

## РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу **Рассовського Вадима Леонідовича "Засоби контролю повітряного проміжку між ротором та статором в капсульних гідрогенераторах на базі ємнісних вимірювачів"**, яка подана на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 17 "Електроніка, автоматизація та електронні комунікації" за спеціальністю 175 "Інформаційно-вимірювальні технології"

### **Актуальність дослідження.**

Повітряний проміжок між ротором і статором є одним з найважливіших параметрів потужного гідрогенератора і в значній мірі визначає характеристики машини та її роботу в процесі експлуатації, а також істотно впливає і на ряд інших характеристик таких, як значення торцевих магнітних потоків і втрат, що викликаються ними в крайніх пакетах осердя і натискних плитах статора, значення і розподіл втрат на поверхні полюсів ротора, а також області допустимих режимів роботи гідрогенераторів.

У відповідності до чинних державних та міжнародних нормативних документів повітряні проміжки в діаметрально протилежних точках розточення осердя можуть відрізнятись один від одного не більше, ніж на  $\pm 10\%$ , якщо заводськими інструкціями не передбачені більш жорсткі норми. Контроль повітряного проміжку в онлайн режимі (в динаміці) дає змогу одержати більш достовірні і повніші дані про відхилення повітряних проміжків між розточенням осердя статора середніми точками полюсів ротора.

На даний час найбільшого поширення набули автоматизовані вимірювачі на базі ємнісних сенсорів, які виконані в формі пластини, яка закріплюється на розточенні осердя статора. Електрична ємність сенсорів залежить від величини повітряного проміжку, тобто від відстані між обвідною полюсів ротора та поверхнею розточення осердя статора

Забезпечення вирішення задачі із підвищення точності, роздільної здатності та завадостійкості вимірювання ємнісними сенсорами значення повітряного проміжку із забезпеченням їх застосування у складі штатних систем технічної діагностики гідроагрегатів дозволяє підвищити достовірність оцінки поточного технічного стану машин. Тому вважаю, що тема дисертаційної роботи Рассовського В. Л. є безумовно *важливою та актуальною*.

*Актуальність роботи* підтверджує ще й той факт, що її результати були використані під час виконання в Інституті електродинаміки НАН України Держбюджетних НДР, затверджених Президією НАН України "Розширення функціональних можливостей та підвищення метрологічних характеристик засобів вимірювання в системах моніторингу і діагностування в електроенергетиці" (шифр «ПАРАМЕТР-Д»), №ДР 0122U000136 та "Створення спеціалізованих інформаційно-вимірювальних засобів для просторово-розподілених систем контролю в електроенергетиці" (шифр "ТОРЕЦЬ-2", затверджена постановою Бюро ВФТПЕ НАН України № 7/7/3-145/1 від 23.04.2021 р.), 2022-2024 рр., ДР РК № 0122U000051. В межах цих НДР автором проведено розробку та дослідження нових структур для реалізації електродів ємнісних сенсорів повітряного проміжку між статором і ротором, які є неінвазійні до впливу робочого середовища гідроагрегату, що дозволило отримати підвищені характеристики в порівнянні з існуючими аналогами.

**Нові науково-обґрунтовані теоретичні та практичні результати** проведених здобувачем досліджень полягають у наступному:

– набули подальшого розвитку методи розрахунку технічних характеристик ємнісних сенсорів повітряного проміжку в потужних гідрогенераторах, за рахунок врахування геометрії вузла контролю, що дозволило забезпечити підвищення точності вимірювання повітряного проміжку до практично необхідного рівня згідно до вимог чинних нормативних та технічних документів;

– запропоновано структуру ємнісного сенсора повітряного проміжку із системою стрічкових компланарних електродів, перпендикулярних твірній поверхні полюса ротора, що

дозволяє забезпечити підвищення точності вимірювання в 10 разів, завдяки усуненню впливу кривизни полюса ротора на результат вимірювання значення повітряного проміжку;

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

– запропоновано структуру ємнісного сенсора повітряного проміжку інваріантного до зміни зовнішнього магнітного поля, за рахунок застосування спеціальної геометрії електродів, що дозволило підвищити точність вимірювання повітряного проміжку під час роботи гідроагрегату.

#### **Оцінка структури і змісту роботи, її завершеності та оформлення.**

Дисертація Рассовського В. Л є завершеною кваліфікаційною науковою працею. Вона складається із вступу, 4-х розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, розкрито сутність і стан науково-технічної проблеми, що досліджується, наведено обґрунтування доцільності проведення досліджень, відображено зв'язок роботи з науковими програмами та планами НДР Інституту електродинаміки НАН України, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, зазначено особистий внесок здобувача, наведено апробації роботи та публікації її результатів у наукових виданнях.

