



ЗРГИМ

**XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО
МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО**

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

**18 ÷ 20. 10. 2024 година
Струга**

**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА
ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ СО МЕЃУНАРОДНО УЧЕСТВО ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

од 18 ÷ 20. 10. 2024 година, Струга

ЗБОРНИК НА ТРУДОВИ

Зборник на трудови:
**ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА
МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ**

Издавач:

Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија
www.zrgim.mk

Главен и одговорен уредник:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

За издавачот:

м-р Горан Сарафимов, дипл.руд.инж.

Техничка подготовка:

Проф. д-р Стојанче Мијалковски

Изработка на насловна страна:

Борис Ткалчев

Печатница:

“2–ри Август”, Штип

Година:

2024

Тираж:

150 примероци

Место на издавање:

Кавадарци

CIP - Каталогизација во публикација
Национална и универзитетска библиотека "Св. Климент Охридски", Скопје

622.22/23:622.3(062)

СТРУЧНО советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'24 (15; 2024; Струга)
Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини: зборник на трудови / XV
стручно советување со меѓународно учество ПОДЕКС-ПОВЕКС'24 од 18-20.10.2024 година, Струга;
[главен и одговорен уредник Стојанче Мијалковски]. - Скопје:
Здружение на рударски и геолошки инженери на Република Македонија, 2024.-281 стр.: илустр.; 30 см

Библиографија кон трудовите
ISBN 978-608-65530-8-1

а) Рударство -- Експлоатација -- Минерални сировини -- Собири
COBISS.MK-ID 64529157

Сите права и одговорности за одпечатените трудови ги задржуваат авторите. Не е дозволено ниту еден дел од оваа книга да биде репродуциран, снимен или фотографран без дозвола на авторите и издавачот.



ОРГАНИЗАТОР:

**ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ
ИНЖЕНЕРИ НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА**

www.zrgim.org.mk



КООРГАНИЗАТОР:

**УНИВЕРЗИТЕТ "ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ" - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО**

НАУЧЕН ОДБОР

Претседател:

Проф. д-р **Зоран Панов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија.

Членови на научниот одбор:

Проф. д-р **Зоран Десподов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Зоран Панов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Дејан Мираковски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Благој Голомеов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Блажо Боев**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ристо Дамбов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Орце Спасовски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Војо Мирчовски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Николинка Донева**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ѓорѓи Димов**, ФПТН, УГД, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ванчо Аџиски**, УГД, ФПТН, Штип, Северна Македонија;

Проф. д-р **Милорад Јовановски**, Градежен факултет, УКИМ, Скопје, Северна Македонија;

Проф. д-р **Виктор Гавриловски**, Машински факултет, УКИМ, Скопје, Северна Македонија;

Проф. д-р **Ивица Ристовиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Раде Токалиќ**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Војин Чокорило**, РГФ, Белград, Р. Србија;

Проф. д-р **Радоје Пантовиќ**, Технички факултет во Бор, Р. Србија;

Проф. д-р **Јоже Кортник**, Факултет за природни науки и инженерство, Љубљана, Словенија;

Проф. д-р **Верослав Молнар**, БЕРГ Факултет, Технички Универзитет во Кошице, Р. Словачка;

Проф. д-р **Иваило Копрев**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Димитар Анастасов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Павел Павлов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Венцислав Иванов**, Мино-геолошки Универзитет, Софија, Р. Бугарија;

Проф. д-р **Кемал Зекири**, Факултет за геонауки, Митровица, Косово;

д-р **Кремена Дедељанова**, Научно – технички сојуз за рударство, геологија и металургија, Софија, Р. Бугарија;

ОРГАНИЗАЦИОНЕН ОДБОР

Претседател:

Митко Крмзов, Геомин, Струмица.

Потпретседатели:

Проф. д-р **Стојанче Мијалковски**, ФПТН, УГД, Штип;

м-р **Драган Димитровски**, ДИТИ, Скопје;

Емил Јорданов, ГД “Гранит” АД, Скопје.

Генерален секретар:

м-р **Горан Сарафимов**, Рудник “Бучим”, Радовиш.

