

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
Рухлової Наталії Юріївни «Підвищення енергоефективності
роботи головного водовідливу вугільної шахти в режимі споживача-
регулятора», представлену на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук за спеціальністю
05.09.03 – «Електротехнічні комплекси та системи»

1. ОБСЯГ, СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ РОБОТИ

Дисертаційна робота загальним обсягом 146 стор. складається з вступу, п'яти розділів та висновків, що викладені на 132 сторінках основного тексту, включаючи 26 рисунків (з них 1 – на 1 повній сторінці) і 9 таблиць (з них 2 – на 2 повних сторінках), крім того, вміщує список використаних джерел з 85 найменувань – 10 сторінок, 2 додатки на 3 сторінках.

У *вступі* обґрунтована актуальність теми, сформульована мета роботи і задачі дослідження згідно з вимогами Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України.

У *першому розділі* розглянуто проблему нерівномірності режимів електроспоживання в Україні, шляхи вирішення цієї проблеми, зокрема за рахунок використання споживачів-регуляторів на прикладі шахтного водовідливу. Виконано аналізування параметрів водозбірників головних водовідливних установок вугільних шахт. Обґрунтовані мета і завдання дослідження.

У *другому розділі* наведений спосіб визначення об'єму водозбірника та його гілок. Виконано аналізування параметрів трубопровідної мережі головної водовідливної установки та описаний вплив технічного стану насосів і трубопроводів на роботу водовідливу.

Третій розділ присвячений розробці комплексної моделі функціонування головної водовідливної установки вугільної шахти в режимі споживача-регулятора з урахуванням технічних та технологічних параметрів стану системи водовідливу, які змінюються. Він містить аналіз впливу технічного стану насосів та трубопроводів на ефективність регулювання електроспожи-

вання. Запропоновано спосіб моніторингу параметрів технічного стану насосів і трубопроводів.

У *четвертому розділі* йдеться про визначення областей енергоефективного електроспоживання шахтного водовідливу в режимі споживача-регулятора при погіршенні технічного стану елементів системи водовідливу. Представлений аналіз впливу робочого об'єму водозбірника на ефективність регулювання режимів електроспоживання (PPE) водовідливу.

У *п'ятому розділі* йдеться про технічну реалізацію результатів дисертаційного дослідження і обґрунтовуються фактори економічної доцільності запровадження запропонованих заходів з підвищення енергоефективності роботи головного водовідливу в режимі споживача-регулятора.

У висновках сформульовані основні результати, що отримані під час виконання дисертаційної роботи.

У додатках наведені акти про впровадження результатів дисертаційної роботи Рухлової Н.Ю. в НПЦ "ДТЕК" та на шахті "Благодатна" ПАТ "ДТЕК Павлоградвугілля".

Із викладеного ясно, що дисертація має внутрішню єдність, вміщує всі необхідні матеріали і відповідає п.9 діючого «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» (далі по тексту – «Порядку...»), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07. 2013 р.

2. АНАЛІЗ ДИСЕРТАЦІЇ

2.1. Актуальність теми

Актуальність теми дисертації обумовлена необхідністю використання шахтного водовідливу в режимі споживача-регулятора електричної енергії, що спрямовано на вирішення існуючої проблеми нерівномірності графіка електричних навантажень в енергосистемі. Робота головної водовідливної установки (ГВУ) шахти в режимі споживача-регулятора призводить до необхідності регулювання її режимів електроспоживання, ефективність якого не

достатньо висока. Існуючі конструктивні особливості водозбірників не дозволяють повністю виключати роботу насосів в періоди максимальних загрузок в енергосистемі, особливо під час чищення максимальної за місткістю гілки, яка не приймає участі в акумулюванні води. Крім того, технічний стан основного обладнання головного водовідливу, який також впливає на ефективність регулювання електроспоживання, потребує контролю його робочих параметрів. Отже створення відповідних технічних та технологічних умов для ефективного регулювання режимів електроспоживання водовідливу дозволить підвищити енергоефективність його роботи в режимі споживача-регулятора.

