

# **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. Пламен Кирилов Петров**

**Тема: Електроенергийна ефективност при полуавтогенни мелници в минната промишленост**

**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-939/22.12.2022 г. на Ректора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски” и в съответствие с решенията на журито, взети на неговото първо заседание на 20.01.2023 г.

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

Маг. инж. Пламен Кирилов Петров е зачислен за редовен докторант към катедра „Електрификация на минното производство“ (сега катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане“) със заповед на Ректора на МГУ № Р-34 / 3.01.2020 г. (считано от 09.01.2020 г.). Докторантът е положил успешно изпитите по специалността, предвидени в индивидуалния учебен план, както и изпит по английски език. Научни ръководители са доц. д-р инж. Илиян Христов Илиев и доц. д-р Кирил Сталинов Джустров.

Дисертационният труд е разгледан и обсъден на разширен катедрен съвет на катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане” на 20.12.2022 г. Направено е предложение за откриване на процедура за защита, което е одобрено от Факултетния съвет на МЕМФ на 21.12.2022 г. (Протокол № 33).

Докторантът е отчислен с право на защита със заповед на Ректора на МГУ „Св. Ив. Рилски” № Р-937/22.12.2022 г. По процедурата 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 163 страници, плюс 6 Приложения. Включва увод, пет глави, заключение, формулирани приноси, библиография, публикации на автора. Изследванията са представени в 16 таблици и 85 фигури, голяма част от които са цветни.

В увода (обем от 4 страници) е обоснована актуалността на разглежданите проблеми и необходимостта от изследването на електроенергийната ефективност на мелници в минно-преработвателни предприятия, като се вземат предвид различни технологични фактори, характеризиращи натрошаването и смилането на материала. Показана е накратко структурата на дисертационния труд

В Глава първа (обем от 29 страници) са анализирани типовете мелници, вътрешната им облицовка, работният процес. Разгледани са конструктивни и технологични особености на различни видове мелници, както и принципите на процеса смилане. Систематизирани са параметри и фактори, които оказват влияние на производителността и енергийната ефективност на мелничните агрегати.

В края на главата е формулирана **основната цел на дисертацията**: *е разработване на методи за повишаване на електроенергийната ефективност при задвижването на полуавтогенни мелници, създаване на възможности за увеличаване на производствения капацитет и намаляване износването на облицовката.*

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

*1. Теоретично и експериментално изследване на зависимостта на консумираната електроенергия от технологичните фактори, обуславящи процеса смилане.*

*2. Провеждане на експерименти и анализ на получените данни от полуавтогенна мелница, разглеждана като обект на автоматизация при различни режими на работа.*

*3. Изследване на автоматизирани системи, влияещи върху енергийната ефективност при процеса смилане.*

*4. Разработване на модел, базиран на резултатите от експериментите, симулация и оценка на ефективността на автоматизирания процес.*

В Глава втора (обем от 20 страници) е подробно представена технологичната схема на работа в обогатителната фабрика на „Дънди Прешъс Металс Челопеч”, описани са автоматизираните процеси по преработка на рудата, конструктивните

елементи и оборудване. Изследвана е консумираната мощност при различни критични обороти на мелницата и нива на общия товар (при 6% запълване с топки), като получената зависимост е линейна. Обобщени са функциите по управлението на процесите в полуавтогенната мелница (включително помощното оборудване), осигурявани от SCADA системата „Citect“ („Сайтект“), комуникираща с PLC S7 400 на Siemens и M340 на Schneider.

В **Глава трета** (обем от 13 страници) са показани възможностите за използване на различни регулатори в автоматичното управление на смилателни процеси - ПИД регулатори (с настройки, изчислени по няколко метода), Адванс контрол за управление, базирано на моделно предсказващо управление, използване на размита логика, софтуерни оптимизатори и др.

В **Глава четвърта** (обем от 20 страници) е представено използваните средства за изследване на работния процес на мелниците и експерименталното оборудване: система Millcont с инсталирани сензори за измерване на ударни импулси, генерирани от ударите на рудата в облицовката на полуавтогенната мелница; система MillSense, осигуряваща измерване на ъгъла на падане на рудата в полуавтогенна мелница; система за енергиен мениджмънт и мониторинг PowerLogic; софтуерен симулатор на работата на системата за автоматично регулиране, базиран на предавателните функции на компонентите (разработен в Matlab); оптимизатор на процеса смилане.

В **Глава пета** (обем от 64 страници) са разработени методики за провеждане на експерименти, свързани с изследване на влиянието на някои технологични и конструктивни фактори и на структурата на системата за автоматично управление върху разхода на енергия при процеса смилане в полуавтогенната мелница, като се използват системите за събиране на данни и оборудването, описани в четвърта глава:

- влиянието на ъгъла на падане на рудата и процентното запълване на руда;
- влиянието на разтоварните решетки с различни размери на отворите;
- влиянието на автоматичния режим на работа, на типа регулатор, на софтуерния оптимизатор и др.

В следващите раздели са представени резултатите от проведените изследвания при прилагане на разработените методики. Проведен е анализ, установени са връзки между фактори и контролирани величини, извършена е настройка на регулатори по различни методи с цел повишаване на енергийната ефективност. Доказани са ползите от инсталирането на софтуерен оптимизатор.

В заключението са обобщени получените резултати и тяхното приложение.

С оглед на представените научни изследвания може да се отбележи, че тематиката е изключително актуална: повишаване на енергийната ефективност на мощни електродвигатели при използване на съвременни методи за управление. Направени са предложения за конструктивни и технологични решения, както и за автоматизиране на процесите със съвременни технически и софтуерни разработки,

които да доведат до повишаване на енергийната ефективност при процеса смилане в изследваната полуавтогенна мелница и до подобряване на качеството на продукцията, с което реално да се намалят времената и разходите в производството. С помощта на моделиране, експериментално изследване със съвременна измервателна апаратура и анализ са постигнатите резултати са изпълнени поставените цел и задачи на дисертационния труд и са формулирани приноси.

