

РЕЦЕНЗИЯ
на дисертационен труд
за придобиване на образователната 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: маг. инж. Николай Василев Савов

Тема: Електроенергийна ефективност при експлоатация на биогазови
 инсталации

Рецензент: проф. д-р инж. Васил Димитров Димитров,
 Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“ – София,
 катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане на транспорта“

Рецензията е изготвена на основание Заповед за утвърждаване на Научно жури № Р-263/12.04.2022 г. на Ректора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски” и в съответствие с решенията на журито, взети на неговото първо заседание на 21.04.2022 г.

1. Общи сведения за процедурата и представените материали

Маг. инж. Николай Василев Савов е зачислен за докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Електрификация на минното производство“ (сега катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“) със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски” № Р-214/01.03.2019 г. (считано от 27.02.2019 г.). За научни ръководители са определени доц. д-р Ангел Георгиев Зъбчев и проф. д-р инж. Ивайло Гинев Ганев.

Докторантът е положил успешно изпитите по специалността, предвидени в индивидуалния учебен план, както и изпит по английски език. Той е отчислен с право на защита със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски” № Р-186/15.03.2022 г. (считано от 27.02.22 г.).

Дисертационният труд е разгледан и обсъден на разширен катедрен съвет на катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане” на 25.03.2022 г. Направено е предложение за откриване на процедура за защита, което е одобрено от Факултетния съвет на МЕМФ на 08.04.2022 г. (Протокол № 26).

По процедурата за защита докторантът е представил следните документи:

- автобиография - CV;
- заповед на Ректора на МГУ за утвърждаване на състава на Научното жури за публична защита на дисертационния труд;
- заповеди за зачисляване и отчисляване от докторантура;
- удостоверение за положени изпити;
- дисертационен труд за придобиване на ОНС "доктор";
- автореферат на дисертация за придобиване на ОНС "доктор";

- списък и копия на публикации, свързани с дисертационния труд;
- приноси в дисертацията и др.

2. Обща характеристика и актуалност на дисертационния труд

Дисертационният труд е разработен в добър стил в обем от 142 страници (155 стр. с приложенията) и включва увод, четири глави, заключение с формулирани приноси, библиография, публикации на автора и приложение. Включени са списъци на графиките, изображенията, таблиците и фигурите, използваните символи и съкращения. Изследванията в основната част на дисертацията са представени в 16 таблици, 14 графики и 37 фигури, голяма част от които са цветни. Приложението включва още 11 таблици и 2 графики.

В увода накратко са обосновани екологичните проблеми и необходимостта от използване на възобновяеми енергийни източници. В края е формулирана **основната цел на дисертацията**: разработване на методология за изследване на енергийната ефективност на биогазови централи, верификация чрез провеждане на изследвания от технологичен характер и дефиниране на мероприятия за подобряване на енергетичните параметри и експлоатационните характеристики.

За постигането на поставената цел докторантът е формулирал поетапното решаване на четири задачи на дисертационния труд, разгледани в следващите глави.

Обект на изследването е електроенергийната ефективност при експлоатацията на биогазова инсталация в с. Окоп, обл. Ямбол.

В Глава първа (обем от 19 страници) е проведен анализ на нормативните документи, стандарти и изисквания, свързани с енергийната ефективност в електроенергетиката. В хронологична последователност са разгледани нормативните документи по енергийна ефективност в ЕС, както и националната законодателна дейност и действащите стандарти. Обърнато е внимание на насоките за внедряването на иновативни технологии. Систематизирани са показателите за енергийна ефективност – характеризиращи от една страна разхода на енергия и от друга – породените вредни емисии. Обоснована е необходимостта от подобряване на фактора на мощност и намаляване на хармоничните съставлящи на тока в електроснабдителните системи. Формулирани са препоръки и указания за повишаване на енергийната ефективност в системите за генерация и консумация на електрическата енергия.