Слід погодитись з обґрунтуванням актуальності теми даної дисертаційної роботи, яка сформульована автором – Рухловою Н.Ю. Ця тема відповідає паспорту спеціальності 05.09.03 – “Електротехнічні комплекси та системи”, змісту дисертації. Сама робота викладена логічно та послідовно.

Основні дослідження дисертаційної роботи виконувалися відповідно до планів науково-дослідних робіт Державного ВНЗ «Національний гірничий університет»: "Розробка ресурсо- і енергозберігаючих технологій та устаткування підприємств гірничо-металургійного і паливно-енергетичного комплексу України" (держреєстраційний № 0109U002809), "Високоєфективне використання енергетичного потенціалу геотехнічних систем України: ресурси, енергозберігаючі технології, екобезпека" (держреєстраційний № 0109U005905), "Мероприяття по совершенствованию режимов работы систем электроснабжения шахт ПАО "ДТЭК Павлоградуголь" (на примере западного куста шахт)". Це узгоджується з положеннями п.11 “Порядку...”.

2.2. Ступінь наукової новизни результатів, що отримані автором

Наукові результати та висновки, що отримані в дисертаційній роботі, базуються на аналізуванні параметрів головних водовідливних установок шахт Західного Донбасу і запроваджених методик розрахунку місткості водозбірника та технології відкачування води. Автором отримані нові результа-

ти, які є принциповими в питанні удосконалення методики визначення місткості водозбірника, що на відміну від існуючої дозволить виконувати ефективне регулювання режимів електроспоживання незалежно від режиму чищення гілок водозбірника. Також розроблено імітаційну модель, яка на відміну від відомих дозволяє визначити енергоефективний режим функціонування головної водовідливної установки шахти на основі формування множини варіантів роботи насосів для будь-яких технологічних параметрів водовідливу. Крім цього, можна визначити як науково нові результати дослідження, які дозволяють використовувати у системі моніторингу технічного стану основного устаткування водовідливу отримані поліноміальні функціональні залежності між середньодобовою питомою витратою електроенергії на відкачування води та технічними параметрами стану насосів і нагнітальних трубопроводів. Також виявлено поліноміальну залежність, що надає можливість визначення областей ефективної паралельної роботи системи "насос-трубопровід". У сукупності, це дозволяє зробити висновок про наявність наукової новизни отриманих результатів, що виносяться на захист.

2.3. Обґрунтованість та достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій у порядку отримання

У вступі обґрунтована актуальність, сформульовані мета, основні наукові та практичні завдання дослідження, показаний зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами та темами ДВНЗ „Національний гірничий університет”. Автором викладені наукові положення, що виносяться на захист, сформульовані наукові результати та практична цінність роботи, показаний рівень апробації її результатів, кількість публікацій за темою та особистий творчий внесок здобувача.

У *першому розділі* представлений аналіз проблеми нерівномірності добового графіка електроспоживання в умовах енергосистеми України, яка призводить до додаткового збільшення витрати палива для покриття пікових електричних навантажень, що негативно відображається на зростанні вартос-

ті електроенергії, яка виробляється. Робиться наголос на застосуванні шахтного водовідливу в якості споживача-регулятора (С-Р) для можливості часткового вирішення проблеми нерівномірності електроспоживання в умовах енергосистеми. Проаналізовані параметри ГВУ вугільних шахт Західного Донбасу для визначення можливості їх функціонування в режимі С-Р та зазначені недоліки відомого способу визначення місткості водозбірника. В результаті, автор обґрунтовує напрямок і задачі дослідження.