Членови на организациониот одбор:

м-р **Борче Гоцевски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;

м-р **Љупче Ефнушев**, Министерство за економија, Скопје;

м-р **Лазе Атанасов**, ДИТИ, Скопје;

м-р **Горан Стојкоски**, ЗРГИМ, Прилеп;

м-р **Сашо Јовчевски**, Стентон градба, Битола;

м-р **Андреј Кепевски**, Цементарница “Усје”, Скопје;

м-р **Дејан Ивановски**, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Мице Тркалески, Мермерен комбинат, Прилеп;

Пепи Мицев, “Геомин”, Струмица;

Зоран Костоски, Мармобианко, Прилеп;

Авдуш Јонузи, ДИТИ Скопје;

Драгана Керазовска Маркова, Алфатек, Скопје;

Георге Микропоулос, SKM Drill, Кавадарци;

Ивица Карапетров, Рудник “Бучим”, Радовиш;

Тони Митевски, Рудник “САСА”, М. Каменица;

Александар Стоилков, АД ЕСМ, Скопје;

Миланчо Дамески, МИСА-МГ, Скопје;

Сашко Дамески, МИСА-МГ, Скопје;

Лазар Пончев, Машинокоп, Кавадарци;

Игор Трајанов, Рудник “Бучим”, Радовиш;

Виктор Шотаровски, Metso, Скопје;

Васко Саламовски, Metso, Скопје;

Илија Лозановски, “Теиком Тим”, Битола.

**XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
“ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА И ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА
НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ”
- со меѓународно учество –**

18 Октомври 2024, Струга
Република Северна Македонија

ОРГАНИЗАТОР:

ЗДРУЖЕНИЕ НА РУДАРСКИТЕ И ГЕОЛОШКИТЕ ИНЖЕНЕРИ
НА РЕПУБЛИКА МАКЕДОНИЈА
www.zrgim.org.mk

КООРГАНИЗАТОР:

УНИВЕРЗИТЕТ “ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ
ИНСТИТУТ ЗА РУДАРСТВО
www.ugd.edu.mk



ЗРГИМ

XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

“Технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини”

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

**Струга
18 ÷ 20. 10. 2024 год.**

ПРЕДГОВОР

Меѓународното стручно советување за подземната експлоатација на минералните сировини (ПОДЕКС), за првпат се одржа на 06.12.2007 год. во Пробиштип во организација на Сојузот на Рударските и Геолошките Инженери на Македонија (СРГИМ).

Од 2012 година советувањето е проширено со трудови од површинската експлоатација на минерални сировини и е именувано како ПОДЕКС-ПОВЕКС.

Стручното советување, на тема: технологија на подземна и површинска експлоатација на минерални сировини, традиционално се одржуваше секоја година во месец ноември. По пауза од три години, поради пандемијата од COVID-19, започнува со одржување во октомври. На ова советување земаат учество голем број на стручни лица од: рударската индустрија, универзитетите, научно - истражувачките и проектантските организации, производителите на опрема и др.


На досегашните четиринаесет советувања (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022 и 2023 год.) учествуваа повеќе автори од 12 држави, кои презентираа 398 стручни трудови.

За ова петнаесетто советување (ПОДЕКС - ПОВЕКС '24) пријавени се 31 труда, на автори од 3 држави.

Големиот број на трудови од домашните автори произлезе како резултат на научно-истражувачката работа реализирана на високообразовните институции во Р. С. Македонија. Меѓутоа, посебно не радува учеството на автори од непосредното рударско производство, кои што презентираат постигнати резултати во рударската пракса.

Се надеваме дека традицијата за собирање на сите специјалисти од областа на подземната и површинската експлоатација на минералните сировини, ќе продолжи и дека во идниот период ова советување ќе прерасне во меѓународен симпозиум.

Уредници



AMGEM

XV EXPERT CONFERENCE THEMED:

“Technology of underground and surface mining of mineral raw materials”

PODEKS - POVEKS '24

Struga
18 ÷ 20. 10. 2024.

FOREWORD

The International expert conference on underground mining of mineral raw materials (PODEKS), organized by the Association of Mining and Geology Engineers of Macedonia (AMGEM), was first held on 06.12.2007 in Probishtip.

Since 2012, in this counseling, surface exploitation of mineral resources is included too, and it is called PODEKS-POVEKS.

This expert conference called: Technology of underground and surface mining of mineral raw materials, traditionally, was been organized annually during November. After a three-year hiatus, due to the COVID-19 pandemic, starts taking place in October. A number of experts from the mining industry, universities, research institutions, planning companies, and equipment manufacturing companies participate in this conference.

Many authors from 12 countries participated in the previous fourteen conferences (2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2022 and 2023) presenting 398 expert papers.

Thirty-one authors from 3 countries have registered their expert papers for the XVth conference (PODEKS - POVEKS '24).

