

РЕЦЕНЗІЯ

офіційного рецензента

кандидата технічних наук, доцента Барановської Міли Леонідівни

на дисертацію Шерстньова Юрія Володимировича

на тему: «Адаптивно-енергоефективне керування компенсаторами реактивної потужності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів»
подану на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 14 – «Електрична інженерія», спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

1. Актуальність теми дисертаційного дослідження

Актуальність дисертаційного дослідження зумовлена високою енергоємністю гірничо-збагачувальних підприємств, де раціональне керування перетіканнями реактивної потужності є ключовою умовою стабілізації напруги та підтримки енергоефективності виробництва. Робота потужних електроприводів супроводжується різко змінними навантаженнями, що викликає значні коливання реактивної потужності. Це призводить до додаткових втрат електроенергії, зниження робочого ресурсу обладнання та фінансових збитків через штрафні санкції, що, зрештою, підвищує собівартість готової продукції. Технологічні процеси будь-якого виробництва значною мірою залежать від якості електроенергії. Якість енергії може залежати, у свою чергу, як від постачальника енергії, так і від характеру навантаження споживача.

В умовах сучасного дефіциту потужності, різких змін топології та жорстких лімітів в об'єднаній енергосистемі України ця проблема загострюється. Експлуатаційна практика доводить, що за умов вимушених обмежень електроспоживання традиційні підходи до компенсації РП втрачають свою ефективність, оскільки не здатні оперативно підлаштовуватися під швидкі зміни параметрів мережі. З огляду на це, удосконалення теоретичних засад та розроблення інтелектуальних адаптивно-енергоефективних систем керування компенсаторами є вкрай своєчасним завданням, яке має важливе стратегічне та прикладне значення для стабільного розвитку гірничо-металургійної галузі.

2. Ступінь обґрунтованості наукових результатів, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації, їх наукова новизна

Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових положень і висновків дисертаційного дослідження ґрунтується на коректній постановці завдань, застосуванні адекватного математичного апарату та всебічній апробації матеріалів роботи на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях. Автором логічно описані основні положення результатів дослідження з їх аналізом та висновками, що дозволило вирішити окреслену проблему та сформулювати напрямки подальших досліджень.

Новизна отриманих наукових результатів дисертаційної роботи Шерстньова Юрія Володимировича полягає в наступних положеннях:

- набула подальшого розвитку концепція вибору потужностей компенсаційних пристроїв на основі інтеграції сучасних методів статистичного аналізу та прогнозування, яка враховує сезонні та стохастичні коливання енергоспоживання і диференціацію добових тарифів електроенергії, в результаті чого забезпечується точність визначення характерних патернів споживання з суттєвими змінами навантаження для оптимального розподілу потужностей компенсаційних пристроїв, що сприятиме зниженню експлуатаційних витрат;

- вдосконалено процес керування функціонуванням пристроїв компенсації з адаптацією до змінного навантаження на основі методів нечіткої логіки для подальшого наближення до «нуль-перетікання» реактивної енергії на ввіді підстанції і зниження втрат повної потужності;

- узагальнено принципи моніторингу та управління енергоспоживанням на підстанціях гірничозбагачувальних підприємств при розбудові кіберфізичної системи, з синхронізацією роботи підсистем окремих регуляторів пристроїв компенсації та застосуванням адаптивних алгоритмів, що підвищить енергоефективність роботи мережі.

3. Оцінка структури і змісту дисертації, її завершеності в цілому

Структура дисертації є загальноприйнятною. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації складає 272 сторінки, з яких основний зміст викладений на 121 сторінках друкованого тексту, містить 58 рисунків та 12 таблиць. Список використаних джерел складається з 115 найменувань. Додатки містять додаткові матеріали, що доповнюють і поглиблюють основну частину дисертаційної роботи, акти впровадження результатів роботи, список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації.

Дисертація є завершеною науковою працею, а її оформлення відповідає встановленим вимогам МОН України.

У першому розділі на основі аналізу статистичних показників енергоспоживання гірничо-збагачувальних підприємств обґрунтовано актуальність розробки адаптивних систем компенсації РП, а також сформульовано мету та завдання дисертаційного дослідження.

Другий розділ присвячено комплексному дослідженню електроспоживання головних знижувальних підстанцій ПрАТ «ПівніЗК» як стохастичного процесу з ідентифікацією статистичних характеристик рівнів завантаженості асинхронних і синхронних двигунів.

У третьому розділі запропоновано нову методику вибору компенсаційних рівнів на базі розкладання даних за Гаусовим розподілом та розроблено алгоритм роботи системи керування компенсаційних пристроїв та підпрограми функціонування пристрою регулювання струмів збудження синхронних машин із безперервним контролем їхніх технологічних параметрів.

Четвертий розділ містить результати синтезу адаптивного алгоритму координаційного керування конденсаторними батареями та синхронними двигунами на базі апарату нечіткої логіки, ефективність якого підтверджено відповідними модельними дослідженнями в межах розробленої кіберфізичної системи.

Розділи дисертації логічно пов'язані між собою і є цілісним дослідженням.

У **Загальних висновках** у стислій формі узагальнено отримані результати досліджень та сформульовано рекомендації щодо їх подальшого застосування.

Список використаної літератури складається з 115 найменувань та охоплює сучасні вітчизняні та закордонні публікації за темою дисертаційного дослідження.