В Глава втора (обем от 37 страници) са систематизирани съвременни биогазови инсталации в зависимост от принципа на действие според използваните технологии за анаеробно разлагане. Обърнато е внимание на ултразвуковата дезинтеграция като метод за повишаване на ефективността на метановата ферментация. Анализирани са различни технически системи за използването на получения биогаз, включително когенерацията като комбинирано производство на електрическа и топлинна енергия, маркирани са предимства и недостатъци. Разгледани са факторите, оказващи влияние върху енергийната ефективност на биогазовите инсталации (като основен показател е определено съдържанието метан в биогаза) – вид на суровинния материал и на

предварителната му подготовка, продължителността на престой на субстрата в реактора (хидравличното време на престой – HRT), времето на задържане на сухо вещество, честотата на използвания за дезинтеграция ултразвук. Анализирани са математически модели за изследване на микробиологичните процеси, подробно е разгледан моделът на „Buswell” за прогнозиране очакваното производство на биогаз и съдържанието на метан.

В **Глава трета** (обем от 26 страници) е разработен подход за определяне на компонентите на пълната мощност при несиметрични и несинусоидални режими на генерация на ел. енергия в биогазови инсталации. Формулиран е метод за изчисляване на пропорционалните загуби на мощност. Предложен е модел, с помощта на който може да се създаде софтуерно приложение към автоматизиран измервателен комплекс за оценка на електроенергийната ефективност на биогазови централи. Проведено е теоретично изследване на точността на отделните елементи на измервателния комплекс и са посочени методи за минимизиране на грешките и на загубите на активна мощност.

В **Глава четвърта** (обем от 35 страници) са разгледани особеностите на технологичния процес в изследваната биогазова централа в с. Окоп. Проведени са експериментални изследвания при различни режими на работа на биогазовите инсталации, както и при използване на технически средства за подобряване режима на биореакторите (въздействие с ултразвук, създаване на кавитационни, турбулентни и други ефекти). Получените данни са сравнени с резултатите от симулациите по модела на „Buswell”. Доказано е, че механичното третиране на субстрата е по-малко ефективно от ултразвуковото, а комбинацията между двете дава много добри резултати. Определени са оптималните параметри на ултразвука (честота и време на обработка). Разработена е експериментална миниинсталация за обработка на биоотпадъци, използвана за определяне на оптималната температура, обема на ултразвуковата вана, местоположението на ферментния реактор. Проведени са измервания със съвременна апаратура (мрежов анализатор Fluke 438-II) с цел изследване на електроенергийната ефективност на биогазовата централа. Използвани са специални процедури и софтуер за изчисляване на енергетичните показатели. Получените резултати са анализирани и са проучени възможности за подобряване.

В заключението са обобщени изводите, получени в дисертационния труд.

С оглед на представените научни изследвания може да се отбележи, че тематиката е изключително актуална: осигуряване на възможности за съвместно използване на различни възобновяеми източници за производство на електрическа и топлинна енергия (когенерация), както и на условия за повишаване на енергийната ефективност. С помощта на моделиране и анализ са постигнати резултати, които са сравнени с реални данни, получени със съвременна измервателна апаратура. Комплексното използване на теоретични изследвания и експериментални методи води до изпълнението на поставените цел и задачи и до формулирането на приносите на дисертационния труд.

3. Обзор на цитираната литература

Библиографията включва 125 литературни източници, от тях 70 са публикации на английски език, 12 – на руски и 24 – на български (книги, статии, доклади), 12 са закони, стандарти, директиви и наредби, 7 са сайтове от Интернет. 75% от източниците са публикувани през последните 20 години, но се забелязват и заглавия от средата на XX век, дори от 1927 г.

Докторантът е запознат в достатъчна степен със състоянието на проблематиката, притежава задълбочени теоретични знания по специалността, умее да използва правилно литературния материал при провеждане на научни изследвания и при анализа и тълкуването на постигнатите резултати, което показва способност за творческа интерпретация на зависимостите, известни от литературата.

