



ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
БАРАНОВСЬКОГО Владислава Дмитровича
на тему «**Нечітке керування режимами електроспоживання
електромеханічними системами головних водовідливних комплексів
залізрудних шахт**»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
в галузі знань 14 – Електрична інженерія
за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми дисертації

Відповідно до Стратегії енергетичної безпеки України реалізація комплексу заходів та програм, спрямованих на підвищення енергоефективності національної економіки є одним з основних напрямків наукових досліджень, які спрямовані на посилення енергетичної незалежності та безпеки держави. Натепер найбільш енергоємними галузями національної економіки є металургійна та гірничорудна, які не в повній мірі використовують не тільки інновації та нові технології, а й власний потенціал енергоефективності. Шляхами зменшення рівня споживання електричної енергії є заміна обладнання на більш сучасне та енергоефективне та впровадження нових систем керування технологічними процесами, спрямованими на підвищення їх енергоефективності.

Головні водовідливні комплекси гірничорудних підприємств є одними з найбільших енергоємних споживачів електричної енергії, на долю яких припадає споживання більше 30% всього обсягу електроенергії із щорічним приростом споживання на рівні 8%. Підвищення їх енергоефективності шляхом зменшення питомого споживання електроенергії з використання традиційних технологій маже неможливо через постійне збільшення глибин видобутку сировини.

Отже, тема дисертаційної роботи Барановського В.Д. «Нечітке керування режимами електроспоживання електромеханічними системами головних водовідливних комплексів залізрудних шахт», що присвячена дослідженню та розробці теоретичних аспектів і практичних рекомендацій для розбудови системи багатокритеріального нечіткого керування режимами функціонування

електромеханічних систем насосних агрегатів головних водовідливних комплексів залізорудних шахт, безумовно є актуальною.

Про актуальність роботи також свідчить її зв'язок з державними програмами, планами і темами. Наукові дослідження за темою дисертації проводилися згідно з планами державних науково-дослідних робіт (держреєстрація № 0121U111709, № 0121U110199, № 0118U006520) та науково-дослідних робіт Криворізького національного університету.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

1. На основі системного підходу, з погляду на сучасний період електрифікації гірничорудного виробництва, котрий характеризується значним підвищенням ролі показників техніко-економічної ефективності використання електроенергії у процесі видобутку залізної руди, дослідження сутності енергоємності видобутку, дозволило скоригувати, в новому баченні поточного стану, системоутворюючі енергоємні складові споживання електричної енергії енергоємними споживачами підземних залізорудних підприємств як процесу з оцінюванням характеру його протікання, в тому числі найбільш впливового на цей показник – головних водовідливних комплексів.
2. Вперше для розширення кордонів канонічних визначень електроенергоефективності, в контексті сучасних бачень відповідних заходів, як гірничодобувних підприємств у цілому, так і окремих видів енергоємних споживачів даних підприємств, зокрема, запропоновано нову концепцію визначення цього показника, котра відрізняється від попередньої логікою оцінювання впливу електроенергетичної складової на рівень собівартості –

базового економічного показника функціонування гірничих підприємств з видобутку конкретного виду корисних копалин.

3. Досліджено новий ефект процесу водовідведення як стохастичного процесу, що дозволило, шляхом використання статистичного матеріалу зі швидкості накопичення води в підземних виробках, побудувати синтезовану математичну модель, котра дає можливість визначити такі характеристики процесу водовідливу як середні та дисперсії, обсяги накопичення води на підземних горизонтах і відповідних енергозатрат на водовідведення із заданих глибин конкретних шахт за визначений поточний період часу. Здобуті результати дозволяють характеризувати водовідлив не тільки за середніми величинами, але й за дисперсіями, тобто, за їхнім розкидом, що є системоутворюючим показником для формування системи керування електроенергетикою всього водовідливного комплексу.
4. Вперше для розбудови системи керування головними водовідливними комплексами залізрудних шахт обґрунтовано та систематизовано електроенергетичні параметри функціонування електромеханічних систем з доведення залежності їх впливу на режими роботи насосних агрегатів для формування схеми алгоритму як підсистеми керування даним комплексом, у варіанті переступної до узагальненої структури керуючої системи.
5. Розроблено авторський варіант експертної системи керування споживанням електричної енергії з можливістю застосування варіанта автоматизованого керування головними водовідливними комплексами залізрудних шахт із вхідними параметрами – водоприплив і погодинна вартість електроенергії та вихідним – загальна потужність насосів, на базі нечіткого логічного виводу Мамдані, що використовує гладкі функції приналежності гаусової та сигмоїдної форм.

