

ВІДГУК

**офіційного опонента на дисертаційну роботу
ЗАЧЕПИ НАТАЛІЇ ВАСИЛІВНИ «ЗАХОДИ І ЗАСОБИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ
УМОВ ПРАЦІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АСИНХРОННИХ МАШИН»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
зі спеціальності 05.26.01 – Охорона праці**

1. Актуальність теми дисертації

Розвиток промисловості, зростання насиченості виробничих цехів і адміністративних приміщень технічними засобами з електричним приводом має наслідком підвищення рівня техногенного навантаження на виробниче середовище. Ненормативні рівні фізичних факторів у виробничих приміщеннях суттєво впливають на здоров'я і працездатність працівників. Слід зазначити, що працюючи з електрообладнанням робітники постійно знаходяться під впливом, таких шкідливих фізичних факторів як вібрація, шум та електромагнітні поля (ЕМП). І якщо шкідливий вплив перших двох факторів на організм людини відчувається відразу, і як наслідок своєчасно здійснюються заходи та використовуються засоби щодо усунення їх негативного впливу, то небезпечний і шкідливий вплив ЕМП відчувається не відразу та дії щодо запобігання, як правило, несвоєчасні. Нормалізація електромагнітної обстановки потребує розроблення відповідних методів і засобів контролю його параметрів. Тому дослідження впливу та підтримання зазначених показників у робочому просторі у нормованих межах є одним з найважливіших завдань охорони праці, що й обумовлює актуальність представленої роботи.

Підтвердженням актуальності дослідження є відповідність тематики дисертаційної роботи Загальнодержавній соціальній програмі поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014–2018 роки, затвердженої Законом України від 4 квітня 2013 р. № 178–IV; Закону України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» та спрямованості тематики науково-дослідних робіт «Національній енергетичній стратегії України на період до 2030 року», затвердженої Верховною Радою України 15.03.2006 р. за № 145-Р.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

Ступінь обґрунтованості результатів наукових досліджень дисертаційної роботи визначається повнотою досягнення мети, яка полягає у розробці та впровадженні заходів і засобів щодо забезпечення безпечних умов праці при експлуатації асинхронних машин.

При проведенні досліджень за темою дисертаційної роботи було використано наступні підходи: математичне моделювання процесів, натурні дослідження на експериментальному обладнанні та статистичні методи обробки результатів. Особливістю дисертаційної роботи є

поєднання розрахункових методів визначення кількісних характеристик рівнів фізичних факторів навчально-виробничого середовища та математичного апарату щодо аналізу просторового розподілу магнітної індукції електромагнітного поля асинхронної машини, що дозволило визначити безпечне розташування робочих місць працівників за мінімумом значення магнітної індукції електромагнітного поля асинхронної машини.

Доведено необхідність оцінювати електромагнітні процеси як в справній електричній машині, так і з прихованими пошкодженнями у вигляді короткозамкнених витків в обмотках, що дозволяє вчасно попередити виникнення та розвиток аварійних ситуацій при роботі з працюючим електроустаткуванням шляхом правильного налаштування засобів захисту працівників від ураження електричним струмом.

Обґрунтовано впровадження сучасних автоматизованих навчальних систем на базі комп'ютерних тренажерних програм при проведенні практичної підготовки фахівців із засвоєння навчально-практичної інформації, що дозволяє реалізувати стратегію забезпечення і підтримки високої якості процесу навчання з дотримання безпечних умов праці на робочому місці.

Окрім математичного моделювання та експериментальних досліджень у дисертаційній роботі виконано статистичну оцінку ефективності підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації фахівців і набуття ними навичок безпечного виконання технологічних операцій із застосуванням комп'ютерних тренажерних програм як доповнення до прийнятої системи навчання питань з охорони праці у вигляді запропонованого критерію оцінки набуття навичок безпечного виконання технологічних операцій, що дозволяє формувати, розвивати та вдосконалювати навчання працівників, підвищуючи тим самим як їх кваліфікацію, так і готовність дотримуватись умов праці й вимог безпеки на робочих місцях під час виконання виробничих процесів.