4. Приноси на дисертационния труд

Съгласен съм по същество с предложените приноси на дисертационния труд, класифицирани от докторанта като научно-теоретични и практико-приложни. Те могат да бъдат отнесени към *Създаване на нови методи, конструкции, технологии; Доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области и проблеми*. Приносите могат да бъдат обобщени по следния начин:

Научноприложни:

- Доказано е по нов начин, че ултразвуковата дезинтеграция води до подобряване на режима на биореакторите, определени са оптималните параметри на ултразвука и разположението на ферментния реактор в ултразвуковата вана за достигане на максимална ефективност на ферментаторите.

- Чрез проведени теоретични и експериментални изследвания е установено влиянието на различни фактори върху енергетичните характеристики при усвояване на биомасата.

- Разработен е цялостен подход за определяне на енергетичните параметри и загубите на мощност при генерацията на електрическа енергия от биогазова централа, включващ математическо моделиране на процесите и съпоставяне на резултатите с получените при проведени експерименти. Подходът може да бъде приложен при изследване на енергийната ефективност и на централи, използващи други ВЕИ.

Приложни:

- Предложена е инсталация за оползотворяване на биоотпадъци чрез изграждане на три броя биореактора по 5000 м³ вместо един от 15 000 м³, което ще намали загубите на енергия и ще повиши ефективността. Дефинирани са условия, при които икономически целесъобразно е функционирането само на един от биореакторите, а другите два да се използват като резервоари за биогаз.

- Предложен е подход за съвместно използване на различни ВЕИ: инсталиране към биореакторите на фотоволтаична централа с цел използване на произведената от нея енергия за отопление и поддържане на нормален технологичен режим в биогазовата инсталация.

Трябва да се отбележи, че разработените модели са верифицирани чрез резултатите от проведените експериментални изследвания и могат да се използват като база за реализация на отправените конкретни предложения за подобряване на енергийната ефективност и повишаване на надеждността по време на експлоатацията на изследваните агрегати.

5. Публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са представени седем публикации, една от тях е самостоятелна – статия в сп. „Енергиен форум“ (2022 г.). Останалите публикации са в съавторство (от два до шест автора, докторантът е на първо място в една публикация): 3 статии в научни списания („Annals of the University of Petrosani, Electrical Engineering“, „Ecological Engineering and Environment Protection“ и „Годишник на МГУ “Св. Иван Рилски“) и 3 доклади на Международни научни конференции: „Challenges and opportunities for sustainable development through quality and innovation in engineering and research management” (Universitaria Simpro, Румъния, 2018), „Екология, Довкілля, Енергозбереження“ (Полтава, Украйна, 2021) и „Автоматизация в минната индустрия и металургията“ (БУЛКАМК' 18, София, 2018). Три от публикациите са в чужбина, една от тях е индексирана в Scopus.

Съгласно *Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор” и НС „Доктор на науките“* в МГУ „Св. Ив. Рилски”, за присъждане на ОНС „доктор“ е необходимо (освен представяне на дисертационен труд – Показател А - 50 т.) покриване на изисквания за Публикационна дейност минимум 30 т. От представените научни публикации може да се определи броят точки по показатели Г7 и Г8, както следва:

Г7 – Научни публикации в издания, реферирани и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация – 1 бр. (в съавторство, 3 автора – докторантът е първи автор) – 13,33 т.

Г8 – Научни публикации в нереперирани списания с научно рецензиране или в редактирани колективни трудове: 6 бр. (1 самостоятелен, 5 в съавторство, в 3 от тях кандидатът е втори автор, в 1 е трети, в 1 – пети) – общо 58,33 т.

Общият брой точки по Показател Г значително надхвърля изискванията, но трябва да се отбележи, че не са предоставени необходимите данни за публикуването на самостоятелния доклад (напр. корица и съдържание на списание „Енергиен форум“, 2022).

Публикациите отразяват основни резултати от изследванията в дисертацията и може да се счита, че е постигната необходимата публичност пред инженерната общност. Докторантът не е представил данни за цитирания на публикациите.

