

В І Д Г У К

рецензента РУХЛОВОЇ Наталії Юріївни

**на дисертаційну роботу УДОВИКА Олександра Васильовича
«Електромагнітна сумісність промислових систем електропостачання в
умовах обмеженої потужності енергосистеми», що подана на здобуття
наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

Актуальність теми.

Реальна ситуація сьогодення української електроенергетики визначається надвисоким рівнем втрат електроенергії при передачі (до 20 %), пов'язаних з переходом до схем аварійного транзиту та перетворення електроенергії. У світовій історії це перший унікальний випадок, коли потужна індустріально-розвинена країна проходить воєнний період своєї історії з щоденними атаками на енергетичні об'єкти та успішно протистоїть технічним, економічним та екологічним загрозам. Високий рівень втрат в електричних мережах України пов'язаний з недостатнім рівнем компенсації реактивної потужності, застарілими основними фондами об'єктів електроенергетики, недостатнім використанням засобів оптимізації режимів роботи і регулювання напруги, невирішеністю проблем якості електричної енергії, особливо в умовах обмеженої потужності енергосистеми. Низький рівень якості електричної енергії призводить до значного зниження енергетичної ефективності електричних мереж за цілою низкою показників (відхилення, несиметрія, несинусоїдальність напруги). Проблема якості електричної енергії – це складова комплексного поняття електромагнітної сумісності системи електропостачання (СЕС). При роботі «ослабленої» енергосистеми або масового впровадження децентралізованого принципу побудови електричних мереж, проблема якості електроенергії набуває свого визначального значення для потужних промислових підприємств, які отримують живлення за централізованою парадигмою.

Визначаючи стратегічне значення для енергетичної безпеки й обороноздатності України промислових підприємств різних форм власності, необхідно підкреслити актуальність виконання комплексних досліджень з енергетичної ефективності та якості електропостачання підприємств, зважаючи на нестаціонарні умови споживання електроенергії, обмеженого значення потужності короткого замикання та режимних особливостей потужних промислових електроустановок.

В зв'язку з цим отримання уточнених залежностей параметрів якості електричної енергії від показників, які характеризують стан централізованої енергосистеми є актуальною науковою задачею вирішенню якої і присвячено дисертаційну роботу Удовика О.В.

У дисертаційній роботі поставлена наукова задача, яка полягає у встановленні закономірностей реалізації енергоефективних режимів роботи СЕП промислових підприємств з урахуванням режимних варіацій частотного складу вищих гармонік та інтергармонік, які відрізняються від існуючих можливостями врахування острівних режимів або режимів обмеження потужності енергосистеми.

Ідея роботи – забезпечення електромагнітної сумісності системи електропостачання промислових підприємств шляхом врахування особливостей показників якості напруги при збереженні оптимального перетоку реактивної потужності та контрольованому приєднанні джерел розподіленої генерації.

Положення, висновки і рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Удовика Олександра, в достатній мірі обґрунтовані як з наукового, так і з технічного поглядів.

Достовірність результатів досліджень забезпечується коректністю методів математичного апарату та сучасного комп'ютерного моделювання. Отримані результати перевірені результатами експериментального моніторингу систем електропостачання вугільних шахт та металургійних комбінатів України, що підтверджує достовірність сформульованих в

дисертаційній роботі результатів дослідження, наукових положень, висновків і рекомендацій.

У вступі обгрунтовано, що об'єднана енергосистема та промислові споживачі України зараз знаходяться у нових реаліях з необхідністю прогнозування електроспоживання, системою почергових вимикань електроенергії та визначення пріоритетів підтримки воєнно-промислового комплексу для забезпечення обороноздатності та економічної безпеки. Зв'язок з європейською системою ENTSO-E дозволяє Об'єднаній енергетичній системі забезпечити стійкість режиму та надійності електропостачання підприємств, які формують ВВП нашої країни.

У першому розділі дисертаційної роботи виконано аналіз проблематики електромагнітної сумісності (ЕМС) промислових систем електропостачання, критично досліджено роботи українських та закордонних авторів, зроблено висновки про актуальність нових досліджень ЕМС. Дослідження та публікації в області ЕМС промислових систем електропостачання (СЕП) показали, що потребують уточнення залежності для моделювання та прогнозування показників несиметрії, несинусоїдальності та коливання напруги.

Другий розділ присвячено аналізу різноманітних електромагнітних завод, які генеруються несиметричними та нелінійними електричними навантаженнями промислових електротехнологічних установок. Визначною особливістю завод на металургійних та гірничих підприємствах є нестационарний характер зміни несинусоїдальності струмів та напруг при роботі дугових, феросплавних печей та перетворювачів частоти середньої та великої потужності.

