

СТАНОВИЩЕ

от проф. д-р инж. Станчо Петков Петков,

ИМСТЦХА – БАН (Институт по металознание, съоръжения и технологии с център по хидро-аеродинамика – БАН), член на Научно жури, назначен със Заповед Р-125/16.02.2021 год. на Ректора на Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ - София

на дисертационен труд

на тема: „ОПТИМИЗАЦИЯ НА ПАРАМЕТРИТЕ НА ПРОБИВНО-ВЗРИВНИТЕ РАБОТИ В РУДНИК „ЧЕЛОПЕЧ““

за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по докторска програма „Техника и технология на взривните работи“ професионално направление 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезните изкопаеми“

автор на дисертационния труд:

маг. инж. ЦВЕТАН ВЕЛКОВ БАЛОВ

Научен ръководител:

Проф. д-р инж. ИВАЙЛО КОПРЕВ

Научени консултанти:

Проф. д-р инж. ДИМИТЪР СТЕФАНОВ

Дисертационния труд на маг. инж. Цветан Велков Балов е перспективно научно и научно-приложимо направление за осигуряване на безопасно и ефективно изпълнение на пробивно-взривни дейности, пълно и точно изготвяне на проектната и изпълнителна документация за взривяванията, наблюдаване и регистриране на резултатите от извършването им. Следене за точността на пробиване на взривните дупки и сондажи, като се изясняват подробно причините за евентуалните отклонения, контролира се спазването на паспортите за пробиване и зареждане, като се документира раздробяването на отбитата руда, като резултатите се обработват със специализиран софтуер.

Рецензията си съм изготвил на основание Заповед № Р – 125 /16.02.2021 г. на Ректора на МГУ „Св. Иван Рилски“ и на базата на представените документи, включващи:

- Заявление вх. № ССПМ -1663 / 23.02.2021 год., от маг. инж. Цветан Балов, докторант на самостоятелна подготовка към катедра „Подземно строителство“, Миннотехнологичен университет, МГУ „Св. Иван Рилски“;
- Протокол № 5/09.02.2021 год от заседание на разширен катедрен съвет на катедра „Разработване на полезни изкопаеми“ при МГУ „Св. Иван Рилски“;
- Автобиография;
- Заповед за зачисляване № Р-146/14.02.2019 год.;
- Заповед за отчисляване № Р-118/16.02.2021 год.;
- Удостоверение за положени изпити, съгласно индивидуален учебен план;
- Заповед № Р-125/16.02.2021 год. за утвърждаване на състава на научното жури;
- Диплома за завършено висше образование
- Научни приложни приноси;
- Публикации, свързани с темата на дисертационният труд;
- Дисертационен труд;
- Автореферат;
- Електронен носител с материали по процедурата.

Процедурата за защита на дисертационният труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ е спазена и е в съответствие с действащите нормативни документи. Представените от кандидата материали са изготвени в съответствие с изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България, Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в МГУ „Св. Иван Рилски“.

Дисертационният труд е в обем от **134** страници, като включва увод, **четири** глави за решаване на формулираните основни задачи, списък на основните приноси, списък на публикациите по дисертацията и използвана литература. Цитирани са общо **124** ли-тературни източници, като **73** са на латиница и **51** на кирилица. Работата включва общо **47** фигури и **16** таблици. Номерата на фигурите и таблиците в автореферата съответстват на тези в дисертационния труд.

На основание заповед № Р-146/14.02.2019 г. на Ректора на Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“ – гр. Сфия, маг. инж. Цветан Велков Балов е зачислена за докторант на самостоятелна форма на подготовка, платено обучение по професионално направление 5.8. „Проучване, добив и обработка на полезни изкопаеми“, докторска програма „Техника и технологии на взривни

работи“ с тема на дисертационният труд „ Оптимизация на параметрите на пробивно-взривните работи в рудник „Челопеч““, към катедра „ Разработване на полезни изкопаемми“ на МГУ „Св. Иван Рилски“, със срок на обучение три години, считано от 14.02.2019 год.