У *першому* розділі наведено аналітичний огляд наявних науково-технічних джерел та патентної інформації щодо існуючих методів та засобів вимірювання повітряного проміжку між статором та ротором в потужних гідрогенераторах, визначено коло проблем підвищення точності, роздільної здатності та завадостійкості вимірювання повітряного проміжку в потужних гідрогенераторах з застосуванням ємнісних сенсорів.

У *другому* розділі представлені принципи побудови, результати визначення функцій перетворення нових ємнісних сенсорів повітряного проміжку в потужних гідрогенераторах з покращеними метрологічними характеристиками та розширеними функціональними можливостями.

*Третій* розділ роботи присвячено розробці методів розрахунку основних технологічних похибок встановлення ємнісних сенсорів на розточенні осердя статора потужного гідрогенератора. Наведені рекомендації зі створення та встановлення сенсорів, які дають можливість уникнути або значно зменшити вплив зазначених похибок.

У *четвертому* розділі представлено результати експериментальних досліджень макетних та експериментальних зразків розроблених сенсорів, які призначені для використання на капсульних гідрогенераторах типу SGK 538/160-70M.

Загалом дисертація оформлена належним чином у відповідності з Вимогами до оформлення дисертацій, затвердженими Наказом Міністерства освіти і науки України №759 від 31.05.2019 р.

**Методи дослідження** базуються на положеннях теоретичної електротехніки та теорії електричного поля, методах фізичного і математичного моделювання, теоретичних і експериментальних методах в області вимірювачів фізичних величин..

**Обґрунтованість та достовірність** наукових положень дисертації підтверджується використанням загальноприйнятих методів досліджень, відсутністю протиріч між результатами розрахунків, кількістю і якістю експериментальних досліджень та натурних випробувань.

**Публікації за темою дисертації.** Основний зміст дисертаційної роботи Рассовського В.Л. та наукова новизна отриманих результатів досить повно висвітлені у 16 наукових працях, із них 6 індексуються наукометричною базою SCOPUS та 5 опубліковано в наукових фахових виданнях. В опублікованих працях здобувача повністю відображено сутність та зміст отриманих результатів дослідження та їхня наукова новизна. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

Основні положення і результати дисертаційної роботи пройшли апробацію результатів на шести міжнародних науково-практичних конференціях. На конференціях результати дослідження отримали позитивну оцінку. З огляду на це апробація результатів дисертаційної роботи є достатньою.

За результатами роботи отримано патент України на винахід, що пройшов кваліфікаційну експертизу, що свідчить про новизну одержаних технічних рішень, а також подано заявку на один патент України на винахід, який проходить кваліфікаційну експертизу.

**Відомості про дотримання академічної доброчесності.** У дисертації та наукових публікаціях Рассовського В. Л. відсутні порушення академічної доброчесності. Елементів плагіату, фальсифікації чи фабрикації тексту в роботі не виявлено. Використані результати, ідеї і тексти інших авторів мають посилання на відповідні джерела.

Зауваження до роботи:

1. Точність вимірювання відстаней та переміщень ємнісними сенсорами залежить від того як в сенсорах вдається уникнути або істотно зменшити вплив крайових ефектів. Чи виконувалися такі дослідження у вашій дисертації?

2. Макети та експериментальні зразки у Вас були виготовленні із застосуванням методу багатошарових друкованих плат. За такого методу виготовлення на поверхні активних електродів будуть з'являтися мікро- та макронерівності. Чи проводилися дослідження впливу зазначених дефектів на метрологічні характеристики сенсора?

3. Робота містить стилістичні та орфографічні помилки.

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

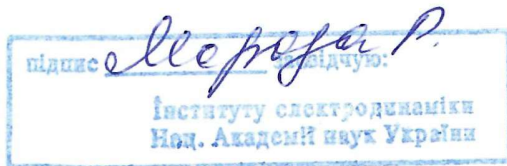
**Висновок щодо відповідності дисертації встановленим нормам.** Дисертація Рассовського В. Л. є актуальною завершеною кваліфікаційною науковою працею, яка виконана здобувачем самостійно. Вона характеризується єдністю змісту, логічністю і лаконічністю викладення, має встановлену вимогами структуру і містить нові наукові положення, що мають значення задля підвищення достовірності оцінки поточного технічного і стану потужних гідроенергетичних і збільшення надійності експлуатації. Робота не містить плагіату, фальсифікації чи фабрикації тексту.

Вважаю, що дисертація Рассовського В.Л. відповідає науковій спеціальності 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації за спеціальністю 175 Інформаційно-вимірювальні технології, вимогам 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, а її автор Рассовський Вадим Леонідович заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 175 Інформаційно-вимірювальні технології з галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації.

Рецензент:

старший науковий співробітник  
відділу електричних та магнітних вимірювань  
Інституту електродинаміки  
Національної академії наук України,  
к.т.н.

Роман МОРОЗ



Савосевський В.А.  
Сав

