

# **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**

**научна специалност „Електроснабдяване и електрообзавеждане (по отрасли)“**

**Автор:        маг. инж. Стоян Иванов Четъов**

**Тема:        Изследване на специфичния разход на електроенергия на топки  
                 мелници и методи за повишаване на енергийната им ефективност**

**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-890/25.11.2021 г. на Ректора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски” и в съответствие с решенията на журито, взети на неговото първо заседание на 03.12.2021 г.

## **1. Общи сведения за процедурата и представените материали**

Маг. инж. Стоян Иванов Четъов е зачислен за задочен докторант към катедра „Електрификация на минното производство“ (сега катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“), считано от 15.11.2018 г. Впоследствие задочната докторантура е трансформирана в редовна със заповед на Ректора на МГУ № Р-1159 / 20.11.2018 г. За научен ръководител е определен доц. д-р Кирил Сталинов Джустров.

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-889/25.11.2021 г.

Дисертационният труд е разгледан и обсъден на разширен катедрен съвет на катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане” на 18.11.2021 г. Направено е предложение за откриване на процедура за защита, което е одобрено от Факултетния съвет на МЕМФ на 24.11.2021 г. (Протокол № 20).

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 138 страници и включва увод, шест глави, заключение с формулирани приноси, библиография, публикации на автора. Изследванията са представени в 21 таблици и 50 фигури, голяма част от които са цветни.

В увода накратко са обосновани актуалността на разглежданите проблеми и необходимостта от задълбочено и всеобхватно проучване на потреблението на електроенергия от технологични механизми в минни и преработвателни предприятия, като се вземат предвид различни технологични фактори, които характеризират добива и преработката.

В Глава първа (обем от 12 страници) е направен литературен обзор по темата, анализирани са провеждани научни изследвания в световен мащаб. Разгледани са различни конструктивни и технологични особености, систематизирани са фактори, които оказват влияние на производителността и енергийната ефективност на мелничните агрегати.

В края на главата е формулирана основната цел на дисертацията: разработване на методи за повишаване на ефективността на използването на електроенергия за задвижването на топки мелници.

За постигането ѝ е необходимо решаването на следните задачи на дисертационния труд:

*1. Теоретично и експериментално изследване зависимостта на използваната електроенергия от факторите, обуславящи технологичния процес смилане.*

*2. Изследване на загубите на мощност и електроенергия в задвижването на топки мелници и режимите на работа на електродвигателите.*

В Глава втора (обем от 22 страници) са разгледани принцип на действие и конструкции на барабанни мелници, режими на работа, схеми на смилане. Конкретизирани са редица фактори, които оказват влияние на специфичната производителност и се отчитат с помощта на коригиращи коефициенти.

В **Глава трета** (обем от 13 страници) са показани възможностите за използване на корелационен и регресионен анализ при оценка на влиянието на основните технологични параметри върху мощността на двигателите, задвижващи топковите мелници. Анализирани са данни на мелничните агрегати, записани за една година от информационно-управляващата система на предприятието. Построени са точкови диаграми на разсейването на мощността спрямо всеки един изследваните фактори: натоварването с руда на мелничния агрегат, количеството на вода в мелницата и в зумпфа, количеството, плътността и налягането на пулпа на входа хидроциклон. Изведени са регресионните уравнения и корелационните коефициенти на всеки един от факторите. Доказано е по нов начин, че влиянието на всеки от тях поотделно е малко. Оценено е и комплексното им влияние.

В **Глава четвърта** (обем от 20 страници) са проучени и систематизирани възможностите за рационален избор на електрозадвижване – оценени са потребяваната мощност и различните видове загуби. Доказано е по нов начин, че за конкретна мелница (МШЦ 4,5х6) е възможно използването на електродвигател с по-малка мощност от тази на синхронния двигател СДС 19-56-40 УХЛ4, включен в стандартната окомплектовка.

В **Глава пета** (обем от 44 страници) са представени експериментални изследвания с цел проверка достоверността на данните, записани в информационно-управляващата система на предприятието. С прецизни мрежови анализатори FLUKE са проведени паралелни измервания на мелнични агрегати, изследвано е влиянието на различни фактори върху консумацията на енергия, определени са загубите в синхронните двигатели и са построени  $U$  – образните характеристики.

В **Глава шеста** (обем от 11 страници) са предложени варианти за оптимизация разхода на енергия при задвижване на топкови мелници, систематизирани са електрически и технологични методи.

В заключението са обобщени получените резултати и тяхното приложение.

С оглед на представените научни изследвания може да се отбележи, че тематиката е изключително актуална: осигуряване на сигурна и надеждна работа на високоотговорни мощни електрозадвижвания при създаване на възможности за подобряване на енергийната им 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 121 литературни източници, от тях 28 са на латиница, 80 – на кирилица, 13 – сайтове от Интернет. Включени са три авторски публикации. 67% от източниците са публикувани през последните 20 години, но се забелязват и заглавия от средата на XX век.