Отже, про достатню теоретичну обґрунтованість наукових положень свідчать 1) коректне використання фундаментальних положень фізики, теорії автоматичного керування та електротехніки, 2) коректність прийнятих у математичних моделях припущень, 3) збіг результатів математичного моделювання з експериментальними даними та результатами статистичної оцінки, а також 4) позитивні результати впровадження.

Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на таких конференціях: XIII–XV Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених і спеціалістів «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації» (2015–2017, м. Кременчук); XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми енергоресурсозбереження в електротехнічних системах. Наука, освіта і практика» (2016, м. Кременчук); XXI, XXIII Міжнародна науково-технічна конференція

«Проблеми автоматизованого електропривода» (2015, 2017, м. Харків); IV Міжнародна науково-практична конференція «Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика» (2017, м. Херсон). Результати дисертаційної роботи були заслухані та обговорені на засіданнях науково-технічного семінару «Електромеханіка, проблеми енергоперетворення і енергоресурсозбереження» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського при Науковій раді НАН України з комплексної проблеми «Наукові проблеми електроенергетики» (2015–2017 рр.).

3. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Достовірність наукових положень і отриманих результатів забезпечується обґрунтованістю проведених досліджень, як з наукової, так і практичної точки зору, заснованих на використанні фундаментальних положень фізики, теорії автоматичного керування, теорії електропривода та теоретичних основ електротехніки, математичного моделювання та експериментальних досліджень.

Результати поставлених натурних експериментів та результатів статистичної оцінки також підтверджують обґрунтованість та достовірність розроблених методів та встановлених залежностей. Основні висновки, що сформульовані за результатами роботи, задовольняють загальноприйнятим критеріям достовірності.

Усе наведене обумовлює достовірність одержаних автором результатів, що пройшли відповідну апробацію, опубліковані в спеціалізованих наукових виданнях і обговорювалися в колах фахівців, що займаються даною проблемою.

4. Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

Наукова новизна дисертаційної роботи визначається її основними науковими положеннями та сформульована у чотирьох пунктах, які подані в такій редакції:

1. Вперше встановлено амплітудно-часові залежності струмів і напруг асинхронних машин з основними видами прихованих пошкоджень, що дозволяє попередньо визначити рівні струмів короткого замикання з метою вибору та правильного налаштування засобів захисту працівників від ураження електричним струмом залежно від кількісної характеристики короткозамкнених витків та природи їх виникнення в пошкоджених обмотках асинхронної машини.

2. Вперше отримано аналітичну залежність розподілу магнітної індукції зовнішнього електромагнітного поля асинхронної машини на основі трифакторної регресійної моделі, що дозволяє визначати безпечне розташування робочих місць за мінімумом значення магнітної

індукції з урахуванням відстані до машини – $L_1 \geq 0,45$ м; її геометричного розташування – $\alpha_1 \neq 45^0$, $\alpha_2 \neq 135^0$, $\alpha_3 \neq 225^0$, $\alpha_4 \neq 315^0$ та відповідного значення частоти напруги живлення.

3. Вперше запропоновано критерій оцінки набуття навичок безпечного виконання технологічних операцій та встановлено залежність ефективності застосування комп'ютерних тренажерів-імітаторів, що дозволило підвищити якісну характеристику відпрацювання навичок виконання виробничих завдань на 30 %, тим самим реалізувати стратегію забезпечення належного рівня навчання з питань охорони праці.

4. Набули подальшого розвитку теоретичні та методологічні засади застосування комп'ютерних тренажерних програм як доповнення до прийнятої системи навчання питань з охорони праці, що дозволило не менш ніж на 13 % підвищити якість засвоєння навчальної інформації.

Оцінюючи дисертаційну роботу на предмет наукової новизни, вважаю, що виходячи із сутності основних наукових положень і одержаних результатів дослідження є достатньо підстав визнати у роботі наявність наукової новизни, яка і становить предмет захисту.

З переліком наукових досягнень автора, які, на його думку, складають наукову новизну одержаних результатів, можна погодитись. Переважна більшість методів, запропонованих автором, використані при розв'язанні задач такого напрямку вперше.