Зміст *другого розділу* присвячений аналізу робочих параметрів основних елементів системи шахтного водовідливу та впливу їх технічного стану на функціонування ГВУ при регулюванні електроспоживання. В розділі наводиться удосконалений спосіб визначення об'єму водозбірника, що дозволить повністю виключити роботу насосів з періодів максимальних навантажень незалежно від режиму чищення гілок водозбірника. Крім цього пропонується спорудження однакових за місткістю гілок, що дозволить зменшити загальний об'єм водозбірника. Автором обґрунтований висновок, що застосування однакових за місткістю гілок водозбірника і одночасне збільшення їх кількості дозволяє зменшити необхідний для ефективного регулювання об'єм водозбірника і, відповідно, зменшити обсяг гірничо-будівельних робіт.

Наводиться аналіз параметрів трубопровідної мережі ГВУ та вплив можливих факторів, які погіршують технічний стан трубопроводів. Наводяться також характеристики насосних агрегатів та аналізується їх перетворення при погіршенні технічного стану насосів. Обґрунтовано, що погіршення технічного стану насосів і трубопровідної мережі призводить до зміни їх робочих параметрів, що обмежує можливість ефективного використання головного водовідливу в режимі С-Р електричної енергії.

У *третьому розділі* автор аналізує принципи регулювання режимів електроспоживання ГВУ та обґрунтовує необхідність розробки і складові імітаційної моделі функціонування головного водовідливу. Енергоефективність функціонування головного водовідливу в режимі С-Р, з урахуванням впливу на неї технічних і технологічних умов роботи, представлена у вигляді

функціонала та реалізується за допомогою розробленої імітаційної моделі шляхом вибору екстремального (мінімального) значення. У цьому ж розділі автор обґрунтовує алгоритм моделювання режимів роботи ГВУ і алгоритм моніторингу параметрів головного водовідливу вугільної шахти.

За результатами моделювання режимів роботи водовідливу автором отримані функціональні залежності впливу ступеня погіршення технічного стану трубопроводної мережі і насосних агрегатів на питому витрату електроенергії, які дозволяють прогнозувати зміни їх технічного стану при відповідній зміні питомої витрати. За результатом аналізу паралельної роботи насосів автором також отримано функціональну залежність питомої витрати електроенергії від сумарної продуктивності одночасно працюючих насосів при відповідній кількості трубопроводів що використовуються в роботі, що обґрунтовує необхідність використання резервного трубопроводу в процесі відкачування води при регулюванні режимів електроспоживання.

У *четвертому розділі* за результатами моделювання режимів роботи водовідливу автором сформовано області ефективного регулювання режимів електроспоживання, аналіз яких показав що можливість регулювання обмежується технічними параметрами робочого стану насосних агрегатів і трубопроводної мережі, погіршення яких знижує його ефективність. Проаналізовано залежність ефективності регулювання електроспоживання від робочого об'єму водозбірника, зменшення якого призводить до відсутності технологічної можливості для накопичення води в період максимальних навантажень в енергосистемі і як наслідок зниження ефективності регулювання. Автором також доведено, що застосування регулювання електроспоживання головного водовідливу призводить до збільшення питомої витрати електроенергії до 9 %, при цьому обґрунтовано доцільність застосування резервного трубопроводу в процесі відкачування води при регулюванні, що дозволить знизити приріст питомої витрати електроенергії в порівнянні з режимом використання тільки робочих трубопроводів на 7 %, а також сприяє додатковому зниженню оплати за спожиту ГВУ електроенергію до 5 %.

У п'ятому розділі автором обґрунтовано достовірність результатів моделювання режимів роботи насосів головного водовідливу, похибка яких не перевищує 9 %. В цьому ж розділі виконана економічна оцінка розроблених і запропонованих до реалізації технологічних умов для функціонування водовідливу, які дозволять здійснювати ефективне регулювання режимів електроспоживання.

Достовірність і обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій доведена обґрунтованістю прийнятих припущень, використанням апробованих методів теорії експерименту, моделювання процесів в об'єктах електротехнічного комплексу.

2.4. Цінність роботи для науки і практики

Сформульовані автором наукові результати досліджень висвітлюють у сукупності *наукове значення роботи*, яке полягає в у комплексній оцінці впливу технічних і технологічних параметрів стану, що змінюються, та режимів роботи головної водовідливної установки на енергоефективність її функціонування в режимі споживача-регулятора.