6. Про достовірність отриманих здобувачем результатів свідчить узгодженість практичних результатів з розрахованими дослідженнями. Отже, в дисертаційній роботі поставлені наукові завдання виконані повністю. Здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Практична цінність результатів дисертаційної роботи полягає у наступному:

- розроблено та запропоновано як варіант для подальшого використання методику оцінювання рівнів споживання електричної енергії енергоємними споживачами залізрудних шахт у цілому та базових у цьому комплексі – головних водовідливних комплексів, зокрема;
- запропоновано синтезовану модель, яка дозволяє визначати такі стохастичні характеристики процесу водовідливу, як середні і дисперсії потужності енерговитрат на водовідлив, обсягів накопичення води на підземному горизонті шахти, і енерговитрат на водовідлив із заданої глибини за визначений час;
- отримані результати дозволяють характеризувати процес водовідливу не тільки за середніми величинами, але й за дисперсіями, тобто за їхнім розкидом;
- форматизовано двоєдиний алгоритм функціонування системи керування водовідведенням залізрудних шахт шляхом реалізації максимально досяжного електроенергетичного потенціалу функціональних електромеханічних параметрів агрегатів насосних модулів з асинхронними двигунами та у функції обсягів водоприпливу і «плаваючих» у годинах доби тарифів на електроенергію, що постачається;
- одержані в процесі наукового пошуку результати впроваджено шляхом передачі відповідних дослідницьких матеріалів для їх практичної реалізації спеціалізованим підприємствам з проектування та монтажу систем електропостачання гірничорудних виробництв:

НВО «Ракурс» (м. Кривий Ріг) та ТОВ «Рудомайн» (м. Кривий Ріг), що підтверджено відповідними актами про впровадження;

- результати роботи використовуються у Криворізькому національному університеті на кафедрі електричної інженерії для підготовки фахівців за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», що підтверджено актом про впровадження.

Отримані результати дисертаційного дослідження мають практичну цінність для гірничорудних підприємств та вже отримали часткове впровадження, що засвідчують відповідні акти, наведені в роботі.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача БАРАНОВСЬКОГО Владислава Дмитровича повністю відповідає освітній програмі підготовки докторів філософії за спеціальністю 141 - електроенергетика, електротехніка та електромеханіка Криворізького національного університету, яка враховує Стандарт вищої освіти зі спеціальності 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка .

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковій галузі 14 - електрична інженерія.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Барановського В.Д. є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Робота написана науковою мовою. Термінологія яка присутня є сучасною та загально

прийнятою. Дисертаційна робота є завершеною науковою працею та містить актуальні рішення.

Дисертаційна робота складається з двох томів. Том 1 включає вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел. У Томі 2 наведені додатки. Загальний обсяг дисертаційної роботи (Том 1) становить 188 сторінок, включно 47 рисунків, 16 таблиць. Список використаних джерел містить 142 найменування. Том 2 містить додатки А – Ж, які викладені на 69 сторінках.

У вступі обґрунтовується актуальність вибраної теми дослідження, наведені цілі і завдання дослідження, зв'язок роботи з науковими програмами, пояснюється наукова новизна і практичні значення отриманих результатів, апробація результатів.

Перший розділ присвячений аналізу сучасного стану електроенергетичного комплексу гірничорудних підприємств. Проведено оцінювання споживання електроенергії приймачами залізнорудних шахт. Визначено найбільш енергоємних споживачів, а також зазначено, що традиційний підхід до визначення енергоефективності потребує нового сучасного формату.

