

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мугенова Данііла Джалільовича

на тему «Частотно – регульований електропривод підвищеної радіаційної стійкості для вантажопідйомних машин сховища радіаційних відходів»,

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 14 Електрична інженерія

за спеціальністю 141 Енергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми дисертації.

Тема дисертаційної роботи актуальна та своєчасна, оскільки пов'язана із удосконаленням обладнання, котре застосовується для забезпечення радіаційної безпеки персоналу, населення та оточуючого середовища.

Не заважаючи на те, що в багатьох країнах світу спостерігається креативна тенденція позитивного розвитку відновлювальної енергетики, на сьогоднішній день активно експлуатуються і атомні електростанції. Прикладом тут є такі розвинені в сфері енергетики країни, як США, Франція, Японія та Китай, котрі є лідерами по генеруванню електричної енергії атомними електростанціями. В Україні нині експлуатується чотири атомні електростанції. Процес експлуатації ядерних електростанцій супроводжується побічним накопиченням радіоактивних відходів, які потребують спеціального процесу утилізації та відповідності інших критеріїв поводження з ними. В дисертаційній роботі Мугенова Д.Д. «Частотно – регульований електропривод підвищеної радіаційної стійкості для вантажопідйомних машин сховища радіаційних відходів» розглянуто одне з спрямувань такого негативу - вплив іонізуючого випромінювання на електричні приводи мостового крану приповерхневого сховища радіоактивних відходів та запропоновано шляхи удосконалення обладнання для зниження шкідливого впливу радіації на нього. У зв'язку із цим, можна вважати тему дисертаційної роботи актуальною і нагальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає у наступному:

1. Розроблено наукові підходи до оцінки радіаційної стійкості частотно – регульованого електроприводу.
2. Отримали подальший розвиток математичні моделі силових напівпровідникових каналів перетворювача частоти.
3. Шляхом математичного моделювання встановлено, що схема перетворювача частоти із драйверами на основі біполярних транзисторів стійкіша до впливу іонізуючого випромінювання та функціонує до дози 800 крад проти 250 крад у випадку драйвера на основі метал – діелектрик – напівпровідникових транзисторів.
4. Науково обґрунтовано особливості використання атмосферного оптичного каналу зв'язку в умовах впливу іонізуючої радіації.
5. Розвинуто науковий підхід до процедури демодуляції сигналів керування, шляхом застосування штучної нейронної мережі.

Достовірність наукових результатів забезпечується використанням таких наукових методів, як: застосування наукових законів, висування гіпотез, математичного і імітаційного моделювання.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм стандартом дисертаційна робота здобувача Мугенова Д.Д. повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям електричної інженерії.

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Мугенова Даніїла Джалільовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою, лаконічно по змісту.

Викладення матеріалу в роботі характеризується логічною послідовністю, об'єктивністю, поясненням причинно – наслідкових зв'язків, аргументованістю висновків. Текст роботи написаний науковим стилем мовлення, використана загальноприйнята термінологія зі сфер електричної інженерії та радіаційного матеріалознавства.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 176 сторінок.

У вступі зазначена актуальність роботи, сформульована мета і задачі на дослідження, виділено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів. Зазначено особистий внесок здобувача у наукових здобутках, що висвітлені у публікаціях, зарахованих за темою дисертації.

У першому розділі надано опис при поверхневого сховища радіоактивних відходів, його електроприводів в складі ванатажотранспортного обладнання. Так як в дисертації досліджено процеси впливу іонізуючої радіації на електропривод, зазначено необхідні терміни, визначення і параметри впливу іонізуючого випромінювання. Обрано радіаційну величину для врахування радіаційних ефектів на обладнання – поглинену дозу іонізуючого випромінювання. Проведено огляд радіаційної стійкості матеріалів в

компонентів, з яких складається електропривод підйому мостового крану і виявлено, що найчутливішими елементами є напівпровідникові пристрої.

В другому розділі побудовано схеми заміщення силового напівпровідникового каналу частотно – регульованого електроприводу із двома типами драйверів. Для цього розглянуто структуру частотно – регульованого електроприводу, його складові напівпровідникові компоненти. Задля врахування впливу іонізуючої радіації на силові ключі, в даному випадку це біполярні транзистори з ізолюваним затвором, із низки відомих, обрано схему заміщення за критеріями необхідної достатності.

В третьому розділі створено математичні моделі силових напівпровідникових каналів частотно – регульованого електроприводу із двома типами драйверів, яка враховує радіаційні ефекти в напівпровідникових компонентах схем. Синтезовані моделі досліджені, в результаті чого виявлено напівпровідниковий пристрій в складі силового каналу, зміна параметрів якого найсуттєвіше позначається на роботі всієї системи. Таким пристроєм є оптрон в складі драйвера управління силовими ключами.

