

## **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

#### **Актуальність теми дисертації**

Модернізація та перебудова технологічного процесу з метою оптимізації енергоспоживання та мінімізації енергозатрат призводить до ущільнення розташування електрообладнання на виробничих площах, що збільшує ймовірність отримання працівниками електричних і механічних травм. Крім того сталою тенденцією останніх років є зростання впливу електромагнітних полів критичних амплітуд та частот на виробниче середовище.

Створення безпечних умов праці з електромагнітної обстановки у виробничих приміщеннях є пріоритетним завданням охорони праці, вирішити яке можна за рахунок застосування цілого комплексу організаційно-технічних заходів щодо захисту навколишнього середовища й людини від впливу електромагнітних полів та запобіганню електротравматизму.

Застосування заходів щодо підвищення рівня електробезпеки та нормалізації електромагнітної обстановки вимагає зміни технологічного процесу та виробничих завдань, зменшення випромінюваних потужностей, перенос і реконструкцію випромінюючих елементів, зміну режимів роботи електрообладнання та технічних засобів, придбання додаткового технологічного обладнання, навчання та перекваліфікацію обслуговуючого персоналу, і, як наслідок, значних матеріальних вкладань. Тому розробка пасивних заходів та засобів щодо захисту навколишнього середовища й людини від зазначених факторів виробничого середовища при експлуатації працюючого електрообладнання, зокрема електричних машин, є актуальним науково-практичним завданням.

#### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Дисертаційну роботу виконано відповідно до Загальнодержавної соціальної програми поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014–2018 роки, затвердженої Законом України від 4 квітня 2013 р. № 178–IV. Робота відповідає Закону України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» (№ 2519-VI від 09.09.2010 р.) та спрямованості тематики науково-дослідних робіт кафедри систем автоматичного управління і електроприводу Кременчуцького національного

університету імені Михайла Остроградського. Результати дисертаційної роботи використано при виконанні науково-дослідних робіт «Віртуальні комплекси для дослідження автомобілів з електричною трансмісією» (№ ДР 0114U005476), «Створення віртуальних тренажерних комплексів і систем для ідентифікації і поточної діагностики стану системи електропривода електромобіля» (№ ДР 0113U000435), в яких автор брав участь як виконавець.

### **Структура та загальна характеристика дисертаційної роботи**

Дисертаційна робота Зачепи Н.В. «Заходи і засоби забезпечення безпечних умов праці при експлуатації асинхронних машин» складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 130 найменувань на 15 сторінках і 4 додатків, містить 51 рисунок і 19 таблиць, із них 12 рисунків повністю займають 7 сторінок. Загальний обсяг роботи становить 176 сторінок друкованого тексту, у тому числі 138 сторінок основного тексту.

У першому розділі дисертації (стор. стор. 22–51) виконано аналіз особливостей роботи працівників при експлуатації асинхронної машини та розглянуті існуючі підходи щодо їх захисту від шкідливого впливу фізичних факторів виробничого середовища. Подано узагальнення наукових і практичних досліджень, присвячених вивченню проблеми електротравматизму та негативного впливу електромагнітних полів антропогенного походження на працівників, проаналізована нормативні документи, що регламентують допустиму рівні фізичних факторів при роботі з електрообладнанням та розглянуті сучасні системи контролю цих факторів.

Отже, обґрунтована ідея якісно-кількісної оцінки сукупності параметрів фізичних факторів виробничого середовища, необхідність розробки та впровадження заходів і засобів щодо забезпечення безпечних умов праці при експлуатації асинхронних машин, впровадження автоматизованих навчальних систем із забезпечення належного рівня навчання з питань охорони праці. Сформульовано мету дисертаційної роботи та задачі наукових досліджень.

У другому розділі (стор. 52–81) присвячено дослідженню, з точки зору забезпечення належного рівня електробезпеки, роботи асинхронної машини як в нормальних умовах так і при наявності в ній прихованих пошкоджень. Визначено максимальний струм короткого замикання при відповідних ступенях пошкоджень з метою визначення параметрів налаштування пристрої захисного відключення.