6. Авторство на получените резултати

Предвид представените научни изследвания, съчетаващи теоретичен анализ и работа със специализирана измервателна апаратура, считам, че дисертационният труд

е разработен в значителна степен от докторанта. Богатият му професионален опит, натрупан по време на заемане на различни длъжности в предприятия за обработка на отпадъци, пречиствателни станции и др., е помогнал за разработването на дисертационния труд и ориентирането му към актуална и перспективна област на развитие. Считаю, че той е изграден специалист в областта на технологиите за използване на ВЕИ и повишаване на енергийната ефективност при производството на електрическа енергия.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е структуриран в общ обем от 49 стр., формат А5. Изложението представлява достатъчна по обем извадка от дисертационния труд. Отразени са основните изследвания, резултати и изводи, както и приносите и публикациите, свързани с дисертацията.

Считаю, че Авторефератът удовлетворява изискванията и отразява достатъчна част от постигнатите резултати. Не е представена анотация на английски език, както е според изискванията.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Нямам съществени забележки към представения дисертационен труд, който е разработен в добър стил. Имам някои препоръки и забележки от технически характер:

✓ Темата на дисертационния труд е „Електроенергийна ефективност при експлоатация на биогазови инсталации“, а в заглавните страници на дисертацията и автореферата е написано „... при експлоатацията на биогазови инсталации“.

✓ В съдържанието не са описани съответните страници.

✓ В автореферата не е представена анотация на английски език, както е според изискванията.

✓ Желателно е към всеки от приносите да се отбележи съответният раздел, в който са разгледани и доказани.

✓ Библиографията не е подредена според изискванията (по азбучен ред: първо – техническа литература на латиница, след това – на кирилица; закони, наредби, стандарти, технически спецификации и интернет линкове). Описанието на източниците не е структурирано по еднакъв начин. Не е посочена година на издаване на източник № 98, а №№ 39 и 121 са книги, а са описани като линкове.

✓ Забелязват се редица пунктуационни грешки, неправилно членуване, използване на различен шрифт, както и на „()“ вместо „[]“ при цитиране на използваната литература.

✓ По отношение на авторските публикации, свързани с дисертационния труд:

1. При описанието е редно да се приложи пълна и точна библиографска справка, включително линк за достъп до списанието (сборника) в електронен вариант, където е приложимо.

2. За самостоятелната публикация (№ 6) няма данни и не е ясно дали предстои публикуване (не е приложена бележка от редакцията на сп. „Енергиен форум“).

3. Под № 7 в списъка към дисертацията и автореферата фигурира доклад, представен на 12th Electrical Engineering Faculty Conference 2020 и публикуван в Ieeeexplore Digital Library. От друга страна, в документите към заявлението за разкриване на процедура за защита е приложен доклад на научно-практическа конференция в Полтава, Украйна.

4. Необходимо е докторантът да изчисли точките съобразно минималните национални изисквания по групи показатели (Г7 и Г8 за област 5. Технически науки) и да попълни таблицата.

9. Лични впечатления за докторанта

Не познавам лично маг. инж. Николай Савов. Придобих много добри впечатления за него по време на представянето му на предварителното обсъждане на дисертационния труд пред Разширен катедрен съвет.

10. Заключение

Въпреки отправените препоръки и забележки считам, че докторантът притежава задълбочени теоретични знания по тематиката, както и способности за провеждане на самостоятелни научни изследвания и практическо внедряване на постигнатите резултати.

Представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на *Закона за развитие на академичния състав в Република България* и на *Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор” и НС „Доктор на науките”* в МГУ „Св. Иван Рилски”.

Постигнатите резултати ми дават основание да **предложа** на научното жури да присъди образователната и научна степен „ДОКТОР”

на маг. инж. **Николай Василев Савов**

в област на висше образование - 5. Технически науки,
професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика,
докторска програма „Електроснабдяване и електрообзавеждане”.

27.05.2022 г.

Рецензент:

/ проф. д-р инж. Васил Димитров /