Другий розділ присвячений математичному моделюванню режимів постачання-споживання електроенергії головними водовідливними комплексами залізнорудних шахт. Докладно визначено та розглянуто комплекс енергетичних характеристик, які пов'язані із стохастичністю. До них віднесено швидкість та обсяги накопичення води на підземному горизонті шахти, а також енерговитрати на водовідведення із заданого підземного горизонту шахти за визначений час.

У третьому розділі розглядається реалізація системи автоматичного керування з використанням системи ПЧ-АД з урахуванням сигналів від датчиків стану з урахуванням постійних коливань параметрів режиму роботи головного водовідливного комплексу. Визначено підходи щодо прийняття управлінських рішень щодо включення заданої кількості насосів та режимів їх роботи.

У четвертому розділі запропоновано реалізацію експертної системи управління енергоспоживанням шахтними водовідливними комплексами на основі алгоритму нечіткої логіки Мамдані. Було продемонстровано, що системи, які використовують нечіткі правила кон'юнктивного типу, покращують якість керування порівняно з системами, які використовують нечітку логіку з кусково-лінійними функціями. Нечітка система може бути вдосконалена шляхом введення додаткових обмежень на потужність насосних агрегатів під час фазифікації лінгвістичної змінної.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 15 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статей у наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України, 2 статті у міжнародних періодичних виданнях, проіндексованих у базі Scopus, 1 колективна монографія.

Результати дисертації були апробовані на 7 наукових фахових конференціях.

Аналіз публікацій здобувача дозволяє зробити висновок, що вони в достатній мірі висвітлюють результати дисертаційного дослідження.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

1. В першому розділі автор посилається на статистичну інформацію щодо споживання електроенергії як на залізорудному підприємстві в цілому, так і на окремих його ділянках зокрема, наведену в табл. 1.1 та 1.2 у Додатку Г. Але в Додатку Г (Том 2) розглядаються приклади типових архітектур водовідведення з підземних горизонтів діючих залізорудних шахт України і зазначені таблиці відсутні саме в цьому Додатку, а наведені в Додатку Д.
2. В табл.1.1 та 1.2 (Том 1) не зазначені одиниці вимірювання наведених величин, що ускладнює їх сприйняття та аналіз.

3. На рис. 1.7 наведено співвідношення, які характеризують витрати електроенергії на відкачування 1 м³ води з підземних горизонтів шахти ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг». Доцільно було б пояснити з чим пов'язані різні витрати електроенергії на 1 м³ в різні місяці року.
4. У другому розділі в формулі (2.3) замість σ має бути G (дисперсія).
5. Не зовсім зрозуміло, чому у таблицях 2.3 – 2.6 мода дорівнює нулю, хоча відповідно до графіків споживання електроенергії, наведених на рис. 2.1 – 2.4 нульового споживання електроенергії майже не спостерігається.
6. В роботі зазначено, що на рівень споживання електроенергії суттєво впливає стан обладнання та його енергоефективність. Але не пояснено, яким чином розроблена модель для визначення енерговитрат враховує стан і параметри обладнання.
7. На рис. 3.5 не вірно позначені продуктивності Q2 та Q3.
8. У третьому розділі автор не зазначає, які конкретно дослідження дозволили визначити параметри схеми заміщення двигуна. В імітаційній моделі ці параметри необхідно було б задати до початку модельних розрахунків.
9. У четвертому розділі було б бажано навести вигляд імітаційної моделі процесу функціонування експертної системи керування споживанням електроенергії головними водовідливними комплексами. Це дало б можливість простежити зв'язки між використаними блоками.
10. На рис. 4.7 та 4.8 зазначено неактуальну на даний період часу вартість електричної енергії.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними, не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів і не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Барановського Владислава Дмитровича на тему «Нечітке керування режимами електроспоживання електромеханічними системами головних водовідливних комплексів залізорудних шахт» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для електричної інженерії у цілому, і водневої енергетики зокрема.

Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в пп. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Барановський Владислав Дмитрович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 – Електрична інженерія за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Офіційний опонент:

Кандидат технічних наук, доцент

завідувач кафедри «Електропостачання
промислових підприємств»
Національного університету
«Запорізька політехніка»



Олександр ШРАМ



Підпис Олександра Шрама
свідчую:

начальник відділу кадрів
Лілія Мірошніченко