The large number of expert papers from the domestic authors has emerged as a result of the research work carried out at the higher education institutions in the Republic of North Macedonia. We are particularly delighted by the participation of the authors involved in the immediate mining production who will be presenting the achieved results in the mining practice.

We hope that the tradition of gathering of all specialists from the field of underground and surface mining of mineral raw materials will continue and that this conference will grow up to an international conference in the future.

The Editors



ЗРГИМ

XV СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација
на минерални сировини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

Струга

18 ÷ 20. 10. 2024 год.

СОДРЖИНА

ПОЈАВИ И МОЖНОСТИ ЗА ИСКОРИСТУВАЊЕ НА МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ ОД ДЕЛЧЕВО-ПЕХЧЕВСКИОТ ГРАБЕН * Ласте Ивановски, Ванчо Ангелов, Бојан Ивановски, Александар Стоилков, Маја Јованова....	1
УЛОГА И ЗНАЧЕЊЕ НА ГЕОЛОШКО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНКА ВО РАЗЛИЧНИТЕ ФАЗИ НА ИСТРАЖУВАЊЕТО НА МИНЕРАЛНИТЕ СУРОВИНИ * Милица Николова Паневска, Благица Донева, Орце Спасовски.....	12
ПОТЕНЦИЈАЛНОСТ НА БАСЕНОТ КАЈ С.МОЈНО ЗА ПРОНАОЃАЊЕ И ИСКОРИСТУВАЊЕ НА ЈАГЛЕН * Бојан Ивановски, Александар Стоилков, Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски.....	20
ДЕТАЛНИ ГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА КАЈ НАОЃАЛИШТЕТО ПОДЦУЦУЛ * Орце Петковски, Ванчо Ангелов, Ласте Ивановски, Бојан Ивановски.....	30
MODELING THE GEOMORPHOLOGY OF ORE BODIES IN THE TREPÇA MINE USING THE TOOL 'GM OREBODY 1.0' * Berat Sinani, Ivan Boev, Arianit Reka, Bahri Sinani, Elida Lecaj, Adelina Haskaj, Blazo Boev.....	40
ХИДРОГЕОЛОШКИ ИСТРАЖУВАЊА ЗА ОБЕЗБЕДУВАЊЕ НА ПОТРЕБНИТЕ КОЛИЧИНИ НА ПОДЗЕМНА ВОДА ЗА ВОДОСНАБДУВАЊЕ НА АГРОГЛОБАЛ ТРЕЈД ДОО СКОПЈЕ, ПОДРУЖНИЦА 1 КОКИ ЛУКС СВЕТИ НИКОЛЕ * Милица Николова Паневска, Благица Донева, Орце Спасовски.....	49
ПОСТАВУВАЊЕ НА ИНТЕРНА ГЕО-ПОЗИЦИОНА МРЕЖА ЗА МОНИТОРИНГ НА ВРАБОТЕНИТЕ ВО РУДНИЦИТЕ * Александар Петровски, Стојанче Мијалковски	60

