

# РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д-р инж. Красимир Тодоров Кръстанов, ВТУ „Тодор Каблешков”

върху дисертационния труд на маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски, представен за присъждане на образователна и научна степен „Доктор” в научна област 5. „Технически науки“, по професионално направление: 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезните изкопаеми”, научна специалност „Открит и подводен добив на полезни изкопаеми”

**Тема на дисертационния труд:** „Оптимизация на технологичните схеми за строене на руднични пътища“

Настоящата рецензия е изготвена на основание на решение от Първото заседание на Научно жури, утвърдено съгласно заповед № Р-870/10.12.2024 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски”.

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

Маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски е завършил бакалавърска степен „Подземно строителство“ през 2015 година. От 2017 година е магистър по „Разработване на нерудни полезни изкопаеми“. Зачислен е за редовен докторант към катедра “Разработване на полезни изкопаеми“ при Миннотехнологичен факултет със Заповед № Р-160/14.03.2022 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“. Със заповед на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ № Р-89/31.01.2023 г. е променен научният ръководител на докторанта, като е определена доц. д-р Евгения Александрова.

Докторантът успешно е положил предвидените в индивидуалния учебен план изпити, съгласно Удостоверение ССПМ № 373-2024 от 09.12.2024 г.

Отчислен е с право на защита със Заповед на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски” - № Р-871/10.12.2024 г. Дисертационният труд е представен и обсъден на разширен катедрен съвет на катедра “Разработване на полезни изкопаеми“, Миннотехнологичен факултет, МГУ „Св. Иван Рилски“, проведен на 26.11.2024 г.

Представеният от маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски комплект материали на електронен и хартиен носител е в съответствие с Правилата и процедурите за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор“ на МГУ „Св. Иван Рилски“.

Маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски има над 10 годишен опит в различни минни и проектански компании в България и чужбина. Заемал е ръководни длъжности и е управлявал множество проекти.

## **2. Обща характеристика на представения дисертационен труд**

Представеният дисертационен труд се състои от 146 страници, като е структуриран в увод, четири глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Работата включва 64 фигури, 25 таблици и 8 снимки. Списъкът на използвана литература включва общо 91 литературни източника като 57 са на латиница и 34 на кирилица.

## **3. Структура и съдържание на дисертационния труд**

Авторът показва познаване на изследвания проблем, което му дава възможност за научно-приложен подход при решаването на поставените задачи.

Целта на дисертационния труд е оптимизиране на технологичните системи при строителството на руднични пътища, с което да се повиши ефективността при разработване на находища по открит начин.

За постигането на така формулираната цел са направени изследвания за състоянието на рудничните пътища, разработени са методи и модели за оптимизиране на параметрите от надлъжния и напречните профили на рудничните пътища, които да позволят оперативно да се вземат управленски решения и да се изготвят прогнозни мероприятия за повишаване на ефективността на открития добив на полезни изкопаеми.

Реализирането на целта включва следните задачи:

- Анализ на съвременното състояние на рудничните пътища и методите за контрол на тяхното състояние, оказващо влияние на ефективността на работа на рудничния транспорт;
- Оптимизиране на конструктивните елементи на рудничните пътища с оглед повишаване технико-икономическите показатели на открития добив на полезни изкопаеми;
- Разработване на методи за намаляване на отрицателното въздействие на деформациите по рудничните пътища и методология за повишаване носещата способност на пътната настилка като част от конструкцията на рудничните пътища;
- Обосноваване и приложение на критерии за оптимизация на транспортните схеми при проектиране на крайните граници на откритите рудници въз основа на технико-икономически показатели.

При разработване на темата на дисертационния труд е възприет комплексен подход, включващ оптимизиране на крайните граници на открит рудник, блоков модел на база икономически изгодните показатели, статистическа и аналитична обработка на данни при математическото моделиране. Дисертационният труд съдържа четири глави, в които е представена научно-изследователската работа.