С разработването на настоящият дисертационен труд, авторът си е поставил задача да се извършват сеизмични наблюдения и да се регистрират взривно-сеизмичните колебания, като се следи пиковата скорост на частиците да не превишава допустимите стойности. Събраната, обработена и анализирана информация ще доведе до изводи за необходимите корекции и изследвания, които трябва да се извършат, с цел усъвършенстване на прилаганите методи и параметри на пробивно взривните работи и подобряване на ефективността им при спазване на изискванията за безопасност.

Изхождайки от всичко това, **основната цел** на дисертационният труд е оптимизация на параметрите на пробивно-взривните работи в рудник „Челопеч“.

В дисертационния труд са представени и анализирани съвременните методи за изследване и оценяване на потенциалните възможности и ефект.

Предвижда се проблемът да се реши, чрез разработване на редица научно-технически задачи, по-важни от които са:

1. Изследване на тенденциите за оптимизиране на резултатите от отбиване на руда с пробивно-взривни работи
2. Разработване и приложение на методика за измерване на параметрите на взривните вълни при
 - увеличаване на линията на най-малко съпротивление с цел оптимизиране на количеството взривна енергия;
 - увеличаване разстоянието между краищата на взривните дупки и сондажи;
 - подобряване на зърнометрията от икономическа гледна точка, като крайният резултат в следствие на приложените промени в реална среда е повишаване на зърнометричния състав, а в същото време процентът негабарити остава същия.
 - подобряване на ефективността на пробивно-взривните работи при спазване на изискванията за безопасност.
3. Анализ на получените резултати от експерименталните изследвания в рудник „Челопеч“.

Всички те са намерили успешно решение в настоящата дисертация и основната и цел е постигната.

Глава I представлява обзор на съвременните възгледи на взривното разрушаване на твърда скална среда.

Определени са параметрите на средата и на вълните на напрежения, характеризиращи действието на взрива в скалния масив

Върху развитието на взривно-разрушителния процес и на резултатите от него определящо влияние имат обемната плътност на скалата ρ (kg/m^3) и скоростта на разпространение на надлъжната вълна C_p (m/s). Взривното вещество оказва влияние на енергитичните си характеристики – топлина на заряда Q (J/kg) и скорост на детонация D (m/s).

Извършен е анализ на технологията на отбиване на рудата и параметрите от Паспорта на пробивно-взривните работи в рудник „Челопеч“

В раздела е разгледан въпроса за реда на изземването на камерите на запасите в добивния участък, като се осъществява по предварително определена, анализирана и оценена схема на движение на забойната линия и изземване на камерите.

В *Глава II* са разгледани тенденциите за оптимизиране на резултатите от отбиване на руда с пробивно-взривни работи .

Анализирано е влиянието на състоянието на големината на откритата плоскост върху резултатите от отбиването.

Разгледан е въпроса за действието на удължен заряд в монолитна, напукана и слоеста среда. Отделно от това, подробно е разискван въпроса за формата на фронта на детонационната вълна, вълната на напрежение при удължен заряд в слоеста среда.

В раздела е разгледана методиката и измервателната система за пряко измерване на параметрите на взривния импулс в масива.

В зависимост от задачите на изследването, параметрите на вълните на напрежения се определят на различни разстояния от центъра на взрива — в зоната на еластичните деформации - за оценка на сеизмичното действие, или в зоната на разрушаване - между заряда и откритата плоскост - за оценка на разрушителния ефект.

На базата на натрупан опит на докторанта, по отношение на порядъка на изследваните параметри, е изработено техническо задание и е конструирано електронно синхронизиращо устройство. Изследванията са извършени при промишлени взривявания в руднични условия на групови или единични заряди (в зависимост от схемата на взривяване и от наличните степени на закъснение на електродетонаторите).

От получената осцилограма се намират действителните стойности на взривния импулс, разпространяващ се в масива - максималната радиална скорост на колебания, абсолютното преместване, продължителността на положителната фаза на вълната и относителната енергия. От получените данни се изчисляват стойностите на максималното радиално напрежение и относителен импулс.