ТЕХНИЧКО РЕШЕНИЕ ЗА НЕПРЕДВИДЕНИ УСЛОВИ-ПОСТОЕЊЕ НА ПОДЗЕМНИ РУДАРСКИ РАБОТИ ПРИ ИЗГРАДБА НА ЕКСПРЕСЕН ПАТ * Игор Ивановски, Зоран Десподов, Гоше Петров, Ванчо Ангелов.....	68
ПРИМЕНА НА ML ПРИ ПРОЦЕНКА НА ГЕОТЕХНИЧКА СТАБИЛНОСТ НА КОСИНИ НА ПОВРШИНСКИ КОПОВИ * Зоран Панов, Душан Биков, Радмила Каранакова Стефановска.....	79
СТАБИЛНОСТ НА КОСИНИТЕ НА Р. КАЗАНДОЛ * Горан Сарафимов...	89
ПОВРШИНСКА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МИНЕРАЛНА СУРОВИНА - ВАРОВНИК НА ЛОКАЛИТЕТ „ИЗВОР“, ОПШТИНА КИЧЕВО * Кирил Демјански, Никола Чапов, Љупче Ефнушев, Сребро Томов.....	100
СЕИЗМИКА ПРИ МИНИРАЊА И ВИБРАЦИИ * Благица Донева.....	109
ПРОТОТИП НА СИСТЕМ ЗА СЛЕДЕЊЕ НА СЕИЗМИЧКИ НАСТАНИ ПРЕДИЗВИКАНИ ОД МИНИРАЊА НА ПОВРШИНСКИ КОПОВИ * Душан Биков, Зоран Панов, Ристо Поповски.....	118
СЕИЗМИЧКИ ЕФЕКТИ ПРИ МИНИРАЊЕ НА ПОВРШИНСКИ КОП “ЗЕБРЊАК“, О. КУМАНОВО * Илија Дамбов, Ристо Дамбов, Емил Јорданов, Драгана Черних, Катерина Дрогрешка	127
ИЗБОР НА НАЧИН ЗА ОТВОРАЊЕ НА ПОДЗЕМЕН РУДНИК * Стојанче Мијалковски, Александар Лазаровски, Николинка Донева.....	137
OVERALL PIT WALL MONITORING AT THE ASAREL MINE * Ivan Andreev, Stoyana Skachkova.....	145
КОМПАРАТИВНА АНАЛИЗА ЗА ПРОЕКТИРАНИ И ПОТРОШЕНИ МАТЕРИЈАЛИ ПРИ ИЗГРАДБА НА БАРИКАДИ ОД ПРСКАН БЕТОН * Николинка Донева, Зоран Десподов, Стојанче Мијалковски, Тони Митевски, Цеце Стојчев.....	154
ТЕХНИЧКИ ПРЕГЛЕД НА РУДАРСКА ИЗВОЗНА ПОСТРОЈКА * Игор Максимов, Зоран Десподов, Горан Сековски	164
DEVELOPMENT OF MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING METHODS (MCDM) IN THE MINING INDUSTRY * Ujmir Uka, Risto Dambov, Kemajl Zeqiri.....	174
ИЗБОР НА МЕСТОПОЛОЖБА НА РУДАРСКИ МАГАЦИН СО ПРИМЕНА НА ПРОМЕТНЕЕ МЕТОДАТА * Стојанче Мијалковски, Васко Стефанов, Дејан Мираковски.....	182
КОНВЕРЗИЈА НА ЈАГЛЕН ВО ГАСОВИТИ ГОРИВА СО ТЕХНОЛОГИЈА НА ПОДЗЕМНА ГАСИФИКАЦИЈА * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски	189

УНАПРЕДУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСТА ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА ПРЕКУ ПОДОБРУВАЊЕ НА БЕЗБЕДНОСНАТА КУЛТУРА И ЛИДЕРСТВО ЗА БЕЗБЕДНОСТ * Станке Тасковски, Борче Гоцевски, Стојанче Мијаловски, Марија Хаџи – Николова.....	197
ДЕТЕКЦИЈА НА ЛИЧНА ЗАШТИТНА ОПРЕМА ПРЕКУ АВТОМАТСКИ СИСТЕМИ БАЗИРАНИ НА КОМПЈУТЕРСКА ВИЗИЈА И МАШИНСКО УЧЕЊЕ * Ванчо Аџиски.....	206
ТЕХНОЛОГИЈА НА ОДЛАГАЊЕ НА ОТКРИВКА СО ОДЛАГАЧОТ A2RSB-5500X60 ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ЈАГЛЕН * Радмила Каранакова Стефановска, Зоран Панов, Ристо Поповски.....	216
MINING, MINE CLOSURE, POST-MINING AND TRANSITION * Kemajl Zeqiri.....	225
CREATION OF EXCEL ADD-INS FOR ANALYSIS AND VISUALIZATION OF HEAVY METAL DISTRIBUTION IN CONTAMINATED ENVIRONMENTS * Elida Lecaj, Bahri Sinani, Adelina Haskaj, Berat Sinani.....	230
ANALYSIS OF PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WASTEWATER DISCHARGES INTO THE LEPENC RIVER * Adelina Haskaj, Musaj Paçarizi, Sonia Lepitkova.....	238
REDUCING THE AMOUNT OF LANDFILLED WASTE BASED ON THE COMPOSITION AND AMOUNT OF WASTE IN THE REGION OF MITROVICA, KOSOVO * Bahri Sinani, Blažo Boev, Ivan Boev, Arianit Reka, Berat Sinani, Elida Lecaj, Adelina Haskaj.....	244
DISTRIBUTION OF BISMUTH (BI) IN ORE BODIES OF HORIZONS VIII, IX, X AND XI IN THE TREPÇA MINE * Festim Kutllovci, Berat Sinani.....	255
УНАПРЕДУВАЊЕ НА ЛЕГИСЛАТИВАТА ЗА ПОБРЗО ДОБИВАЊЕ НА ОДОБРЕНИЕ ЗА ГРАДЕЊЕ ЗА ХИДРОТЕХНИЧКИТЕ ОБЈЕКТИ * Лидија Зафировска.....	262
ВЛИЈАНИЕТО НА СЕИЗМИКАТА ОД МИНИРАЊЕТО НА КАМЕНОЛОМ “ЗЕБРЕЊАК“- ГРАНИТ ВРЗ СПОМЕНИКОТ “ЗЕБРЕЊАК“ * Ненад Јованоски, Миле Стефанов, Зоран Ужевски, Боро Томашевски.....	273



ЗРГИМ

XV^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:
Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални суровини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '24

Струга
18 – 20. 10. 2024 год.