В глава първа на дисертационния труд са разгледани съвременното състояние и приложение на рудничния транспорт в открити рудници и кариери. Видовете и особеностите при работа на рудничния транспорт в откритите рудници и кариери в България. Конструкцията на рудничните пътища. Методите за оценка на състоянието на рудничните пътища и проблеми на качеството по време на строителство и експлоатация.

Формулирани са следните основни изводи:

1. В откритите рудници се прилагат почти всички видове рудничен транспорт - железопътен, автомобилен, конвейерен, хидравличен, гравитационен, воден и комбиниран, като за условията на разработваните рудни находища и кариери за добив на инертни и строителни материали в България се е утвърдил автомобилният транспорт.

2. Проектирането и оптимизирането на технологичните схеми при строителството на руднични пътища е свързано с отчитането на редица условия и фактори. Решаващ фактор за прогнозиране срока на експлоатация на рудничните пътища е отчитането на скоростния режим на движение на транспортните средства (в частност на автосамосвалите) по проблемните участъци с наличието на различни видове деформации.

3. Въз основа на извършения анализ е изведен предварителен извод, че при изследванията свързани с мониторинга на качеството на пътното платно е целесъобразно да се използва комплексен подход, съчетаващ теоретичните и експерименталните методи за наблюдение и регистриране параметрите на различните видове деформации. Особено предимство на комплексния подход е възможността за разработване на математичен модел, т.е. прилагане на регресионен анализ за получаване на зависимостта между изменението на натоварването от различните типоразмери самосвали при тяхното движение, дефектите по пътното платно на рудничните пътища, скоростния режим на движение по проблемните участъци, геометричните параметри за характерните инженерно-геоложки условия на разработване.

4. Установено е, че ефективността на рудничния транспорт се определя от състоянието на рудничните пътища, броят и техническите параметри на самосвалите и се оценява производителността и себестойността, които до висока степен зависят от наличието на дефекти по пътното платно.

В глава втора „Оптимизиране на конструктивните параметри на рудничните пътища“ са разгледани съвременните предпоставки за оптимизиране на конструктивните параметри на рудничните пътища. Описани са теоретичните основи при оразмеряването на руднични пътища в план и профил. Разгледан е методиката за оптимизиране на надлъжния профил на рудничните пътища.

Изведени са следните изводи:

1. Представен е обобщен преглед на различните параметри и свързани с тях проблеми за оптимизация на технологичните схеми за строене на руднични пътища, като са направени препоръки за повишаване на експлоатацията на рудничните пътища и производителността на транспорта в откритите рудници. Чрез синтезиране и анализиране на резултатите от редица научни и научно-приложни изследвания, предложени в разгледаните литературни източници, се стига до извода, че всеки конкретен параметър от конструкцията на рудничните пътища е свързан със специфични изисквания, както при проектирането, така и по време на експлоатацията и поддръжката на пътните условия в откритите рудници. Подчертана е сложността на математическото моделиране в оптимизацията на технологичните схеми на строителство, като възниква необходимостта от балансиран и интегриран подход при разработването на цялостния математичен модел.

2. Предложени са физически критерии за определяне оптималния наклон на рудничните пътища. В резултат на извършения анализ са установени зависимости между изменението на коефициента на полезно действие на предавките на двигателя на рудничните самосвали, скоростта на движение и относителния разход на гориво в зависимост от общото съпротивление при движение по наклонени участъци.

3. Влошаването на пътната настилка води до увеличаване на оптималния наклон на пътя, причината за което е намаляване на транспортните разстояния, респ. специфичния разход на гориво.

4. Увеличаването на дълбочината на открития рудник води до изместване на областта на оптималност на надлъжния наклон на рудничните пътища, съгласно техническите ограничения.

5. Анализирана е значимостта на проектната конструкция и дебелината на пътната настилка върху ефективността на работа на рудничния транспорт. Въз основа на практически наблюдения и изследвания на различни модели руднични самосвали са установени корелационни зависимости между дебелината на пътната настилка и годишния обем на превозваната минна маса. Получените графики могат да намерят практическо приложение за изграждане на руднични пътища с устойчива конструкция и дълъг експлоатационен период.