У третьому розділі виконано моделювання рівнів несиметрії та несинусоїдальності напруги при прийнятті певних рівнів припущень. Особлива увага приділялась частотному складу первинного струму перетворювачів частоти при централізованому живленні у післяаварійних та острівних режимах. При цьому порушення електромагнітної сумісності

спостерігалось у вигляді резонансних явищ на шинах з джерелами розподіленої генерації. Математична модель прогнозування резонансних явищ дозволяє визначити значення резонансних частот при зміні конфігурації як схем внутрішнього електропостачання, так і зовнішніх електричних мереж.

У четвертому розділі в середовищі Simulink / MATLAB були створені моделі промислових електричних мереж з інтелектуальними регуляторами FACTS. Для моделювання використовувалися реальні набори даних з навантаженням та генерацією електроенергії на промислових об'єктах, а також типові для металургійних та гірничих підприємств рівні вищих гармонік.

Основні результати отримані Удовиком О.В. в дисертаційній роботі, які мають суттєву наукову новизну.

1. Для умов системи електропостачання промислового підприємства отримано закономірності, що зв'язують параметри резонансних процесів у вузлі навантаження 6–10–35 кВ з кількістю, потужністю та режимами інтелектуальних пристроїв FACTS і відрізняються від існуючих можливістю прогнозувати ділянки амплітудно-частотних характеристик з резонансними явищами при приєднанні до вузлів навантаження сонячних електростанцій.

2. Вперше запропоновано метод прогнозування показників якості напруги при врахуванні режимних коливань потужності короткого замикання, що дозволяє оперативно коригувати уставки засобів захисту та інтелектуальних пристроїв корекції коефіцієнта потужності.

Практична цінність роботи полягає в:

– розробці уточненого розрахункового співвідношення для визначення коефіцієнтів викривлення синусоїдальності та несиметрії напруги за зворотньою послідовністю;

– розробці методики, алгоритму та програмного забезпечення для моделювання втрат активної потужності й електроенергії у промислових СЕП;

– розробці моделі визначення резонансних явищ у вузлах навантаження 6-10-35 кВ з вентильними перетворювачами та сонячними інверторами;

– розробці рекомендацій щодо вибору числа та потужності пристроїв компенсації реактивної потужності при врахуванні можливості виникнення резонансних явищ;

Дисертація Удовика О.В. складається з анотації двома мовами, змісту, переліку умовних позначень і скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Обсяг дисертації складає 160 сторінок.

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи Удовика О.В. опубліковано у 11 наукових публікаціях, з яких 7 статей у наукових фахових виданнях України, чотири тези доповіді на міжнародних наукових конференціях.

Академічна доброчесність.

Порушень академічної доброчесності в дисертаційній роботі та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків здобувача. Використання ідей, результатів та текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

По дисертаційній роботі Удовика О.В. є зауваження:

1. На рис. 1.4 зображена спрощена схема розподілу електроенергії та визначено потужності КЗ на різних ступенях розподілу. Потребує уточнення та пояснення доцільності врахування джерел електромагнітних завад на шинах 330 кВ.
2. Енергетичні коефіцієнти на рис. 1.6 (стор. 42) отримано через складові повної потужності? Які при цьому враховано режими роботи СЕП (централізоване чи децентралізоване живлення)?
3. Як саме була врахована імовірнісна природа горіння електричної дуги у дугових сталеплавильних печах та як це вплинуло на моделювання показників якості напруги у вузлах електричного навантаження?
4. Яким чином імітаційна модель та характеристичні рівняння для прогнозування резонансних явищ дозволяють вирахувати екстремуми функціональної залежності амплітудно-частотної характеристики на частотах інтергармонік?
5. При моделюванні показників якості напруги незрозуміло, які саме промислові електроустановки були обрані як джерела несиметрії. Це однофазні чи двоплечеві навантаження?
6. Імітаційна модель у Simulink / MATLAB потребує пояснення. Чому саме даний тип пристроїв FACTS було досліджено у Вашій дисертаційній роботі? Чи доцільно впроваджувати інші інтелектуальні пристрої у промислових електричних мережах?
7. У роботі зустрічаються орфографічні, пунктуаційні та граматичні помилки, стилістичні неточності і описки, але кількість їх допустима.

Зазначені недоліки і зауваження не є принциповими і не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи Удовика О.В., її наукову новизну і практичну цінність.

ВИСНОВОК

Дана дисертаційна робота на тему «Електромагнітна сумісність промислових систем електропостачання в умовах обмеженої потужності енергосистеми» за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 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, а здобувач Удовик Олександр Васильович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Рецензент:

доцент кафедри електроенергетики
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»

к.т.н., доц.

Наталія РУХЛОВА

08 квітня 2026 р.

Підпис _____
засвідчую:
вчений секретар
Вченої ради _____

Рухлова