Глава III е посветена на разработване и приложение на методиката за измерване на параметрите на взривните вълни.

Измерванията са направени за условията на рудник „Челопеч“ с инсталирането на 6 триосни геофона и сеизмична апаратура Minimate Blaster на фирма Instantel и SuperGraph на фирма NOMIS. Апаратурата регистрира сеизмично въздействие над 0.5 mm/s. Определени са местоположението и монтажа на измерителите, като при изпълнението на полевите измервания са спазени следните методически указания:

а) поставянето и свързването на вибрационния сензор са двата най-важни фактора, които осигуряват точни записи на вибрации на земята.

б) при монтирането на геофоните се осъществява твърда връзка със скалния масив, за да не се допусне каквото и да е приплъзгане.

в) положението на точките на измерване е такова, че разстоянието между всеки взрив е точно определено и заснето от маркшайдер

В *Глава IV* е извършен анализ на получените резултати от експерименталните изследвания в рудник „Челопеч“

От направеният анализ на резултатите се вижда, че след направените промени на параметрите на пробиване с увеличаване на линията на най-малко съпротивление (ЛНС - W) в Таблица 4.7.1 и Таблица 4.7.2 и съответно увеличаването на разстоянието между краищата на сондажите, води до оптимизиране на количеството взривна енергия, която е причина за по-голям обем отбита руда на едно добивно ветрило с 9,5% и с 9,0% по-голямо количество отбита руда във ветрилото в тонове.

С повишаването на разстоянието между ветрилата (W), намалява сумарната дължина на взривните сондажи с 9,0%. След извършените промени се установи, че се намалява разходът за отбиване на 1 m³ руда с 18%, а отбитата руда от 1 линеен метър сондаж нараства с 19,8%. От постигнатите резултати се установява, че разходът на взривно вещество намалява с 9,0%, а относителният разход на взривно вещество намалява с 17,0%. Постигнатите резултати се изразяват така също в намаляване на разхода на взривни материали и физическия труд.

ОСНОВНИ ИЗВОДИ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

От извършената научна, научно-изследователска и внедрителска работа по отношение оптимизацията на параметрите на пробивно-взривните работи в рудник „Челопеч“ в обобщен вид са дадени основните изводи както следва:

1. Ефективното управление е от изключително значение предварителната подготовка чрез раздробяване за отделянето на полезното изкопаемо от масива посредством взривяване по отношение на качествените и количествени характеристики на процеса. Световният практически опит, както и този на национално ниво, дава възможност да се изясни до висока степен качествено механизъмът на взривното разрушаване.

2. Взривното разрушаване на твърда скална среда се извършва отсъвместното действие на разпространяващата се вълна на напрежения, която образува пукнатини в средата преди и след взаимодействието си с откритата плоскост, и от налягането на газовете в зарядното пространство, водещо до пукнатинообразуването и придаващо кинетична енергия на късовете.

3. Интензивността на разрушаване, зависи от параметрите на вълнатата напрежения, продължителността на действие на положителната фаза, максимална радиална скорост на колебания на скалните частици, максимални радиални напрежения, импулс и енергия. Максимално достоверни стойности на тези параметри могат да се получат само чрез непосредственото им инструментално измерване в масива.

4. Върху резултатите от разрушаването оказват влияние състоянието на площта на откритата плоскост. Свободната плоскост отразява напълно падащата вълна на напрежения, а несвободната, контактуваща с материал с друга плътност - частично. Недостатъчната площ на откритата плоскост създава „стеснени“ условия на работа на взрива.

5. Микроструктурата на скалната среда влияе върху разпространението на полето на напрежения, като при наличието на пукнатините го ограничава, а при наличие на слоеве – го деформира. Тези особености изменят развитието на процеса и влияят върху степента на раздробяване.

6. От извършеният анализ на пробивно взривните работи в рудник „Челопеч“ се установява, че Паспортите на пробиване и взривяване по вид и съдържание съответстват на високите стандарти в страните с развита минна промишленост. Те се основават на геометричните параметри, експериментално доказани в практиката на рудника.