СЕИЗМИКА ПРИ МИНИРАЊА И ВИБРАЦИИ

Благица Донева¹

¹Факултет за природни и технички науки, Универзитет “Гоце Делчев”,
Штип, Северна Македонија

Апстракт: Големата примена на техниката на минирање во инженерството произлегува од фактот дека едно минирање, заменува повеќемесечна работа на машини и на луѓе. До широка примена на минерската техника е дојдено затоа што при минирање можат да се контролираат сеизмичките влијанија и да се сведат на минимално ниво. Денес минирањето често се изведува во непосредна близина на разни објекти, згради, фабрики, па дури и рафинерии, хидрообјекти, атомски центри.

При минирање, во првата фаза доаѓа до претворање на цврстата материја на експлозивот во силно компримирана гасовита состојба, а потоа доаѓа до ширење на гасот, при што потенцијалната енергија се претвора во механичка работа. Оваа енергија, на местото на минирањето, ја разорува, дробни карпестата маса, односно создава трајни деформации во карпата. Сеизмичките бранови, кој се шират со пренесувањето на деформацијата, предизвикуваат осцилирање на тлото и на објектите.

Сеизмичките бранови кој настануваат при минирањата, се слични на брановите кој настануваат при земјотресите, па во сеизмичката при минирање се користат многу закони кој се дефинирани во сеизмологијата.

Значаен придонес во развојот на оваа техника и можноста за примена на истата во инженерската пракса дала геофизиката.

Клучни зборови: геофизика, сеизмика, минирање, вибрации

SEISMICS IN BLASTING AND VIBRATIONS

Blagica Doneva¹

¹Faculty of Natural and Technical Sciences, University “Goce Delcev”, Stip, North
Macedonia

Abstract: The large application of the blasting technique in engineering arises from the fact that one blasting replaces months of work by machines and people. Wide application of the mining technique is because during blasting the seismic impacts can be controlled and reduced to a minimum level. Today, blasting is often carried out in the immediate vicinity of various objects, buildings, factories, and even refineries, hydro facilities, nuclear power plants.

During blasting, in the first stage, the solid matter of the explosive is converted into a highly compressed gaseous state, and then the gas expands, during which the potential energy is converted into mechanical work. This energy, at the place of blasting, destroys, crushes the rock mass, or creates permanent deformations in the rock. Seismic waves, which propagate with the transmission of deformation, cause the ground and structures to oscillate.

The seismic waves that occur during blasting are similar to the waves that occur during earthquakes, so many laws defined in seismology are used in blasting seismics.

Geophysics made a significant contribution to the development of this technique and the possibility of its application in engineering practice.

Key words: *geophysics, seismics, blasting, vibrations.*

1. ВОВЕД

Денеска постојат различни методи на разорување на карпестите маси (механички, термички, електро-физички и др.), но најголема примена има техниката на минирање.

Во градежништвото и рударството минирањата најчесто се користат за да се разорува карпестата маса сè додека не биде погодна за товарање (рачно или машински) и за експлоатација.

Во зависност од волуменската маса што треба да се разори, висината на етажите, гранулацијата која треба да се постигне, фронтот на испукување итн., се усвојува проект на минирање.

Кај минирањето ретко се користи една дупнатина (вертикална, коса или хоризонтална), туку најчесто се користи поголем број дупнатини распоредени вдолж една или повеќе линии. За рударството и градежништвото посебно се интересни користењето на повеќе дупнатини и такви минирања се наречени масовни минирања.

Длабочината и дијаметарот на дупнатината варира од задача до задача. Геометријата и бројот на дупнатините зависи од масата која што треба да се разори. дупнатините се полнат континуирано или со прекини со различни видови на експлозиви.

На едно минско поле постојат дупнатини кои имаат различна намена и тоа разорни (R) и амортизациони (A). Разорните дупнатини се користат за извршување на корисна работа, а амортизационите се користат за да ги ублажат сеизмичките удари зад минското поле и подобро да ја формираат површината за одвојување. Амортизационите дупнатини се полнат со помала количина на експлозив во однос на разорните, а понекогаш остануваат и празни.

