РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну **роботу Закусила Сергія Анатолійовича "Розробка компонентів інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів"**, яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 15 "Автоматизація та приладобудування" за спеціальністю" 152 "Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка"

Актуальність роботи. Дисертаційну роботу Закусила С.А. присвячено вирішенню важливого та актуального наукового-практичного завдання, що полягає в розробці нових та удосконаленні компонентів існуючих інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів з метою підвищення їхньої точності та завадостійкості в умовах дії електромагнітних завад та впливу робочого середовища потужних гідрогенераторів. Використання розроблених у роботі методів й засобів вимірювання контрольно-діагностичних параметрів, зокрема, вдосконалених первинних і вторинних вимірювальних компонентів інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів, забезпечує підвищення інформативності контролю, достовірності виявлення дефектів і, в кінцевому підсумку, оцінювання фактичного технічного стану як окремих вузлів, так і гідрогенератора в цілому.

Актуальність дисертаційної роботи підтверджується зв'язками з НДР, а саме "Розширення функціональних можливостей та підвищення метрологічних характеристик засобів вимірювання в системах моніторингу і діагностування в електроенергетиці" (шифр "ПАРАМЕТР-Д", ДР № 0122U000136), "Створення спеціалізованих інформаційно-вимірювальних засобів для просторово-розподілених систем контролю в електроенергетиці" (шифр "ТОРЕЦЬ-2", ДР № 0122U000051), «Створення інформаційно-вимірювальних засобів моніторингу стану стрижнів обмотки статора в пазах осердя та впливу параметрів якості електроенергії на вібрацію валів потужних електричних машин» (шифр «СТРИЖЕНЬ», № ДР 0125U000044) та «Розроблення нових математичних моделей та методів дослідження електрофізичних процесів і полів в електротехнічному обладнанні для вирішення задач надійної експлуатації та діагностування» (шифр «Комплекс-5», № ДР 0121U107443).

Отримані та обґрунтовані дисертантом нові наукові та практичні результати, полягають в наступному:

–подальшого розвитку набули структури систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів за рахунок застосування в них первинних вимірювальних перетворювачів, інваріантних до впливу робочого середовища генератора, та алгоритмів обробки їх інформативних сигналів, що дало змогу забезпечити високій рівень інформаційної ефективності та стійкості до впливу параметрів внутрішнього середовища потужних гідрогенераторів;

– розроблено програмно-алгоритмічне забезпечення для компонентів засобів отримання, обробки та відображення контрольно-діагностичної інформації в системах контролю обертових вузлів потужних гідрогенераторів;

– запропоновано структуру ємнісного сенсора повітряного проміжку, інваріантного до зміни вологості та температури навколишнього середовища за рахунок введення додаткового сенсора, геометрично подібного основному сенсору;

– розроблено та виготовлено експериментальні компоненти (ємнісний сенсор та модуль збору і попередньої обробки даних) системи контролю обертових вузлів гідрогенераторів, проведено їхні випробування;

–алгоритм попередньої обробки вихідних сигналів ємнісних сенсорів повітряного проміжку та їхнього відображення впроваджено на Філії "Дирекція з будівництва Дністровської ГАЕС" ПрАТ "Укргідроенерго", що сприяло підвищенню точності вимірювання повітряного проміжку існуючими системами контролю технічного стану гідроагрегатів за рахунок застосування інваріантних ємнісних сенсорів повітряного проміжку у штатних системах контролю та діагностування поточного технічного стану гідрогенераторів (Акт впровадження, 2024 р.).

Результати теоретичних і експериментальних досліджень, наведені в роботі, отримано особисто або за безпосередньої участі автора. Новизна одержаних технічних рішень захищена поданою заявкою на винахід a2025 03867 від 11.08.2025 «Ємнісний вимірювач повітряного проміжку між статором і ротором в гідрогенераторах».

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Закусила С.А., забезпечуються аргументованою постановкою мети та задач дослідження, використанням сучасних коректних методів дослідження проблем, комплексного аналізу отриманих результатів дослідження та обґрунтованістю й якісним формулюванням отриманих висновків. Методи та засоби досліджень відповідають поставленим задачам, що й забезпечило ефективність їхнього розв'язання.

Оцінка структури і змісту роботи, її завершеності та оформлення. Дисертація Закусила С.А. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, яку викладено на 192 сторінках машинописного тексту. Дисертація складається із анотації, вступу, 4-х розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 156 сторінки друкованого тексту. Робота ілюстрована 3 таблицями та 36 рисунками. Список використаних джерел містить 121 найменувань, з них 26 кирилицею та 95 латиницею.

У вступі автором обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету, об'єкт, предмет та завдання досліджень, розкрито сутність та стан науково-технічної проблеми, що досліджується, представлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий

внесок здобувача, наведено апробації роботи та публікації її результатів у наукових виданнях.

Перший розділ роботи присвячено огляду наукових і технічних рішень у сфері контролю технічного стану обертових вузлів потужних гідрогенераторів. Зазначено, що унікальність конструкції кожного гідроагрегату потребує індивідуального підходу до побудови систем діагностики. Проаналізовано функціональні можливості сучасних систем контролю, їхні переваги та недоліки в умовах експлуатації. Обґрунтовано доцільність розроблення нових засобів контролю підвищеної точності, інформативності та завадостійкості згідно з вимогами чинних міжнародних стандартів.

