

РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователна и научна степен „доктор“

в област на висше образование: 5. Технически науки

професионално направление: 5.2 Електротехника, електроника и автоматика

докторска програма: „Електроснабдяване и електрообзавеждане“

Автор на дисертационния труд: маг. инж. Юлиан Петров Йорданов

Тема на дисертационния труд: Изследване на взаимовръзките между качеството на електрическата енергия и експлоатационните показатели на електрообзавеждането

Член на научното жури: доц. д-р инж. Христо Тодоров Ибришимов, ТУ-Габрово
(съгл. Заповед № 102/17.02.2022 г. на Ректора на ТУ-Варна)

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем

Тематиката на дисертационния труд е свързана с възможността за оценка на експлоатационното състояние на електрооборудването посредством мониторинг на показателите на качеството на електрическата енергия (ПКЕЕ).

Трябва да се отбележи, че има много фактори, влияещи на работата електрическите машини, и съществена задача при експлоатацията им е навременната диагностика на неизправностите. През последните десетилетия съществено се повиши интересът към ранните методи и техники за откриване на неизправности. Това налага да се разработват нови или да се развиват съществуващите методи за диагностика на състоянието на електрооборудването. Поради което считам, че тематиката на настоящия дисертационен труд е актуална и има голямо бъдещо развитие, предвид широкото разпространение на електрическите машини.

Целта на дисертационния труд е създаване на мониторингова система, концепция и подход за оценка на моментното техническо състояние на промишлени агрегати с асинхронни електрозадвижвания, позволяваща идентификация на несъответствията при различни режими на работа в реално време на база на синтезиран метод.

От казаното по-горе, както и от поставената цел, решавана в основните задачи по дисертационния труд, може да се твърди, че темата и целта на дисертационния труд са актуални.

2. Степен на познаване състоянието на проблема

В представения дисертационен труд са посочени 115 литературни източника, които са използвани за оценка състоянието на проблема. От тях 11 са на кирилица и 104 – на латиница, 4 са интернет адреси. По-голямата част от използваната литература е на латиница и е публикувана след 2009 г., а авторите са известни и доказани учени в тази област. В работата също така са систематизирани и действащите в момента стандарти и изисквания към ПКЕЕ. Докторантът задълбочено и точно е анализирал литературните източници и на тяхна база е избрал проблемите за решаване в своя дисертационен труд. Изложеното по-горе ми дава основание да твърдя, че маг. инж. Юлиян Петров Йорданов много добре познава състоянието на проблема както в теоретично, така и в практическо отношение.

3. Методика на изследване

Приложената методика на изследване в дисертационния труд включва анализ на съществуващите методи, синтез, математични анализи, компютърно моделиране, експериментални изследвания, създаване на стенд за изпитване на асинхронни двигатели (АД) и измервателна и мониторингова система. Предвид интердисциплинарния характер на изследвания проблем и приложната насоченост на дисертацията, считам, че избраната методика съвсем точно съответства на поставените цел и задачи на дисертационния труд.

4. Кратка аналитична характеристика и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 150 печатни страници и съдържа въведение, четири глави, заключение, приноси, списък на използваната литература. Допълнително към него са включени 3 приложения на 10 печатни страници. В труда са включени 83 фигури и 18 таблици.

Първа глава е посветена на литературен обзор, свързан с целите и задачите на дисертационния труд. Разгледани са основните показатели на качеството на електрическата енергия. Систематизирани и анализирани са действащите стандарти и препоръките, които дефинират към показателите. Анализирани са несинусоидалните режими на работа на еднофазни мрежи. Разгледани са практически методи за определяне на показателите на качеството на електрическата енергия – отклонение на напрежението, несиметрия на напрежението и тока, несинусоидалност на напрежението и тока и влиянието им на работата на електрооборудването в частност на електродвиганията с асинхронни и синхронни двигатели. В края на главата са формулирани целта и задачите на дисертационния труд.