7. Създадена е измервателна система и методика за определяне надеждителните параметри на вълните на напрежения, като са проверени многократно в промишлени условия.

8. Преоразмеряването на параметрите на пробиване с увеличаване на линията на най-малко съпротивление таблица 4.7.1 и таблица 4.7.2 и съответното увеличаване на разстоянието между крайната дълбочина на сондажите, води до оптимизиране на количеството взривна енергия, която е причина за по-голям обем отбита руда на едно добивно ветрило с 9,5% и с 9,0% по-голям тонаж във ветрилото.

9. С повишаването на разстоянието между ветрилата, намалява сумарната дължина на взривните сондажи с 9,0%. След извършените промени се установи, че се ограничава разходът за отбиване на 1 m³ руда с 18,0%, а отбитата руда от 1 линеен метър сондаж нараства с 19,8%. От постигнатите резултати се установява, че разходът на взривно вещество намалява с 9,0%, респ. относителният разход на взривно вещество намалява с 17,0%.

10. Оптимизираните параметри на взривно-сондажната мрежа водят до намаляване на разхода на взривни материали и физическия труд. Крайният резултат в следствие на приложението подход при конкретните условия в рудник „Челопеч“ е повишаване на зърнометричния състав на къс 460 mm, като същевременно процентът негабарити се запазва.

11. За подобряване на резултатите от пробивно-взривните работи в рудник „Челопеч“ е необходимо периодично да се извършват наблюдения, получените данни да се обработват и да се намират корелационни зависимости, отразяващи взаимната обвързаност на параметрите на взривните работи и условията на прилагане. За осигуряване на безопасно и ефективно изпълнение на пробивно-взривните работи техническите служби на рудника е необходимо да изготвят проектната и изпълнителната документация за взривяванията точно и коректно, да наблюдават и регистрират резултатите от извършването им, да се контролира спазването на паспортите за пробиване и зареждане. Получената и обработена информация, както и анализа е предпоставка за извършване на допълнителни периодични изследвания. Целта е оптимизиране на прилаганите параметри на пробивно-взривните работи и подобряване на ефективността им при спазване на изискванията за пълна безопасност.

НАУЧНИ И НАУЧНО ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ

В представената дисертационна работа са извършени комплексни изследвания в реални инженерно-геоложки и минно-технически условия в рудник „Челопеч“ за управление параметрите на технологичните взривявания в резултат на което са постигнати следните научни и научно-приложни приноси:

1. Изучени и обобщени са световните и наши достижения при взривното отбиване, което е основната технология при добива на руда. Целта на

изследването е постигано на ефективно управление на действието на взрива в скалния масив, респ. подобряване резултатите от него.

2. Адаптирани са теоретично-експерименталните постановки на проблема в резултат на извършените досега многобройни изследвания в областта на взривните работи в световната практика и у нас, които позволяват да се изясни в значително висока степен качествено механизъмът на взривното разрушаване, както и да се изведат редица количествени зависимости.

4. Разработена е и е предложена методика на изследване с използване на съвременна апаратура, 6 триосни геофона и сеизмична апаратура Minimate Blaster на фирма Instantel и SuperGraph на фирма NOMIS. Методиката е апробирана в реални условия в рудник „Челопеч“.

5. Извършено е преоразмеряване на параметрите на пробиване чрез увеличаване на линията на най-малко съпротивление и съответното нарастване на разстоянието между краищата на сондажите. Въз основа на това са проведени промишлени изследвания и анализ на получените резултати от нововъдената взривно-сондажна мрежа.

6. Експерименталните изследвания доказват оптимизиране на количеството взривна енергия, като е получено по-голям обем отбита руда на едно добивно ветрило с 9,5% и с 9,0% по-голям тонаж във ветрилото. С повишаването на разстоянието между ветрилата, намалява сумарната дължина на взривните сондажи с 9,0%. След извършените промени се установи, че се ограничава разходът за отбиване на 1 m³ руда с 18,0%, а отбитата руда от 1 линеен метър сондаж нараства с 19,8%. От постигнатите резултати се установява, че разходът на взривно вещество намалява с 9,0%, а относителният разход на взривно вещество намалява с 17,0%.