Встановлено, що розвиток аварійної ситуації при пошкодженнях в обмотках асинхронного генератора, на відміну від асинхронного двигуна, викликає зменшення фазних, що необхідно враховувати при виборі засобів захисту працівників від ураження електричним струмом.

Проведені дослідження з оцінки електромагнітних процесів, як в

справній, так і в пошкодженій асинхронній машині, дозволяють визначити необхідні параметри щодо вибору засобів захисту працівників від ураження електричним струмом, і, відповідно, зменшити ймовірність нещасних випадків і аварій в умовах навчально-виробничих приміщень.

**У третьому розділі** (стор. 82–103) встановлено безпечне геометричне розташування робочих місць працівників відносно зосередженого електроустаткування. Визначені зони, де поширення електромагнітного поля асинхронної машини є максимальним. Встановлено, що при виборі заходів та засобів з нормалізації електромагнітної обстановки необхідно враховувати також режим роботи та напрям обертання асинхронної машини. Особливо це стосується технологічних процесів, що вимагають частих реверсів в роботі асинхронної машини.

Отримано математичну залежність просторового 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, так і з живленням від джерел перетворення енергії, зокрема частотних перетворювачів, що створюють додаткове електромагнітне забруднення навколишнього середовища.

**У четвертому розділі** (стор. 104–135) запропонований концептуальний підхід щодо створення та застосування комп'ютерних тренажерних програм при підготовці/перепідготовці фахівців з питань охорони праці в галузі. Розроблена базова тренінг-програма на прикладі комп'ютерного тренажера-імітатора автономної енергогенеруючої установки з асинхронним генератором, що за функціональними можливостями відповідає реальній фізичній автономній мініелектростанції на базі дизель-генераторної установки.

На основі проведених статистичних досліджень доведено ефективність упровадження комп'ютерних тренажерних програм при підготовці фахівців для відпрацювання навиків безпечного виконання технологічних.

Запропонована кількісна оцінка якості підготовки/перепідготовки фахівців з використанням комп'ютерних тренажерних програм у вигляді коефіцієнта набуття навичок безпечного виконання технологічних операцій та отримана залежність ефективності застосування комп'ютерних тренажерів-імітаторів.

## **Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій**

Викладені в дисертаційній роботі наукові положення та висновки можна вважати обґрунтованими, оскільки в процесі дослідження використовувались

сучасні аналітичні, фізичні, математичні методи, а також натурний експеримент. Достовірність отриманих результатів підтверджується розрахунковими значеннями їх оцінки за загальноприйнятими критеріями.

Обґрунтованість і достовірність отриманих наукових положень, висновків і рекомендацій визначається коректною постановкою завдань наукових досліджень та дотриманням вимог до формування та обробки масивів статистичних даних, а також великою ступінню збігу результатів моделювання і експериментів.

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.).

### **Наукова новизна роботи**

Основні результати, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи, полягають у встановленні амплітудно-часових залежностей 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.

Отримано аналітичну залежність просторового розподілу магнітної індукції зовнішнього електромагнітного поля асинхронної машини на основі трифакторної регресійної моделі, що дозволяє визначати безпечно розташування робочих місць за мінімумом значення магнітної індукції.

Запропоновано критерій оцінки набуття навичок безпечного виконання технологічних операцій та встановлено залежність ефективності застосування комп'ютерних тренажерів-імітаторів, що дозволило підвищити якість

характеристику відпрацювання навичок технологічних операцій і, відповідно, забезпечити належний рівень навчання з питань охорони праці.

Удосконалено теоретичні та методологічні засади застосування комп'ютерних тренажерних програм як доповнення до прийнятої системи навчання питань з охорони праці, що дозволило підвищити якість засвоєння навчальної інформації.

### **Практичне значення роботи та реалізація результатів досліджень**

Практичне значення роботи полягає у тому, що в ній синтезовані математичні моделі асинхронної машини з можливістю оцінки електромагнітних процесів як в справній машині, так і з прихованими пошкодженнями у вигляді короткозамкнених витків в обмотках з метою підвищення рівня електробезпеки при роботі з працюючим електроустаткуванням.