Кога се минира поголем број на дупнатини, истите се активираат истовремено (моментално) или со временско поместување. Временскиот интервал на активирање помеѓу две дупнатини или серија од дупнатини се менува од 10 ms до 0.1 s.

Дупнатината се детонира од површината кон дното или обратно. Насоката и редоследот на активирањето на дупнатините се подесува на минското поле каде што сакаме да се насочи главниот сеизмички удар.

Дупнатините се полнат со различни типови на експлозиви (со различна бризантност, брзина на детонација, енергија, волуменска тежина и др.), во зависност од ефектот на дробење кој се сака да се оствари. Количината на експлозивот, т.е полнењето по m^3 зависи од цврстината, волуменската тежина, сеизмичката импеданца на карпестата маса од една страна и карактеристиките на експлозивот од друга страна. Параметрите на минирање (број, длабочина, дијаметар, геометрија, количина, вид и систем на полнење на дупнатините, начин на активирање-моментно или милисекундно, број на дупнатини по интервали на активирање и др.) треба да се одберат така да што поголем дел од енергијата треба да се искористи за корисна работа, а што помалку на сеизмичките удари. Бидејќи сеизмичноста при минирањето зависи од сите спомнати параметри, но и од одалеченоста на местото на набљудување од

минското поле, одредувањето на начинот на самата минерска работа е доста сложена геофизичка задача.

2. СЕИЗМИЧНОСТ ПРИ МИНИРАЊЕ

При минирањето, во карпестите маси се јавуваат ударни, еластично - пластични и еластични бранови.

Во непосредна близина на дупнатината, при минирањето доаѓа до разорување на карпестата маса. На некоја одалеченост од оската на дупнатината, а што зависи од количината и бризантноста на експлозивот од една страна, и физичко - механичките особини на карпестата маса од друга страна, настануваат еластично - пластични деформации. На уште поголема одалеченост се наоѓа зоната на еластичните деформации. Одалеченоста на која се појавуваат еластичните деформации, дадена е со следната формула:

$$r = 0.12 \sqrt[3]{Q}$$

каде што: r – растојание на кое се појавуваат еластичните деформации (m),
 Q - експлозивно полнење (kg)

За инженерската пракса, посебно за сеизмиката при минирања, интересна е зоната на еластичните деформации, т.е. зоната низ која се простираат сеизмичките бранови. Оваа зона, во однос на другите две (зона на разорување и зона на трајни деформации) е значајно поширока. Сеизмичките бранови побудени при минирањето, во случај на лош начин на минирање, можат да се регистрираат и на неколку десетина километри од местото на детонацијата. Кај добро испланираните и изведените минирања околу 95 % од енергијата се искористува за корисна работа, а само околу 5 % на сеизмички активности.

Зголемувањето на амплитудата на осцилација од нула до максимум и пригушувањето на истата од максимум до нула, времетраењето и периодот на осцилирање на површината до каде допира трајната деформација, значајно влијае на карактерот на сеизмичките бранови кој се формираат при минирањето. Интензитетот, динамичките карактеристики на осцилирањето во зоната на еластичноста, најчесто се дефинираат преку брзината на осцилацијата, а поретко преку амплитудата или забрзувањето.

Во литературата се дадени различни емпириски равенки кој дефинираат го односот помеѓу брзината на осцилирање на тлото од една страна, тежината на полнењето, растојанието на набљудување на областа од минското поле и начинот на активирање од друга страна. Равенките се разликуваат во зависност од тоа дали се однесуваат на површинско минирање, минирање при дневни ископи или минирање во подземни рудници, потоа од начинот на активирање (моментално или милисекундно), дали се работи за точкаст, линиски или цилиндричен извор и др.