5. Практичне значення отриманих результатів

Практичне значення одержаних результатів визначається метою та завданнями дослідження і полягає у:

1) синтезі математичних моделей асинхронної машини, що дозволяють оцінити електромагнітні процеси як в справній електричній машині, так і з прихованими пошкодженнями у вигляді короткозамкнених витків в обмотках з метою підвищення рівня електробезпеки при роботі з працюючим електроустаткуванням;

2) встановлені параметри налаштування засобів захисту працівників від ураження електричним струмом на основі отриманих експериментальних та теоретичних залежності амплітудно-часових рівнів фазних струмів і струмів короткого замикання в асинхронних машинах з прихованими пошкодженнями;

3) визначенні зони безпечного розташування робочих місць працівників залежно від зосередженого електрообладнання на основі отриманих експериментальних та теоретичних залежностей розподілу магнітної індукції зовнішнього електромагнітного поля асинхронної машини;

4) розробці методики застосування автоматизованих навчальних систем на базі комп'ютерних тренажерів-імітаторів при проведенні практичної підготовки фахівців із засвоєння навчально-практичної інформації, що дозволяє реалізувати стратегію забезпечення і підтримки високої якості процесу навчання з дотримання безпечних умов праці на робочому місці;

5) розробці комп'ютерного тренажера-імітатора автономної енергогенеруючої установки, що дозволяє підвищити якісний показник засвоєння інформації та відпрацювання навичок виконання виробничих завдань, тим самим реалізувати стратегію забезпечення належного рівня навчання з питань охорони праці.

Практичну значимість результатів дисертаційної роботи підтверджує їх впровадження у навчальному процесі. Так, результати дисертаційної роботи використовуються у навчальному процесі на кафедрі систем автоматичного управління і електроприводу Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського для студентів спеціальностей 263 «Цивільна безпека» та 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» під час виконання лабораторних, курсових та магістерських робіт; під час викладання дисциплін «Системи керування електроприводом», «Автономні джерела живлення в електроприводі».

Важливим показником практичної значимості результатів, отриманих у дисертаційній роботі, є позитивний акт впровадження у промисловий процес, зокрема теоретичні результати роботи й розроблений дисертантом концептуальний підхід щодо створення комп'ютерних тренажерних програмних засобів впроваджено в роботу відділу охорони праці ВАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (м. Кременчук).

Дисертаційна робота має зв'язок з науковими програмами, планами, темами, що відображено як у самій дисертаційній роботі, так і в авторефераті.

6. Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях безпосередньо ґрунтується на результатах, що відображені в 12 друкованих працях здобувача, серед яких 5 – статті у наукових фахових виданнях України, що індексуються міжнародними наукометричними базами даних («Index Copernicus», «CiteFactor», «Polish Scholarly Bibliography», «Directory of Research Journals Indexing», «Scientific Indexing Services»), 2 – статті у провідних фахових виданнях України.

Отримані результати пройшли достатню апробацію на міжнародних науково-технічних, науково-практичних конференціях і наукових семінарах.

У перерахованих вище публікаціях повністю розкрито основні наукові результати, що

становлять суть дисертаційної роботи.

7. Структура та оформлення дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків, списку використаних літературних джерел, який містить 130 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 176 сторінок друкованого тексту, у тому числі 138 сторінок основного тексту, містить 51 рисунок і 19 таблиць, 4 додатка. У додатках наведені документи, що підтверджують впровадження результатів дослідження.

У першому розділі (стор. 22–51) виконано аналіз особливостей роботи працівників електроенергетичної галузі при експлуатації асинхронної машини і розглянуті існуючі підходи щодо захисту працюючих від шкідливого впливу фізичних факторів виробничого середовища та їх нормалізація.

Встановлено, що модернізація та перебудова технологічного процесу з метою оптимізації енергоспоживання та мінімізації енерговитрат призводить до ущільнення розташування електрообладнання на виробничих площах, ускладнення систем керування, що, у свою чергу, збільшує ймовірність отримання працівниками електричних і механічних травм.

На основі проведеного аналізу дії фізичних факторів виробничого середовища на працюючих, заходів і засобів їх нормалізації при експлуатації промислового електрообладнання встановлено, що саме використання сучасних автоматизованих систем моніторингу та контролю фізичних факторів виробничого середовища дозволить розробити заходи та засоби захисту працівників як від ураження електричним струмом, так і від шкідливої дії електромагнітних полів.

