведено результати моделювання режимів роботи систем електропостачання житлових будинків із застосуванням сучасних систем електроопалення, теплових насосів, фотоелектричних станцій та систем накопичення електричної енергії. Здобувачем досліджено вплив алгоритмів керування електричним навантаженням на формування добових графіків електроспоживання, визначено умови зменшення пікових навантажень та обґрунтовано доцільність використання інверсного закону керування системою електроопалення.

Четвертий розділ присвячено оцінюванню технічної, енергетичної та економічної ефективності запропонованих технічних рішень. Виконано аналіз економічної доцільності впровадження теплових насосів і фотоелектричних систем, визначено показники енергетичної ефективності та скорочення викидів парникових газів. Наведено рекомендації щодо практичного застосування отриманих результатів під час модернізації систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків.

У цілому зміст дисертаційної роботи є логічним, послідовним та повністю відповідає сформульованій меті й поставленим завданням дослідження. Кожний розділ є завершеним етапом дослідження, а їх сукупність забезпечує комплексне вирішення актуальної наукової задачі підвищення енергетичної ефективності режимів систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи Замкової О.А. опубліковано у наукових публікаціях, з яких 5 статей у наукових фахових виданнях України. Взято участь у 9 конференціях всеукраїнського та міжнародного рівня.

Академічна доброчесність.

Дисертаційна робота Замкової Ольги Андріївни виконана з дотриманням принципів академічної доброчесності. Аналіз змісту дисертації, публікацій здобувача та оформлення результатів дослідження свідчить про самостійний характер виконаної роботи. Наукові положення, висновки та рекомендації є результатом особистих досліджень здобувача, а використані наукові праці, нормативно-правові акти та інші джерела належним чином процитовані й відображені у списку використаних джерел.

У дисертації не виявлено ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації результатів досліджень, а також інших порушень принципів академічної доброчесності, визначених Законом України «Про освіту». Запозичення наукових положень, ідей, методичних підходів та результатів інших дослідників супроводжуються відповідними бібліографічними посиланнями, що забезпечує належний рівень наукової етики.

Оформлення дисертаційної роботи, наведення результатів власних досліджень, статистичних даних, розрахунків та матеріалів наукових публікацій відповідає загальноприйнятим вимогам щодо підготовки наукових праць. Підстав вважати, що під час виконання дисертації були порушені норми академічної доброчесності, не встановлено.

Дискусійні питання та зауваження до дисертаційної роботи.

Незважаючи на високий науковий рівень дисертаційної роботи, її практичну цінність та завершеність, окремі положення викликають дискусію чи потребують додаткового обґрунтування.

1. Здобувачем запропоновано методичний підхід до визначення раціональної потужності систем електроопалення 5-ти та 9-ти поверхових житлових будинків з урахуванням класу енергетичної ефективності. Доцільно було би навести можливість використання та особливості адаптації запропонованого підходу для будівель іншої поверховості.

2. У роботі значну увагу приділено використанню теплових насосів типу «повітря-вода». Разом із тим заслуговує на увагу питання порівняльного оцінювання ефективності інших типів теплонасосного обладнання («грунт-вода», «вода-вода») для окремих категорій житлових будинків чи специфічних

умов забудови, що могло б розширити сферу практичного застосування отриманих результатів.

3. Під час моделювання режимів роботи систем електропостачання здобувачем враховано широкий спектр факторів, однак доцільно було би більш детально дослідити вплив зміни тарифної політики та поведінкових факторів споживачів на ефективність запропонованих алгоритмів керування електричним навантаженням.

4. У роботі досліджено ефективність використання дахових фотоелектричних станцій в поєднанні із запровадженням теплонасосних систем опалення для досягнення показників кліматичної нейтральності. Разом із тим перспективним напрямом подальших досліджень є оцінювання впливу деградації фотоелектричних модулів та теплонасосного обладнання на енергетичні показники системи протягом тривалого періоду експлуатації.

5. Окремі розділи дисертації містять значний обсяг результатів математичного моделювання. Для підвищення наочності сприйняття отриманих результатів доцільно було би доповнити роботу узагальненими порівняльними діаграмами чи інтегральними показниками ефективності для різних сценаріїв модернізації систем електропостачання.

Висловлені зауваження мають дискусійний характер, не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи, не впливають на достовірність отриманих результатів і можуть бути враховані під час подальших наукових досліджень.

Висновок про дисертаційну роботу.

Дисертаційна робота Замкової Ольги Андріївни на тему «Підвищення енергетичної ефективності режимів систем електропостачання житлових будівель» є завершеною науково дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу та полягає у вдосконаленні методичних підходів до визначення раціональних параметрів режимів систем електропостачання багатоквартирних житлових будинків шляхом комплексного врахування класу енергетичної ефективності будівель, рівня автоматизації систем управління енергоспоживанням, використання високоефективних систем кліматизації,

розподіленої генерації та сучасних алгоритмів керування електричними навантаженнями.

Дана дисертаційна робота за своїм змістом, ступенем наукової новизни, практичною спрямованістю та актуальністю відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Вважаю, що здобувач Замкова Ольга Андріївна заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри

електроенергетичних систем

Національного університету

«Львівська політехніка», д.т.н., професор



Михайло СЕГЕДА