Във втора глава са представени методи за диагностика на електрообзавеждането в реално време (онлайн) с цел откриване на пукнатини в прътите на ротора, прекъснати пръти на ротор, прекъснати късо съединителни

пръстени, пукнатини на късосъединителни пръстени, повишена ексцентричност на въздушната междина, дефекти на търкалящите елементи на лагерите, несъосност и дебаланс, късо съединени статорни намотки, проблеми в задвижвания механизъм, мониторинг на лагерите. Разгледани са методи за анализ на трифазната система токове: метод на симетричните съставящи, метод, използващ трансформацията на Парк, и моментната мощност, съгласно теорията на Akagi-Naboe, и методи за спектрален анализ на сигнали- FFT, DFT, метод с уейвлет трансформация. Представена е тестова процедура за работоспособност на машина: проверка за наличието на несиметрия по ток, проверка за наличието на несиметрия на захранващо напрежение, мониторинг на мощността на АД, анализ на частични разряди и електромагнитна интерференция.

Трета глава е свързана с разработването на математични и симулационни модели на асинхронни двигатели и синхронни машини. Разработени са математични модели на бездефектен АД, на АД с прекъсване в роторната намотка, на късо съединени навивки в статорната намотка на АД, модел на статичен и динамичен ексцентритет. Чрез използване на Matlab Simulink са извършени симулации на: прекъсване в роторната намотка, повреди в статорната намотка, механичен дебаланс в електрообзавеждане с АД и механичен дебаланс в синхронен генератор, работещ в „островен режим“, статичен -10%, 15 % и 20 %, динамичен и смесен ексцентритет.

Четвърта глава е свързана с разработването на стенд за симулация дефекти в АД и система за мониторинг. Разработена е модулно базирана измервателна система в среда Labview в отделните модули, на която се изчисляват и визуализират: фактор на мощността, активна, реактивна мощност, трансформация на Clarke, трансформация на Park, спектри на ток и напрежение. Синтезиран е метод за диагностика, базиращ се на „профилна матрица“ с характерни честоти в спектралния състав на тока. Проведени са експериментални изследвания: за установяване на дебаланс и ексцентритет при захранване на АД без и със честотен преобразувател, на електрообзавеждане с ремъчно задвижване.

В приложенията е включена допълнителна информация за дисертационния труд, целта на която е да поясни и разшири материала, поместен в отделните глави, в частта му, отнасяща се за разработените симулационни модели в Matlab Simulink и виртуалните инструменти за диагностика на АД и СГ в Labview. Представени са: симулационният модел на АД със всички прилежащи към него субсистеми; симулационният модел на СГ, работещ в „островен“ режим с дебаланс на ротора; отделните модули на виртуалния инструмент за диагностика на АД.

В края на дисертационния труд са представени авторското виждане за приносите на дисертационния труд.

След внимателен и задълбочен анализ на дисертационния труд, смятам, че получените резултати в работата представляват безспорен принос за инженерната

наука и съвременната практика в областта на превенцията и диагностициране на характерни дефекти в електрообзавеждане с асинхронни двигатели и дебаланс в синхронни генератори, работещи в „островен режим“.

5. Приноси на дисертационния труд

Приемам формулираните от докторанта научни и научно-приложни приноси.

Научни приноси

1. Разработена е методика за оценка и диагностика на електрообзавеждането с ремъчно задвижване.
2. Разработен метод за комплексна оценка на състоянието на електрообзавеждането с асинхронни двигатели с кафезен ротор, ползващ профилна матрица на състоянието.

Научно-приложни приноси

1. Установени са експериментални зависимости между експлоатационното състояние и показател за качеството на електрическата енергия – хармоничен състав.
2. Разработени са симулационни модели в среда Matlab на промишлено електрообзавеждане с асинхронни двигатели и автономни синхронни генератори за сравнителен анализ на характерни дефекти.
3. Конструирана и реализирана в лабораторни условия е техническа система за анализ и диагностика на характерни дефекти в електрообзавеждане с асинхронни двигатели.
4. Разработена и реализирана техническа система, базирана на DAQ устройства и софтуерно приложение в среда LabView, за анализ и диагностика на електрообзавеждане с асинхронни двигатели и синхронни генератори работещи в „островен режим“.