Използваната литература е цитирана коректно в текста.

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, при работа със специализирани програмни продукти, 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 шест приноса на дисертационния труд, класифицирани като научноприложни и приложни. Те могат да бъдат отнесени към Създаване на нови конструкции, методи и технологии, Доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области и проблеми, Получаване на потвърдителни факти.

Приносите могат да бъдат обобщени по следния начин:

#### Научноприложни:

- Доказано е по нов начин, чрез разработен математически модел и използване на статистически методи, че факторите, определящи технологичния процес *смилане*, оказват слабо влияние върху потребяваната мощност, но чрез правилното им управление може да бъде увеличена производителността и намален специфичният разход на електроенергия.

- Посредством практически изследвания и анализ е доказано, че инспектираните мелници работят с най-висока производителност и най-нисък специфичен разход на електроенергия при запълване с топки в порядъка на  $36 \div 38 \%$ .

- Изведени са регресионни уравнения и съответните корелационни коефициенти при всяка една от регресионните криви на факторите, обуславящи технологичния процес *смилане*, с цел определяне влиянието им върху консумираната от мелницата мощност.

#### Приложни:

- Чрез теоретични и експериментални изследвания е доказана възможността, че използваният в момента като стандартна окомплектовка електрически двигател може да бъде заменен с по-маломощен.

- Чрез експериментални изследвания и теоретична обосновка е доказано, че осигуряване работа на синхронните двигатели с  $\cos\varphi = 1$  и минимизиране на генерираната от тях капацитивна мощност е предпоставка за намаляване на специфичния разход на електроенергия.

- Експериментално е установено, че относителната, а не абсолютната ъглова скорост, с която се върти барабанът, е определяща за производителността на мелницата, респективно – за специфичния разход на електроенергия.

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 сигурността по време на експлоатацията на изследваните агрегати.

## 5. Публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са представени три публикации, две от тях са самостоятелни – доклади на Международни научни конференции в България през 2014 и 2021 г. Една публикация е в съавторство с научния ръководител (докторантът е на първо място) – статия в Journal of Mining and Geological Sciences, 2020 г.

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 в нереферирани списания с научно рецензиране и в редактирани колективни томовете може да се определи **общ брой точки 50** (при колективната публикация е приет равен принос на авторите, не е представен разделителен протокол). Изискването е значително надвишено.

Публикациите отразяват основни резултати от изследванията в дисертацията и може да се счита, че е постигната необходимата публичност пред инженерната общност.

Няма данни за цитирания на публикации.

## 6. Авторство на получените резултати

Предвид представените научни изследвания, съчетаващи теоретичен анализ и работа със специализирана измервателна апаратура, както и статистическа обработка на информация чрез използване на съвременни софтуерни продукти, считам, че дисертационният труд е разработен в значителна степен от докторанта, под ръководството на научния ръководител.

## **7. Автореферат и авторска справка**

Авторефератът е структуриран в общ обем от 56 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.

Считам, че Авторефератът удовлетворява изискванията и отразява достатъчна част от постигнатите резултати.

## **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:

- ✓ В електронния вариант на автореферата не е представена анотация на английски език, както е според изискванията.
- ✓ Втора глава може да се разглежда като част от литературния обзор.
- ✓ От библиографията следва да бъдат изключени авторските публикации, свързани с дисертационния труд.
- ✓ Не е посочена година на издаване на литературни източници № 57, 70 и 103.
- ✓ В литературата е възприет терминът „механични характеристики“ вместо използваният в разработката „механически характеристики“.
- ✓ Желателно е към всеки от приносите да се отбележи съответният раздел, в който са разгледани и доказани.
- ✓ Забелязват се редица пунктуационни грешки, неправилно членуване, използване на различен шрифт.

## **9. Лични впечатления за докторанта**

Не познавам лично маг. инж. Стоян Четьов. Придобих отлични впечатления за него по време на представянето му на предварителното обсъждане на дисертационния труд пред Разширен катедрен съвет. В момента той работи като Главен експерт Електро и КИПиА в „Елаците – Мед“ АД. Богатият професионален опит на докторанта, натрупан по време на заемане на различни длъжности в предприятието в продължение на 15 години, е спомогнал за разработването на дисертационния труд и ориентирането му към актуална и перспективна област на развитие. Считам, че той е изграден специалист в областта на електрообзавеждането, технологията и задвижванията на мелничните агрегати и притежава способности за реализиране на самостоятелни научни изследвания.

## 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. **Стоян Иванов Четъев**

в област на висше образование - 5. Технически науки,  
професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика,  
научна специалност „Електроснабдяване и електрообзавеждане (по отрасли)”.

29.12.2021 г.

**Рецензент:**

/ проф. д-р инж. Васил Димитров /