У другому розділі (стор. 52–81) отримана математична модель самозбудження асинхронного генератора, яка використовується для розрахунку співвідношення струмів, напруг, потокозчеплення при виникненні виткових та міжвиткових коротких замикань. Встановлено кількісні характеристики числа короткозамкнених витків та значення струмів, що протікають в цих витках зокрема та в обмотках машини в цілому. Визначено максимальний струм короткого замикання при відповідних ступенях пошкоджень з метою визначення параметрів налаштування пристрої захисного відключення.

Установлено, що для запобігання розвитку аварійної ситуації при пошкодженнях в обмотках асинхронного генератора з витковими, міжвитковими та міжфазними короткими замиканнями автономні джерела електроенергії повинні доповнюватися додатковими пристроями захисного відключення. Дані пристрої необхідно налаштовувати на диференціальний струм з урахуванням визначеного зменшення амплітуди фазного струму.

Проведені дослідження з оцінки електромагнітних процесів, як в справній, так і в

пошкодженій асинхронній машині, дозволяють визначити необхідні параметри щодо вибору засобів захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом, способів і методів організації системи безпеки на електроустановках і, як наслідок, зменшити ймовірність нещасних випадків і аварій при виробничому процесі.

У третьому розділі (стор. 82–103) встановлено безпечне геометричне розташування робочих місць обслуговуючого персоналу відносно зосередженого електроустаткування. Визначені зони, де поширення електромагнітного поля асинхронної машини є максимальним. Встановлено, що на величину магнітної індукції електромагнітного поля асинхронної машини значною мірою впливає напрям його обертання.

Визначено безпечну відстань для асинхронних машин малої потужності як джерела електромагнітного поля до робочої зони працівників. Отримано регресійну модель розподілу магнітної індукції електромагнітного поля асинхронної машини, що дозволяє враховувати відстань до машини, її геометричне розташування та розраховувати величину і характер просторового розподілу магнітної індукції як з живленням від стаціонарної мережі промислової частоти 50 Гц, так і з живленням від джерел перетворення енергії, зокрема частотних перетворювачів, що створюють додаткове електромагнітне забруднення навколишнього середовища, збільшуючи негативний вплив на здоров'я працюючих.

У четвертому розділі (стор. 104–135) запропонований концептуальний підхід щодо створення та застосування комп'ютерних тренажерів-імітаторів.

На основі сформульованих загальнотехнічних вимог, що висуваються до тренажерних програмних засобів, їх задач і функцій, для відпрацювання навичок безпечної технічної експлуатації електроустановок споживачів розроблена базова тренінг-програма на прикладі комп'ютерного тренажера-імітатора автономної енергогенеруючої установки.

Розроблено алгоритм програмно-апаратної реалізації комп'ютерного тренажера-імітатора, тотожного реальній фізичній автономній мініелектростанції на базі дизель-генераторної установки.

Доведено ефективність упровадження комп'ютерних тренажерів-імітаторів при проведенні практичної підготовки фахівців із засвоєння навчально-практичної інформації, що дозволяє реалізувати стратегію забезпечення і підтримки високої якості процесу навчання, тим самим підвищуючи як кваліфікацію працівника, так і умови праці на робочому місці, безпеку технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва.

Запропонована кількісна оцінка якості навчання у вигляді коефіцієнта набуття навичок безпечного виконання технологічних операцій та отримана залежність ефективності застосування комп'ютерних тренажерів-імітаторів.

В цілому відмічаю, що дисертація написана у науковому стилі і оформлена відповідно до

чинних вимог. У дисертації чітко сформульовану мету роботи, наукову новизну та практичне значення наукових результатів.

Зміст автореферату ідентичний змістові дисертації та відображає основні положення роботи.

8. Відповідність дисертації встановленим вимогам

Автореферат достатньо повно висвітлює основні положення та результати, що викладені в матеріалах дисертації. За структурою, характером викладення матеріалу, автореферату, апробацією результатів дисертаційна робота «Заходи і засоби забезпечення безпечних умов праці при експлуатації асинхронних машин» відповідає вимогам щодо кандидатських дисертацій (п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами від 19.08.2015 № 656 щодо кандидатських дисертацій).