### **3. Обзор на цитираната литература**

Библиографията включва 136 литературни източници, като 88 са на латиница и 38 на кирилица (29 – на български, 9 – на руски език), 10 са сайтове от Интернет. Над 50% от източниците са публикувани през последните 25 години, но се забелязват и заглавия от средата на ХХ 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 приноси на дисертационния труд, класифицирани от докторанта като три научноприложни и шест приложни. Те могат да бъдат отнесени към *Създаване на нови модели, конструкции и методи, 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:

- Анализирани и систематизирани са фактори и средства за подобряване на енергийната ефективност при процеса смилане.

- Разработени са модели на различни типове регулатори и са определени параметри за настройка, осигуряващи ефективно управление на процесите.

- Доказано е по нов начин, че посредством използване на съвременни технически и софтуерни решения в системата за управление на процеса смилане в полуавтогенни мелници може да се повиши енергийната ефективност.

#### Приложни:

- Предложени са нови конструктивни и технологични решения с цел получаване по-добри параметри на смления материал и подобряване на енергийната ефективност при процеса смилане в полуавтогенна мелница:

- ✓ Модифициране на смилателни модули (разтоварни гумирани решетки на изхода на мелницата с размери на отворите 23 mm и 25 mm);
- ✓ Внедряване на софтуерен оптимизатор на процеса смилане;
- ✓ Изграждане на контур на базата на разработените нови технически средства: датчици за измерване на ударни импулси, генерирани от ударите на рудата в облицовката на полуавтогенната мелница (дистанционен SRIP и директен SDIP) и нов двуконтурен микропроцесорен управляващ модул MILLCONT 2A.

- Въз основа на извършени експерименти посредством системата MillSense (осигуряваща онлайн измерване на ъгъла на падане на рудата в мелницата) е направена оценка на производителността на мелницата и разхода на енергия.

- Предложена е диалогова програма за симулиране на работата и ефективността на регулатори в едноконтурни системи за автоматично регулиране на процеси в полуавтогенни мелници (създадена в Matlab среда).

## 5. Публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са представени четири публикации, една от тях е самостоятелна, 3 са в съавторство (2 бр. с двама автори, 1 бр. с трима; в 1 бр. докторантът е първи автор, в 2 бр. - втори):

- два доклада, публикувани в Сборник на Националната научно-техническа конференция с международно участие „Автоматизация в минната индустрия и металургията Булкамк’20“;

- статия в списание в чужбина – „Рударски гласник“ – Bulletin of mines, 2020 г.;

- статия в Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“ (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 токове е видно, че изискването е надвишено: може да се определи **общ брой точки 46,67**.

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, работа със специализирана измервателна апаратура и статистическа обработка на информация чрез използване на съвременни софтуерни продукти, считам, че дисертационният труд е разработен в значителна степен от докторанта. Продължителният му стаж като супервайзор в минно предприятие е създал възможности за провеждане на научните изследвания и е спомогнал за разработването на дисертационния труд.

Не е представена Декларация за оригиналност, която според Правилник за прилагане на закона за развитието на академичния състав в Република България трябва да бъде включена към заключението – резюме на получените резултати, преди библиографията.

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

Авторефератът е представен в електронен вариант, формат А4, в общ обем от 55 страници. Изложението представлява достатъчна по обем извадка от дисертационния труд. Отразени са основните изследвания, резултати и изводи, както и приносите и публикациите, свързани с дисертацията. Завършва с кратка анотация на английски език.

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. Имам някои препоръки и забележки от технически характер:

- ✓ По отношение на структурирането на дисертационния труд:
  - Втора глава се състои само от един раздел с много подточки;
  - Трета глава включва 7 раздела, голяма част от които са по една страница;
  - Заглавието на втора глава не отразява изложението в нея (не се коментира идентификация на процеса смилане);
  - Желателно е да се включи списък с използваните съкращения.

✓ Авторските публикации, свързани с дисертационния труд, следва да бъдат изключени от библиографията.

✓ Не е описана правилно авторската публикация в Годишник на МГУ „Св. Иван Рилски“ (авторите са трима, а не двама).

✓ Забелязват се пунктуационни грешки, неправилно членуване, липса на отстъп при нов ред, некоректно използване на термини.

*Отправените препоръки и забележки не омаловажават стойността на разработката.*

*Те могат да бъдат лесно отстранени в официалния вариант на дисертационната работа преди депозиране в НАЦИД.*

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

Не познавам лично маг. инж. Пламен Петров. Придобих добри впечатления за него по време на представянето му на предварителното обсъждане на дисертационния труд пред Разширен катедрен съвет. Богатият професионален опит на докторанта, натрупан в продължение на 18 години по време на работата му в международната минна компания „Дънди Прешъс Металс“ с дейности по придобиване, проучване, разработване, добив и преработка на руди на благородни метали, е спомогнал за разработването на дисертационния труд и ориентирането му към актуална и перспективна област на развитие. Считаю, че той е изграден специалист в областта на електрообзавеждането, технологията и управлението на мелничните агрегати и притежава способности за реализиране на самостоятелни научни изследвания.

## **10. Заключение**

Считаю, 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 предложи** на научното жури да присъди образователната и научна степен „ДОКТОР“

на маг. инж. **Пламен Кирилов Петров**

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

20.03.2023 г.

**Рецензент:**

/ проф. д-р инж. Васил Димитров /