Бирото за рударство на САД го дало односот помеѓу амплитудните осцилации, количината на полнење и растојанието на местото на набљудување од минското поле, со равенката:

$$A = 392.4 \sqrt[3]{0.45Q^2} (0.07e^{-0.00045r} + 0.001)$$

каде што: A - амплитудно поместување (cm)
 Q - експлозивно полнење (N)

r - одалеченост на местото на набљудување од минското поле (m)

Равенката може да се користи за растојанија од 152 m до приближно 1985 m. Кај нас најчесто се користат равенките на Садовски (M. A. Sadovski, 1966) која е дадена со равенката:

$$V = K \left(\frac{\sqrt[3]{Q}}{r} \right)^n \quad (1)$$

каде што: V - брзина на осцилирање на тлото (cm/s)

r - одалеченост на местото на набљудување од минското поле (m)

Q - експлозивно полнење (kg)

K - константа која се одредува при теренските мерења

n - експонент кои се одредува при теренски набљудувања

Равенката (1) е изведена од условот дека радиусот на полнењето и одалеченоста на местото на набљудување од минското поле се зголемува со ист размер и тогаш брзината на осцилирање на тлото останува непроменета, така што следува дека:

$$V = K (r_0 r)^n$$

каде што: r_0 - радиус на експлозивното полнење (m)

r – растојание од местото на набљудување до минското поле (m).

3. КАРАКТЕРИСТИКИ НА ОСЦИЛИРАЊЕ НА ТЛОТО ПРЕДИЗВИКАНО ОД МИНИРАЊЕ

Минирањата, било да се точкасти, линиски, поединечни или масовни, се третираат како мали земјотреси. Значи однапред се знае местото и времето на појавата на земјотресот, енергијата на минирање за која што се знае дека е многу помала од енергијата при земјотрес.

Како кај земјотресите, така и кај минирањето се појавуваат повеќе видови сеизмички бранови, кој меѓусебно се разликуваат по брзината на простирање, фреквенцијата, енергијата која ја пренесуваат, типот на деформацијата кој ја предизвикуваат и др.

Сеизмичките бранови кој потекнуваат или од земјотресите или од минирањето предизвикуваат осцилации како на тлото, така и на објектите кој се наоѓаат на тлото.

Современите инструменти овие движења т.е. осцилации ги претвораат во електрични сигнали и како такви ги регистрираат на фотохартија или ги дигитализираат и ги снимаат.

Зависно од тоа дали се регистрирани осцилации пропорционални на поместувањето, брзината или забрзувањето, кривите на осцилациите се нарекуваат *сеизмограми*, *велосиграми* или *акцелерограми*.

Почетна основа за изучување на природни или вештачки потреси, се записите на осцилирање, бидејќи на основа на динамичките и кинематичките карактеристики на истите, се одредува брзината на простирање на различни типови на бранови, фреквенцијата на осцилациите, енергијата кој ја пренесуваат одредени типови на бранови, интензитетот на поместување, брзината или забрзувањето на осцилирањето.

Потресот регистриран во близина на минско поле, но надвор од зоната на трајните деформации, претставува едноставна хармониска осцилација. Времетраењето на осцилацијата е кратко, па на велосиграмот се забележуваат две одвоени фази кој меѓусебно се разликуваат по фреквенцијата и амплитудата на осцилацијата. Во првата фаза т.е. после наидувањето на бранот, амплитудата е со помал интензитет, а поголема фреквенција.

Кога точката на набљудување е далеку од минското поле, дијаграмот на осцилирање станува сложен. До ова доаѓа поради прекршување и одбивање на сеизмичките бранови од разни површини на кој сеизмичките бранови наидуваат на својот пат од местото на минирање до местото на набљудување, потоа поради дифракција, површинските пречки, појавата на резонанцата, страничните влијанија, постепено издвојување на поедини типови на бранови и друго.

3.1. Периоди на осцилирање кај минирањето

Од инженерска сеизмологија се знае дека периодот на површинските бранови се менува со одалечување од епицентарот. Зависноста на периодот на осцилирање на тлото (T) од растојанието на местото на набљудување од местото на минирање, е дефинирано со следната равенка:

$$T = k \log r \quad (2)$$

каде што: k - коефициент на пропорционалност

r – растојание на местото на набљудување од местото на минирање

Врз основа на поголем број набљудувања ефектот на минирање може да се запише:

$$F = \frac{1}{T} = 10^{1,329 - 0,0008 r}$$

Оваа равенка отстапува од равенката (2), а се применува при минирање во варовници, доломити и гранити.

Периодот на осцилирање на тлото зависи и од количината на експлозивното полнење, а оваа зависност е дадена со следната равенка:

$$T = Q^{0,2} \quad (3)$$

каде што: Q - експлозивно полнење (kg).

Периодот на осцилација на тлото зависи од типот на тлото кое што се истражува и на кое што се врши минирањето. Повисоките фреквенции, односно пократките периоди редовно се регистрираат во хомогени компактни карпести маси, а послабо во растресити, деградирани средини во алувиони и млади формации. Времетраењето на осцилирањето на тлото во текот на минирањето зависи од начинот на минирањето, т.е. дали минирањето се врши моментално или со милисекундно задоцнување, потоа зависи од бројот на фазите на задоцнување, од растојанието на местото на набљудување од минското поле.