Практичне значення дисертації полягає в обґрунтуванні запропонованих способів підвищення енергоефективності роботи головної водовідливної установки вугільної шахти в режимі споживача-регулятора, а саме: удосконалення способу визначення місткості водозбірника; застосування системи моніторингу параметрів ГВУ з метою виявлення обладнання, технічний стан якого погіршився; використання резервного трубопроводу з метою зниження витрати електроенергії на відкачування води.

Дисертація представляє собою завершену кваліфікаційну роботу, яка має внутрішню єдність. Висунуті теоретичні положення мають практичне значення, прийняті до запровадження в НПЦ "ДТЕК" при проектуванні і реконструкції головних водовідливних установок та на шахті "Благодатна" ПАТ "ДТЕК Павлоградвугілля" при регулюванні режимів електроспоживання головного водовідливу.

2.5. Оцінка мови, стилю, оформлення дисертації та ступеню опублікування основних наукових результатів

Робота написана грамотно, стиль викладення чіткий. Назва дисертації відповідає її змісту. Принципових зауважень щодо змісту дисертації немає.

Основні результати дисертації з достатньою повнотою висвітлені у наукових публікаціях. За темою дисертації опубліковано 12 наукових праць, з яких: 5 – статті у фахових виданнях (з них 2 – у виданнях, які включено до міжнародної наукометричної бази Scopus), 1 – у міжнародному виданні, 3 – матеріали наукових конференцій, 3 – патенти України на корисну модель. Рівень висвітлення у наукових публікаціях результатів виконаних досліджень відповідає положенню 12 “Порядку...”. Особистий внесок автора в наукові праці, що виконані в співавторстві, розкрито в авторефераті та в тексті дисертації. Це узгоджується з положеннями п. 14 „Порядку...”.

Автореферат з достатньою повнотою відбиває основний зміст роботи. Його оформлення, обсяг, мова викладення узгоджуються з діючими вимогами Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України. Відповідність змісту автореферату тексту дисертаційної роботи узгоджується з вимогами п.13 “Порядку...”.

2.6. Зауваження до роботи

2.6.1 З тексту роботи незрозуміло, чи справедливі отримані положення та результати для вугільних шахт, які мають гірничотехнічні умови, відмінні від шахт Західного Донбасу. Наприклад, вугільні шахти значної глибини, що потребують застосування ступінчатої схеми відкачування води. Доцільно було би виконати відповідний аналіз та вказати особливості, які необхідно враховувати за таких умов.

2.6.2 Запропонована схема моніторингу параметрів головної водовідливної установку включає блок управління, який не повинен входити системи до моніторингу, в зв'язку з класичним визначенням моніторингу, який

включає в себе спостереження, оцінювання, контроль, прогнозування. Розроблені алгоритми щодо моніторингу параметрів та підвищення її енергоефективності (п. 1 наукової та п. 2 практичної новизни) реалізуються за допомогою відповідного програмного забезпечення, проте незрозуміло, яким чином можливо виконати такий моніторинг параметрів режиму функціонування ГВУ для конкретної шахти, тому що питання реалізації енергетичного контролю на підземних гірничих роботах є проблематичним та вимагає розроблення певних технічних засобів, капіталовкладень тощо.

2.6.3 Поліномінальні моделі, що представлені на рис.3.1, 3.16 можуть бути спрощені в зв'язку з тим, що коефіцієнти перед змінними третього порядку мають дуже мале значення (9 нулей після коми) без зміни точності.

2.6.4 У роботі досить цікаво розглянуто питання економічної ефективності запропонованих рішень шляхом оцінювання зниження витрати палива на електростанціях за умови регулювання роботи ГВУ протягом доби за рахунок застосування диференційованого тарифу при оплаті електроенергії (п. 5.2.2). В той же час, якщо розглянути таку компанію як ДТЕК, що має власний видобуток вугілля та енергогенеруючі потужності, то чи завжди доцільно для таких підприємств застосовувати відповідний тариф?