У другому та третьому розділах дисертації представлено результати розробки засобів отримання контрольно-діагностичної інформації для системи контролю обертових вузлів гідрогенераторів, що забезпечує синхронне отримання геометричних, кінематичних і динамічних параметрів ротора з урахуванням впливу внутрішнього середовища. Проведено аналіз структури сигналів з сенсорів кінематичних характеристик, що мають детерміновано-стохастичну природу, та розробці алгоритмів їх обробки в інформаційно-вимірювальних каналах. Детально розглянуто моделі ємнісних сенсорів повітряного проміжку і биття валу, вплив вторинних вимірювальних перетворювачів та зовнішніх факторів на точність вимірювань. Запропоновано підхід до визначення просторового положення валу і реконструкції годографа руху центра ротора, що забезпечує підвищення достовірності оцінювання технічного стану та раннє виявлення дефектів обертових вузлів гідрогенераторів.

Четвертий розділ дисертації присвячено результатам проведених експериментальних досліджень компонентів інформаційно-вимірювальної системи контролю обертових вузлів гідрогенераторів. З цією метою розроблено випробувально-демонстраційний стенд, за допомогою якого оцінено адекватність запропонованих математичних моделей та алгоритмів обробки контрольно-діагностичних сигналів інформаційно-вимірювальної системи. У розділі досліджено вплив температури та вологості оточуючого середовища на ємність макетів сенсора повітряного проміжку, розроблено та випробувано графічний інтерфейс, а також наведено результати натурних випробувань розроблених компонентів інформаційно-вимірювальних засобів в системах контролю технічного стану гідрогенераторів Київської ГЕС.

Основні практичні результати роботи Закусила С.А. знайшли застосування на ПрАТ "Укргідроенерго", що підтверджується відповідними актами впровадження та технічної наради.

Основний зміст дисертації Закусила С.А. досить повно представлено у 17 наукових працях, з яких 4 опубліковано в наукових фахових виданнях та індексуються наукометричною базою SCOPUS. Дисертаційна робота пройшла широку апробацію, її основні положення та наукові результати розглядалися на: Міжнародній конференції "Впровадження інноваційних матеріалів і технологій

при проєктуванні, будівництві та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури в рамках програми "Велике будівництво" (Київ, 24–25 листопада 2022 р.); VIII Міжнародній науково-технічній та навчально-методичній конференції "Енергетичний менеджмент: стан та перспективи розвитку – PEMS'22" (Київ, 15–17 листопада 2022 р.); 4th International Conference "Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF-2023)". (Kryvyi Rih, 22–26 May 2023); 2023 IEEE KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek-2023) International Conference (Kharkiv, 7–10 Oct. 2023 р.); X Міжнародній науково-технічній Internet-конференції "Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами" (Київ, 24 листопада 2023 р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Відкрита наука України: Візійний дискурс в умовах воєнного стану" (Ужгород, 26–28 квітня 2023 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції "Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика" (Полтава, 10 листопада 2023 р.); Міжнародній науково-технічній Internet-конференції "Сучасні методи, інформаційне, програмне та технічне забезпечення систем керування організаційно-технічними та технологічними комплексами" (Київ, 27 листопада 2024 р.).

На зазначених конференціях результати дослідження отримали позитивну оцінку. Тому з огляду на це апробація результатів дисертаційної роботи є достатньою.

Представлена дисертаційна робота є цілісною, логічно побудованою науковою працею, викладеною лаконічно і коректно з використанням сучасної наукової та інженерно-технічної термінології. Викладені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки переконливі та обґрунтовані як з наукової, так і з технічної точок зору. Назва дисертації відповідає її змісту.

У дисертації та наукових публікаціях Закусила С.А. відсутні порушення академічної доброчесності. Робота не містить плагіату, фальсифікації чи фабрикації тексту.

Зауваження щодо результатів, змісту та оформлення дисертації:

1) Назва роботи більше відповідає інженерній роботі, а ніж дисертаційній. Можливо краще було б: «Розробка та дослідження компонентів…»

2) Не зовсім коректно сформульовано наукову новизну, а саме, перший пункт більше відноситься до практичних результатів, ніж к науковим.

3) У роботі запропоновано диференційний сенсор, однак не уточнено, яким чином вплив внутрішніх факторів, зокрема вологи, не позначається на надійності та коректності роботи сенсора. Особливо з огляду на можливі зупинки обладнання та утворення конденсаційної вологи.

4) Не зовсім зрозумілим є взаємозв'язок дисертаційної роботи з роботами [115] та [116] у списку використаних джерел.

5) У ряді наведених формул відсутній аргумент аналітичних виразів. Наприклад: дисертація стор. 84, формула (2.8); стор. 132 формула (4.1) та інші. Посилання на формули не завжди відповідають їхній нумерації (наприклад, стор. 103 посилання на формулу (3.40), (3.38), (2.29), стор. 115, формули (2.55) та (2.56), яких взагалі не має та інш.). Після деяких формул відсутнє пояснення складових (як, наприклад, в (3.62), стор. 116).

6) У тексті дисертаційної роботи зустрічаються граматичні та стилістичні помилки, що іноді ускладнює сприйняття наведеної інформації.

Всі перераховані недоліки не впливають на позитивну оцінку дисертації. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Закусила Сергія Анатолійовича на тему «Розробка компонентів інформаційно-вимірювальних систем контролю обертових вузлів гідрогенераторів» 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 розвитку "Метрології та Інформаційно-вимірювальної техніки", зокрема спеціалізованих засобів контролю. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 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 Закусило Сергій Анатолійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 15 Автоматизація та приладобудування за спеціальністю 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка.

Рецензент:
старший науковий співробітник
відділу електричних та магнітних вимірювань
Інституту електродинаміки
Національної академії наук України,
к.т.н., с.н.с. Ірина БРАГИНЕЦЬ

Підпис засвідчую
Вчений секретар
Інституту електродинаміки
Національної академії наук України,
к.т.н., с.досл. Марина ГУТОРОВА