Четвертий розділ повністю присвячено дослідженню атмосферного оптичного каналу зв'язку в складі системи управління електроприводами мостового крану сховища радіоактивних відходів. Надано його опис, побудовано структурну схему, в якості критерію якості передачі даних обрано коефіцієнт бітових помилок. Проаналізовано як фактори, що послаблюють сигнал управління і підвищують рівень шумових перешкод, так і ті, що підвищують коефіцієнт бітових помилок. Розглянуто недоліки демодулятора на основі компаратора в складі приймача і, для усунення, висунуто гіпотезу про застосування штучної нейронної мережі а якості демодулятора приймача. Важливою особливістю висунутої гіпотези є той факт, що запропонований демодулятор орудує «пакетом» сигналів, який складається із безпосередньо сигналу і його затримок на декілька кроків у часі. Побудовано імітаційні моделі атмосферного оптичного каналу зв'язку із демодулятором на основі компаратора, та з демодуляторами на основі штучних нейронних мереж. Для

навчання нейромережових демодуляторів сформовано навчальну вибірку із сигналами з різним ступенем зашумленості. Досліджено дев'ять типів архітектур штучних нейронних мереж і виявлено ті, що показали вищий рівень якості передачі даних за систему із компаратором.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. №40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 7 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 3 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України. Також результати дисертації були апробовані на 3 наукових фахових конференціях.

Наукові публікації здобувача містять опис наукових досліджень, проведених в рамках дисертаційного пошуку, аналіз сутності проблеми, методи і результати проведених досліджень, а також обґрунтовані висновки. В наукових публікаціях здобувача не виявлено порушень принципів академічної доброчесності, висновки є оригінальними, на запозичені тези надані відповідні посилання.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

До недоліків і зауважень дисертаційної роботи можна віднести наступні.

1. На гістограмі радіаційної стійкості (рис. 1.4) зазначено, що із набуттям поглиненої дози 1 Мрад починають проявлятися такі радіаційні ефекти у діелектриків, зокрема фторопласта, як електричний пробій. На графіках залежності амплітуди вихідної напруги перетворювача частоти (рис. 3.13, рис. 3.14), у разі застосування ідеалізованого оптрону продемонстрована стійкість до доз 1.8 Мрад і 1.5 Мрад. У висновках рекомендовано замінити оптрони

сигнальними трансформаторами, однак, беручи до уваги вищесказане, для підвищення радіаційної стійкості електроприводу при дозах більше 1 Мрад, необхідно вживати заходи для нівелювання радіаційних ефектів в діелектриках.

2. Система електроприводу має досить складну структуру і, як зазначено в першому розділі, містить датчик струму і енкодер, тобто присутні два контури регулювання. В дисертації розглянуто вплив іонізуючого випромінювання на елементи електроприводу, зокрема на перетворювач частоти і атмосферний оптичний канал зв'язку. Проте, не висвітлено радіаційну стійкість систем електроприводу в цілому. Потребує додаткового дослідження поведінка системи електроприводу при зниженні амплітуди вихідної напруги перетворювача частоти до моменту його виходу з ладу.

3. В третьому розділі досліджено залежність вихідної напруги перетворювача частоти від поглиненої дози іонізуючого випромінювання. Проте, не надано прогнозу, або хоча б оцінки проміжку часу, за який обладнання на мостовому крані зможе поглинути дозу іонізуючого випромінювання, яка б змінила параметри напівпровідникових пристроїв перетворювача.

4. При складанні моделі демодулятора у складі ШІМ на с. 132 приведені значення інтервалу дискретизації $32 \cdot 10^{-10}$ с без достатнього обґрунтування його вибору, що це можливо було б зробити спираючись на спектр сигналу, який у роботі не наведений.

5. При виборі архітектури ШІМ використано стандартні структури, що входять до бібліотеки Michal Networks Tollbox / MATLAB. Разом з тим не проведено порівняльного аналізу впливу кількості лей полів, спрямованих шарів функцій активації, апіорному навчанні та ефективності роботи демодулятора.

6. Результати дослідження впливу радіаційних ефектів на напівпровідникові елементи перетворювачів частоти отримані на підставі математичного моделювання без наведення даних щодо адекватності застосованого математичного опису.

7. А доцільним для якості пошуку було б привести в дисертаційному дослідженні результати роботи усього електромеханічного комплексу переміщення вантажів у сховище радіаційних відходів, що використовує усі запропоновані наукові здобутки та порівняти ефективність його роботи з існуючими.

8. При побудові демодуляторів, що використовують ШІМ, у командах передачі даних, найбільш якісними вважають згорткові нейронні мережі (Convolution Neural Network). Вважаю доцільним було б резюмувати зазначену архітектуру при виконанні дослідження.

Зазначені зауваження, як і побажання опонента для подальшої діяльності здобувача, не є категоричними та визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи. Мугенова Д.Д. «Частотно – регульований електропривод підвищеної радіаційної стійкості для вантажопідйомних машин сховища радіаційних відходів».

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Мугенова Даніїла Джалільовича на тему «Частотно-регульований електропривод підвищеної радіаційної стійкості для вантажопідйомних машин сховища радіоактивних відходів» 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 галузі знань електрична інженерія. 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 Мугенов Даніїл Джалільович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань «Електрична інженерія» за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор
завідувач кафедри автоматизованих
електромеханічних систем в
промисловості та транспорті
Криворізького національного
університету.



Олег СІНЧУК

« ____ » _____ 2023 року