9. Рекомендації щодо використання результатів дослідження

Висновки і рекомендації, які містяться у дисертації, можуть бути рекомендовані для подальшого розвитку та використання в установах та організаціях, які займаються дослідженням електромагнітних полів електричних машин; у структурних підрозділах підприємств з питань охорони праці на виробництві; для організацій з проектування сучасних та модернізацією існуючих електротехнічних установок.

Розробки здобувача також можуть бути використані для підготовки або підвищення кваліфікації спеціалістів електроенергетичної галузі.

10. Зауваження по дисертації

1. Результати моделювання процесу короткого замикання в обмотках асинхронного генератора (рис. 2.19 і 2.20, стор. 78) свідчать, що процес затухання струмів та напруги проходять за 0,2 с. Як зазначено автором на стор. 52 з посиланням на ПУЕ, такі генераторні установки обов'язково містять засоби автоматичного вимикання у разі коротких замикань з часом спрацювання також 0,2 с. Тому доцільно пояснити, для чого необхідно встановлення додаткових засобів захисту?

2. Згідно досліджень розділу 2 та висновку 8 (стор. 81), автором визначені необхідні параметри налаштування засобів захисту працівників від ураження електричним струмом. Однак власне вибір засобів захисту не наведено, що викликає запитання при знайомстві з роботою.

3. При описі та аналізі отриманих епюр магнітної індукції електромагнітного поля асинхронної машини (рис. 3.5 і 3.6, стор 88 і 91 відповідно) з зонами її максимального поширення, слід було б навести конструктивні особливості досліджуваних машин – матеріал зовнішнього кожуху, його геометрію, а також розташування струмопроводів або кабелів, що забезпечують живлення двигуна.

4. Доцільно було б надати пояснення, чому так значно різняться величини магнітної індукції двигуна при обертання його ротора за годинниковою та проти годинниковою стрілкою.

5. За опису складу програмного забезпечення комп'ютерного тренажера-імітатора (стор. 108) не зрозуміло, чи є цей тренажер відкритою системою, а саме, чи є можливість інтерактивного втручання викладачем під час проходження навчання з метою, наприклад, перевірки реакції та зосередженості особи, яка навчається, на аварійну ситуацію?

Слід зазначити, що наведені зауваження не мають принципового характеру та не впливають на загальну позитивну оцінку роботи.

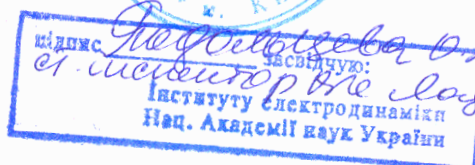
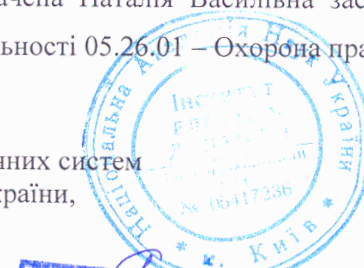
11. Загальні висновки

Детальний аналіз матеріалів дисертаційної роботи, автореферату та опублікованих наукових праць дає змогу стверджувати, що дисертаційна робота Зачепа Н.В. «Заходи і засоби забезпечення безпечних умов праці при експлуатації асинхронних машин» має всі ознаки завершеної наукової праці, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що дають змогу істотно покращити умови праці на виробництві з дотриманням заходів електробезпеки та нормованих рівнів електромагнітної обстановки.

Враховуючи актуальність теми дисертаційної роботи, а також отримані достовірні результати, що мають наукову і практичну значимість та, враховуючи достатню повноту висвітлення основних положень дисертаційної роботи в опублікованих працях, вважаю, що дисертація відповідає паспорту спеціальності 05.26.01 – Охорона праці, профілю спеціалізованої вченої ради К 26.802.01 та вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 зі змінами від 19.08.2015 №656 щодо кандидатських дисертацій.

На підставі наведеного вище та беручи до уваги рівень кваліфікації здобувача вважаю, що автор дисертаційної роботи Зачепа Наталія Василівна заслуговує присудження ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.26.01 – Охорона праці.

Офіційний опонент,
головний науковий співробітник
відділу електроживлення технологічних систем
Інституту електродинаміки НАН України,
доктор технічних наук.



[Signature]
О.Д. Подольцев
04.04.18р.
[Signature]