Основните приноси в дисертационния труд могат да бъдат отнесени към доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области, проблеми, теории, хипотези.

6. Оценка за степента на личното участие на дисертанта в приносите

Считам, че авторството на получените резултати и представените научни и научно-приложни приноси, представени в настоящия дисертационен труд, са лично дело на маг. инж. Юлиан Йорданов, под научното и методическото ръководство на неговия научен ръководител доц. Валентин Гюров. Доказателство за това са публикациите на докторанта.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните резултати от дисертационния труд са представени в 7 публикации, една от тях е самостоятелна на Международната научна конференция „Unitech 2020“, останалите са в съавторство с научния ръководител. Публикациите могат да се класифицират както следва:

- в международни научни конференции в България, индексирани в Scopus (3 бр.) по 1 публикация в 2nd International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry”- ИТИ 2017, 21st International symposium on electrical apparatus and technologies - SIELA 2020, 12th Electrical engineering faculty conference – BuleEF 2020;

- в международна научна конференция в България - „Unitech“ (4 бр.) по една публикация в „Unitech 2017“, „Unitech 2018“, „Unitech 2019“ и „Unitech 2020“.

Приложена е справка за забелязано цитиране, авторът има *h*-index 1.

Оценявам публикационната дейност на дисертанта като много добра и считам, че резултатите от работата по дисертационния труд са станали в достатъчна степен достояние на българската и международната научна общност. Доказателство на това твърдение е забелязаното цитиране от чуждестранни автори.

8. Използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика.

По своята същност, цел и поставени задачи дисертацията е изследване с практическа ориентация. По време на разработването на труда са синтезирани математични модели, разработени са симулационни модели и е разработена техническа система за анализ и диагностика на характерни дефекти в електрообзавеждането в реално време.

Не са представени документи доказващи постигането на пряк икономически ефект.

Считам, че изследванията в дисертационния труд и постигнатите резултати могат да се използват за изграждане на системи за откриване на дефекти в електрообзавеждането в реално време, което е от важно значение за практиката.

9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси

Авторът би могъл да фокусира в няколко основни насоки своите бъдещи изследвания: използване и обучение на класификатори за диагностика на характерни дефекти в електрообзавеждането като *K* най-близки съседи (KNN); прилагане на изкуствени невронни мрежи, приложение на уейвлит анализ за синтезиране и селектиране на признаци за класифициране.

10. Оценка на съответствието на автореферата с текста на дисертацията

По моя оценка авторефератът съответства на текста и приносите на дисертацията. Той е подробен и би могъл да бъде самостоятелно четен и разбран. Авторефератът е разработен в обем от 43 печатни страници.

11. Критични бележки

Нямам забележки по същество към предоставения дисертационен труд. Препоръчвам на автора в своята бъдеща работа да насочи усилията си към внедряване в практиката на резултатите от дисертационния труд.

12. Други въпроси

Категорично смятам, че образователната функция на докторантурата е изпълнена. Докторантът е повишил и е придобил нови познания в теорията и практиката на изграждане на системи за мониторинг на състоянието на различно по вид електрообзавеждане.

13. Заключение с ясно становище да се даде или не научна степен

Оценката ми за цялостната работа на докторанта е положителна и представения труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и Правилника за неговото приложение, а също така и на Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ТУ-Варна за получаването на образователна и научна степен „доктор“. Постигнатите резултати в дисертационния труд ми дават основание да предложа на членове на научното жури да бъде придобита образователна и научна степен „доктор“ от маг. инж. Юлиан Петров Йорданов в област на висше образование 5. Технически науки, професионално направление – 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, специалност - Електроснабдяване и електрообзавеждане.

01.03.2022 г.
Габрово

Рецензент: /П/
доц. д-р инж. Хр. Ибришимов