В трета глава „Комплексен анализ на състоянието на рудничните пътища и методи за намаляване на въздействието на дефектите по пътното платно върху експлоатационните показатели на рудничния транспорт“ е направен задълбочен анализ на методите за измерване на деформациите на пътните настилки и причините за тяхната поява. Описани са съществуващите и са предложени нови технологични схеми за повишаване на ефективността на изграждане и уплътняване на пътната настилка на рудничните пътища. Нещо повече, тук е описана и апробацията на предлаганите нови технологии. Основните изводи от работата по трета глава са следните:

1. Представена е методология за изследване и комплексен анализ на деформациите на пътното платно на рудничните пътища.

2. Въз основа на обосновани технологични схеми за изграждане на конструкцията на руднични пътища при тяхното строителство са обосновани етапи на уплътняване на пътната настилка с използване на тежкотоварни автосамосвали.

3. Апробирана е технологията за уплътняване на опитен участък. Въз основа на получените резултати е извършена оценка на експлоатационните свойства на пътната настилка в зависимост от техническите характеристики на уплътняване с автосамосвали.

4. Предложените методики и получените зависимости могат да се използват в минни предприятия за повишаване на технико-икономическите показатели на рудничния транспорт и оптимизиране технологичните схеми за строене на руднични пътища.

Четвърта глава представя „Обосноваване и приложение на критерии при оптимизиране на технологичните системи за строителство на руднични пътища“. Тук са обвързани проектните параметри на рудничните пътища с елементите на конструкцията на открития рудник. Разгледани са методите и алгоритмите по които се оптимизират технологичните схеми за строене на руднични пътища. Направен е опит за оптимизиране на технологичните схеми за строителство на руднични пътища с взимане под внимание крайните граници на открит рудник, финансовите резултати от добива на полезно изкопаемо, нарушените площи, и емисиите изгорели газове от рудничния транспорт.

Основните изводи от четвърта глава са следните:

1. Предложена е методология за оптимизиране на технологичните схеми за трасиране местоположението на рудничните пътища, която може да бъде интегрирана в редица алгоритми за търсене на алтернативни решения при разработване на модели на открити рудници.

2. Анализирани са предимствата и недостатъците на проектирането посредством блокови модели на открития рудник, въз основа на което е възприет подход с автоматизирано проектиране. Получени са резултати от конструирането на 32 варианта на модел на открит рудник, при които с достатъчна степен на надеждност са определени оптималните параметри на рудничните пътища за всяка зададена стратегия на развитие на трасето на пътя. Установените корелационни зависимости между транспортните разстояния и наклона на пътя могат да бъдат използвани като допълнителни средства за оптимизиране крайните граници на открития рудник или недисконтираната печалба в зависимост от транспортните разходи

3. Определена е граничната стойност на средната абсолютна грешка, служеща за критерий при избора на оптимално решение. Установена е възможност за дефиниране на доверителни интервали с помощта на които могат да се прогнозират други параметри от производствените процеси в рудника.

Научната и научно-изследователската работа, свързана с разработването на настоящия дисертационен труд, както и постигнатите резултати дават основание да се посочат следните по-важни научни и научно-приложни приноси:

1. Предложени са и са обосновани физически критерии (относителни разходи на гориво на транспортните средства при движение в наклонени участъци на натоварени и празни самосвали, време за движение и относително съпротивление за движение) за избор на оптимални наклони на рудничните пътища при различни модели самосвали и товароносимост.

2. Разработена е методика за определяне на оптималните наклони на рудничните пътища, осигуряването на които води до повишаване на ефективността на минните работи, подчинено на теоретичните алгоритми за избор на транспортните схеми в откритите рудници. Практическата приложимост се изразява в намаляване на разходите за извозване на минната маса за сметка на оптимизиране на наклоните на рудничните пътища.

3. Получена е корелационната връзка между изменението на оптималните наклони на рудничните пътища и качеството на пътната настилка.

4. Обосновани са техническите ограничения на наклоните на рудничните пътища в зависимост от коефициента на полезно действие при различни предавки на двигателя и разход на гориво.