7. Предложените нови параметри на пробивно-взривните работи водят до намаляване на разхода на взривни материали и физическия труд. Крайният резултат в следствие на приложените промени в реална среда е и повишаване на зърнометричния състав на къс 460 mm, като същевременно процентът негабарити се запазва.

КРИТИЧНИ БЕЛЕЖКИ И ПРЕПОРЪКИ

Критични бележки, които да поставят под съмнение достоверността на представените в дисертационният труд резултати и отбелязаните по-горе приноси нямам.

Имам някои бележки, които следва да се разглеждат предимно като препоръки за бъдещата научна и публикационна дейност на автора. Те се отнасят

най-вече до допуснати пропуски и неточности в изложението на дисертационният труд.

Необходима е по-голяма прицизност по отношение на изразните средства, термини и определения, свързани със спецификата на разглежданата област. Така например, многословието, дългите изречения, понякога не до там ясните формулировки са естествени пропуски, присъщи на младите учени.

Кандидата има достатъчен брой научни публикации по темата на дисертационния труд, докладвани на авторитетни международни форуми и публикувани в значими издания.

Основните постижения и резултати от дисертационния труд са публикувани в седем научни статии, от които две са самостоятелни. Другите пет публикации са в съавторство, като в четири от тях е на второ и в една от тях на трето място. Публикациите са представени както следва: Сборник с доклади от петата национална научна-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство“, 4-7 Октомври 2016 г.; Сборник с доклади от петата национална научна-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство“, 1-4 Октомври 2018 г.; 10th ANNIVERSARY WORLD CONFERENCE HELSINKI 2019, 15-18 September 2019; Международна научна конференция Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ 18 Октомври 2019 г. и Сборник с доклади от петата национална научна-техническа конференция с международно участие „Технологии и практики при подземен добив и минно строителство“, 5-8 Октомври 2020г

От всички 7 научни труда, свързани с дисертацията, говори, че приносите в дисертацията са основно негова заслуга. Като цяло считам, че авторът на дисертационния труд добре познава състоянието на проблемите, свързани с обекта на изследване.

Препоръчвам на маг. инж. Цветан Велков Балов да прояви по-голяма активност за публикуване на резултатите в научни издания с импакт фактор.

Горните забележки по никакъв начин не намаляват стойността на представените материали, които определено впечатляват и очертават една задълбочена научна и изследователска дейност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение смятам, че извършената комплексна научно-изследователска работа е реализирана в условията на рудник „Челопеч“, като промишлени експериментални изследвания.

Дисертационна работа, представлява несъмнено творческо постижение, което като тематика, реализация и теоретични и научно-приложни приноси и обобщения има своето безспорно значение.

Претенциите за научните приноси са обосновани и отговарят на действително постигнатото.

Дисертационният труд е написан на грамотен технически и стилизиран език, добре оформен и илюстриран.

Считам, че представеният ми за рецензиране дисертационен труд на тема: *„Оптимизация на параметрите на пробивно-взривните работи в рудник „Челопеч“*“, отговаря напълно на изискванията на ЗРАСРБ и правилника за неговото приложение и позволява да се квалифицира като завършена, съдържаща решения на сложна научно-техническа задача, имаща важно практическо значение.

Анализът и оценката на дисертационният труд и значимостта на съдържащите се в него научни, научно-приложни и приложни приноси за теорията и практиката, ми дават основание да предложа нейният автор **маг. инж. ЦВЕТАН ВЕЛКОВ БАЛОВ** за присъждане на образователна и научна степен **„доктор“** по докторска програма „Техника и технология на взривните работи“ професионално направление 5.8 „Проучване, добив и обработка на полезните изкопаеми“

Заличени лични данни
съгласно чл.2 от ЗЗЛД

София, 12.03.2021 г.

Подпис:.....

/проф. д-р инж. Ст.Петков/