У **Додатках** наведено матеріали, що доповнюють основний зміст дисертації, а також Акти впровадження результатів дослідження у проекти та практику роботи гірничо-збагачувальних підприємств, а також в освітній процес підготовки фахівців відповідних спеціальностей у Криворізькому національному університеті.

4. Практичне значення наукових результатів

Практична значимість одержаних результатів полягає в удосконаленні підходів до вибору та застосування засобів компенсації РП за умов різкозмінних технологічних навантажень гірничо-збагачувальних комбінатів, що формує підґрунтя для мінімізації супутніх втрат електроенергії та підвищення динамічної стійкості енергосистеми промислового підприємства. Синтезований адаптивний алгоритм координаційного керування синхронними двигунами та конденсаторними батареями забезпечує безперервне коригування їхніх робочих режимів адекватно до стохастичної динаміки технологічних параметрів у вузлах споживання. Вагомим прикладним здобутком є інтегрування до загальної структури системи керування прямого моніторингу гранично допустимих експлуатаційних характеристик синхронних машин, завдяки чому обґрунтовано їхні раціональні компенсаційні межі та забезпечено умови для подовження міжремонтного ресурсу силового обладнання.

Результати дисертаційного дослідження було апробовано та впроваджено під час виконання господарсько-договірної науково-дослідної роботи за темою «Автоматичні установки для регулювання та підтримки коефіцієнта потужності навантаження мережі шляхом компенсації реактивної потужності» (державний реєстраційний номер 125U003256), у якій автор виступав відповідальним виконавцем.

Розроблені теоретичні положення та прикладні рекомендації передано до ПрАТ «Північний гірничо-збагачувальний комбінат» (м. Кривий Ріг) з метою їх застосування під час розроблення проєктів модернізації внутрішніх систем електропостачання. Окрім того, науково-практичні здобутки імплементовано у виробничу діяльність підприємства НВК «Криворіжелектромонтаж». На базі результатів виконаної науково-дослідної роботи ініційовано комплекс організаційно-технічних заходів по компенсації реактивної потужності, що реалізуються в практичній діяльності ТОВ «МОНТАЖУНІВЕРСАЛ».

У сфері навчально-методичної діяльності результати дисертації впроваджено в освітній процес кафедри електричної інженерії Криворізького національного університету та використовуються під час фахової підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю G3 «Електрична інженерія».

5. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності.

Дисертаційна робота Шерстньова Юрія Володимировича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень, що підтверджується відповідним звітом з подібності. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

6. Зауваження та побажання щодо сутності викладеного матеріалу, оформлення та обсягу дисертації

1. Наявні формули, які не мають опису в тексті.
2. Мають місце орфографічні помилки та неточності.
3. У тексті виявлено непослідовність у використанні термінології. Наприклад, використання дефісного та злитого написання слова «гірничо-збагачувальний» («гірничозбагачувальний») наприклад, на сторінках 49, 53 та 54.

4. Підписи до ілюстрацій посилання на них оформлені без дотримання єдиного стандарту: непослідовне використання крапок після номерів рисунків та несиметричні дужки в підпунктах типу «(а)... б)» (наприклад, рис. 1.3 на сторінці 35, рис. 1.4 на сторінці 36 та рис. 1.5 на сторінці 38).

5. Недостатня методологічна деталізація. У роботі не в повній мірі наведено обґрунтування оптимальності вибору методів дослідження, зокрема алгоритмів адаптивного керування та нечіткої логіки. Зокрема, відсутня чітка процедура їх налаштування, навчання та валідації.

6. У роботі ґрунтовно розглядається проблема компенсації реактивної потужності для зниження енергетичних втрат, проте недостатньо висвітлено вплив цих заходів на нормовані показники якості електричної енергії (насамперед на стабілізацію рівнів напруги у вузлах).

7. Недостатнє обґрунтування наукової новизни. Заявлені наукові результати ґрунтуються переважно на відомих підходах (статистичний аналіз, нечітка логіка, компенсація КБ і СД) без чіткого виділення конкретних аналітичних чинників, які було покращено автором.

8. Автором не показано можливість розширення результатів дисертаційної роботи для підприємств, що не відносяться до галузі гірничо-збагачувального комплексу та не вказано, що саме є унікальним для застосування тільки виключно до підприємств гірничо-збагачувального комплексу.

Побажання та висловлені зауваження не є принциповим і жодним чином не зменшують загальної позитивної оцінки роботи, її наукової та практичної цінності та актуальності.

7. Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам.

Вважаю, що дисертація Шерстньова Юрія Володимировича «Адаптивно-енергоефективне керування компенсаторами реактивної потужності систем електропостачання гірничо-збагачувальних комбінатів» є завершеною науковою працею, виконана на високому науковому рівні, сукупність теоретичних та практичних результатів якої розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 14 Електрична інженерія. Дисертаційна робота повністю відповідає чинному законодавству України, а саме: вимогам наказу МОН України №40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» (з наступними змінами) та «Порядком присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора

філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, а її автор, Шерстньов Юрій Володимирович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія, за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Рецензент:

кандидат технічних наук,

доцент кафедри електромеханіки

Криворізького національного

університету

Міла БАРАНОВСЬКА



Підпис <i>М. Барановська</i>	
ЗАСВІДЧУЮ:	
Відділ кадрів Криворізького національного університету	
<i>10</i>	<i>08</i> 20 <i>26</i> р.