5. Установени са зависимостите между оптималната дебелина на пътната настилка, полезната товароносимост на самосвалите и годишната производителността на рудника по минна маса.

6. Предложени са технологични решения за изграждане на устойчиви пътни настилки с използване на тежкотоварни самосвали, изключващи

специализирана техника. Технологията е апробирана в конкретни условия при разработването на открит руден рудник. Постигнатите резултати показват по-нисък коефициент на вариация на плътността на полаганите слоеве и по-висок модул на еластични деформации. Положителният резултат се изразява в по-ниски разходи за ремонтно-възстановителни дейности по рудничните пътища и по-дълъг срок на експлоатация.

7. Определена е методология и е разработена методика за провеждане на изследвания на деформациите по пътното платно на рудничните пътища. Резултатите намират практическо приложение за постигане на икономическа ефективност за поддържане състоянието на пътната настилка.

8. Предложена е методология за оптимизиране на технологичните схеми за трасиране местоположението на рудничните пътища, която може да бъде интегрирана в редица алгоритми за търсене на алтернативни решения при разработване на модели на открити рудници.

9. Установени са корелационни зависимости между транспортните разстояния и наклона на пътя, които могат да бъдат използвани като допълнителни средства за оптимизиране крайните граници на открития рудник или недисконтираната печалба в зависимост от транспортните разходи.

#### **4. Приноси и значимост на дисертационния труд**

Приемам приносите в дисертационния труд, те съответстват на постиженията на маг. инж. Данаил Терзийски. В съответствие с целта и задачите на дисертационния труд е извършена голяма по обем научноизследователска работа, като резултатите от проведените изследвания са сведени до девет научно-приложни приноса.

В заключение считам, че значимостта на научно-приложните приноси на маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски е безспорна, предвид професионалните му компетенции в областта на дисертационния труд.

#### **5. Публикации по дисертационния труд, авторство на получените резултати**

По дисертационния труд са представени три публикации, които отразяват основните постижения и резултати от работата на докторанта. Една от публикациите е самостоятелна, а останалите две са в съавторство.

Съгласно нормативния документ "Правила и процедури за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор“ 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 показател В публикационна дейност - минимум 30 т. От представените научни

публикации може да се направи изводът, че докторантът не само отговаря на изискванията, но и ги надхвърля.

## **6. Оценка на автореферата**

Авторефератът е структуриран в общ обем от 53 страници, като отразява коректно и в достатъчна степен съдържанието на дисертацията и дава представа за изследванията и методите. В него е направена обща характеристика на дисертационния труд и са формулирани основните приноси. Считаю, че отговаря на съответните нормативни документи и отразява пълно, обективно и достоверно същността на дисертационния труд.

## **7. Критични бележки и препоръки**

Препоръчвам на докторанта да засили публикационната си дейност в чуждестранни реферирани издания, а в бъдеще да продължи работа върху проблематиката. Убеден съм, че дисертационният труд на маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски е негова собствена разработка на актуална тема и притежава оригинални научно-приложни приноси.

## **8. Заключение**

След като се запознах с представените по процедурата дисертационен труд и придружаващите го научни публикации и въз основа на извършения анализ на тяхната значимост и съдържащи се в тях научно-приложни приноси, потвърждавам, че представеният дисертационен труд и научните публикации към него, в качествено и количествено отношение, както и оригиналността на представените в тях резултати и постижения, отговарят на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и на Правилата и процедурите за приемане и обучение на докторанти и придобиване на ОНС „Доктор” в МГУ „Св. Иван Рилски”.

Въз основа на изброените достойнства на дисертацията давам своята **положителна оценка** на разработения от маг. инж. Данаил Йорданов Терзийски дисертационен труд на тема „Оптимизация на технологичните схеми за строене на руднични пътища“ и считам, че той трябва да придобие образователната и научна степен „Доктор”, като с това заключение призовавам членовете на уважаемото Научно жури да гласуват с положителен вот и да присъдят на докторанта образователната и научна степен „Доктор”.

07.01.2025 година  
гр.София

РЕЦЕНЗЕНТ:  
/проф. д-р Красимир Кръстанов/