На основі проведених експериментальних досліджень та результатів математичного моделювання встановлені залежності амплітудно-часових рівнів фазних струмів і струмів короткого замикання в асинхронних машинах з прихованими пошкодженнями, що дозволяє визначати параметри налаштування засобів захисту працівників від ураження електричним струмом.

Визначені 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.

Розроблено комп'ютерний тренажер-імітатор, 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. А також запропонована методика застосування автоматизованих навчальних систем на базі комп'ютерних тренажерів-імітаторів при проведенні практичної підготовки чи перепідготовки фахівців, що дозволяє реалізувати стратегію забезпечення і підтримки високої якості процесу навчання з дотримання безпечних умов праці на робочому місці

Результати дисертаційної роботи впроваджено на промисловому підприємстві України, зокрема в роботу відділу охорони праці ВАТ «Крюківський вагонобудівний завод» (м. Кременчук), що підтверджено відповідним актом. Крім того, результати роботи використовуються в навчальному процесі та Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

## **Повнота викладення основних результатів роботи в наукових фахових виданнях**

За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 12 наукових праць, у тому числі 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 фахових виданнях України, 5 – матеріали та тези доповідей на міжнародних науково-технічних і науково-практичних конференціях.

Основні результати дисертації викладені в опублікованих працях.

### **Зауваження по дисертації та автореферату**

1. У першому розділі дисертації необхідно було навести статистику щодо електротравматизму працівників на підприємствах України, зокрема при роботі з електричними машинами.

2. У першому розділі п.п. 1.5 (стор. 41-48) представлено характеристику комп'ютерних програм контролю фізичних чинників виробничого середовища і майже відсутня інформація щодо систем моніторингу, хоча це й заявлено в назві пункту.

3. Дослідження електромагнітного поля асинхронної машини, картин їх просторового поширення та зон максимальної дії, що представлені в третьому розділі, не містять достатньої інформації про кліматичні умови проведення досліджень, конструкції досліджуваних машин, матеріалів їх виготовлення тощо.

4. Висновки до третього розділу №2, 3 і 4 (стор. 103) дають характеристику отриманим результатам згідно електромагнітного поля асинхронної машини, що є не коректним. Так як проведені дослідження характеризують виключно магнітне поле машини.

5. При оцінці ефективності навчання за запропонованим критерієм виду (4.16) згідно тексту дисертації та виду (3) згідно тексту автореферату не зрозуміло чи впливає ступінь фахової підготовленості слухача до початку навчання на його кінцевий результат?

Указані зауваження не мають суттєвого впливу на науковий та практичний рівень дисертації, не знижують загальну позитивну оцінку роботи.

### **Загальні висновки**

Дисертація Зачепи Н. В., представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, є завершеною науковою роботою, в якій вирішена актуальне науково-практичне завдання – розроблено та впроваджено заходи і засоби щодо забезпечення безпечних умов праці при експлуатації асинхронних машин, створено багатофункціональні моделі контролю

фізичних факторів для дослідження динаміки зміни електромагнітної обстановки виробничого середовища, розроблено організаційно-технічні заходи із нормалізації показників виробничого середовища та засвоєння навчально-практичної інформації з питань охорони праці та дотримання безпечних умов праці на робочому місці.

Зміст автореферату і основні наукові положення дисертації Зачепи Н.В. цілком ідентичні. Основні результати дисертації викладені в опублікованих працях. Дисертація та автореферат викладені на високому науковому рівні, стиль викладення та ступінь обґрунтованості положень і висновків свідчать про достатню наукову кваліфікацію здобувача.

Дисертаційна робота та автореферат за змістом, отриманими результатами та оформленням відповідають 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 і паспорту спеціальності 05.26.01 – Охорона праці.

Ураховуючи сказане, вважаю, що дисертаційна робота Зачепи Наталії Василівни виконана на високому рівні, її структура та зміст повністю відповідають вимогам МОН України до кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.26.01 – охорона праці.

Офіційний опонент,  
завідувач кафедри цивільної та  
промислової безпеки  
Національний авіаційний університет,  
доктор технічних наук, доцент

В. А. Глива



*Гливи В. А.*  
Свідчую  
Вчений секретар  
національного авіаційного університету  
*Г. Енчева*