2.6.5 У роботі доведено, що використання додаткового трубопроводу при РРЕ шахтного водовідливу суттєво знижує приріст питомої витрати електроенергії та оплату за її споживання (п. 4.1), проте не надано порівняння вартості спорудження додаткового трубопроводу з економією коштів на оплату електричної енергії, а також термін окупності такого проекту.

2.6.6 На рис. 2.5 некоректно відображена крива ККД насосу, яка також деформується при погіршенні його технічного стану.

2.6.7 Висновки відносно зниження продуктивності насосу до 30% або 45% недостатньо обґрунтовані (рис. 2.7). Не зрозуміло, як визначена величина такого зниження при одночасному погіршенні технічного стану насосу та трубопроводу.

2.6.8 Висновки п. 3.4 потребують більш детального пояснення, тому що незрозуміло, як за допомогою отриманих кривих (рис. 3.11 і 3.14) можливо розрізнити причину підвищення питомої витрати електроенергії: погіршення технічного стану насосів чи трубопроводів?

2.6.9 Величина інтервалу можливих перемикань насосів недостатньо обґрунтована (п. 3.2). Не зрозуміло, для яких умов приймати 15, 30 хвилин або 1 годину тощо.

2.6.10 У практичних результатах роботи не знайшов відображення економічний ефект від зниження витрати палива (вугілля) на теплових електростанціях в результаті РРЕ головного водовідливу, хоча у роботі цьому приділено достатньо уваги (п. 5.2.2).

2.6.11 В дисертаційній роботі мають місце окремі нечисленні стилістичні та граматичні помилки, а також складні щодо сприйняття формулювання, що відмічені у рукопису (стор. 19, 26, 34, 51 тощо).

Разом з тим, ці зауваження не ставлять під сумнів наукові та практичні результати, які отримані автором, і не погіршують загального позитивного враження про роботу.

3. ВИСНОВОК

Виконана під керівництвом д.т.н. професора Разумного Ю.Т. дисертація Рухлової Н.Ю. на тему: «Підвищення енергоефективності роботи головного водовідливу вугільної шахти в режимі споживача-регулятора», представляє собою завершене наукове дослідження, яке містить нове вирішення актуальної науково-прикладної задачі, яка полягає у комплексній оцінці впливу технічних і технологічних параметрів стану, що змінюються, та режимів роботи головної водовідливної установки на енергоефективність її функціонування в режимі споживача-регулятора. Робота відзначається новими науковими результатами, має теоретичне і практичне значення та впровадження у профільних організаціях – в науково-проектному центрі "ДТЕК" і на шахті "Благодатна" ПАТ "ДТЕК Павлоградвугілля".

В дисертації отримані нові науково обґрунтовані практичні і теоретичні результати, які у сукупності є суттєвими для підвищення ефективності режимів електроспоживання. Зміст дисертації відповідає паспорту спеціальності 05.09.03 – "Електротехнічні комплекси та системи".

Дисертаційна робота за рівнем наукової новизни, якості досліджень, обґрунтованістю висновків, практичною цінністю цілком відповідає вимогам Атестаційної колегії Міністерства освіти і науки України, що ставляться до кандидатських дисертацій, - п. 9; п. 11; п. 12; п.13; п.14 діючого «Порядку присудження наукових ступенів та присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07. 2013 р.

Це дозволяє мені стверджувати, що автор дисертації Рухлова Наталія Юріївна заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.09.03 – "Електротехнічні комплекси та системи".

Офіційний опонент, завідувач кафедри автоматизації управління електротехнічними комплексами Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"
д.т.н., професор



*Відгук отриманий
10.10.2015*

*Вчений секретар
Розен В.П.*

Розен В.П.

Підпис професора, д.т.н. Розена В.П. засвідчую
вчений секретар Вченої Ради НТУ України
"Київський політехнічний інститут"



*Мельниченко А.А.
07.10.15*