Записите за осцилациите побудени од разни феномени меѓусебно се разликуваат по должината на времето на пораст на амплитудата од нула до максимум, односно од пригушувањето на амплитудата од максимум до нула, по вкупното времетраење на осцилацијата, по периодот на осцилацијата и по декрементот на пригушување. Сите тие динамички карактеристики често пати

добро го дефинираат типот на изворот на потресот (земјотрес, минирање, атомска бомба, дупчење и др.).

4. ПОТЕКЛО И СВОЈСТВА НА ВИБРАЦИИТЕ

Осцилациите кои континуирано траат или кои во долги или кратки временски интервали се повторуваат се наречени вибрации. Вибрациите настануваат при работа со различни машини, од сообраќај (возови, кипери, дамperi итн.), динамички удари предизвикани со копање, товарање со багер, бесконечни транспортни ленти, хидраулички удари предизвикани со пумпање или празнење на подземни издани, тунели, резервоари, и др. Вибрациите може да потекнуваат од еден или повеќе извори кои истовремено работат. Вибрациите постојат сè дотогаш додека постојат и работат изворите на шумови.

Вибрациите од жариштето се шират во сите правци и тоа како динамички деформации, а често ги следи и бучава. Параметрите на вибрациите зависат од типот и видот на изворот, а штетното влијание на луѓето и на објектите зависи од интензитетот на изворот, од средината низ која се пренесуваат вибрациите, состојбата на објектите како и временското траење на работата на жариштата на осцилациите. Ширењето на динамичките деформации е поврзано со ширењето на еластичните бранови. Од друга страна деформациите пренесуваат разни типови на бранови. Бидејќи жариштето на вибрацијата најчесто континуирано генерира динамички деформации, доаѓа до собирање или суперпонирање на различни типови на бранови. Затоа на виброграмите на можат да се воочат различни типови на бранови.

Вибрирањето на материјалните честичи се одвива во просторот, па регистрирањето на осцилациите се врши во различни правци, во хоризонталната рамнина во два меѓусебно нормални правци и по вертикална оска. Набљудувањата во разни правци се вршат за да се дефинира правецот и насоката на резултантата во секој момент со векторско собирање на компонентите.

За да се оцени влијанието на динамичките напрегања на стабилноста и сигурноста на објектите од снимените виброграми треба да се дефинира:

- параметрите на вибрацијата (амплитудата на поместување, брзината на осцилацијата, како и нејзиното забрзување)
- правец на дејство на резултантата во зависност од времето
- фреквентно - спектралните карактеристики на вибрациите.

Регистрцијата на вибрациите се врши со специјални уреди, апарати кој се слични на сеизмичките. Уредот се состои од приемник, интегратор, осцилоскоп со екран кој што сè почесто има систем за регистрирање на вибрациите на магнетофонска лента. Приемникот е многу сличен на геофонот, но влезните сигнали линеарно се регистрираат во широко фреквентен опсег од 1 до 100 па и повеќе Hz. Со помош на интеграторот по потреба се бира параметар на набљудување (поместување, брзина или забрзување на вибрацијата) кој се снима на фотохартија или магнетна лента, заради математички анализи.

Со квантитативната обработка на виброграмот се формираат пресеци или карти по различни динамички параметри, и тоа по:

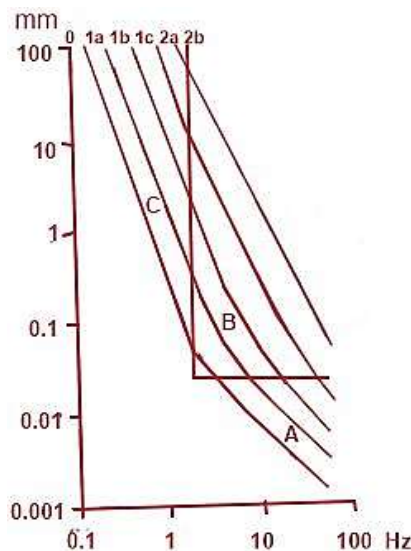
- доминантен период на осцилација
- интензитет на вибрации по различни параметри
- пригушување на вибрациите во различни правци и насоки

- промена на фреквентно - спектралните карактеристики на вибрациите во зависност од типот, видот и бројот на жариштата на вибрациите.

4.1. Критериум за оцена на дејството на вибрациите

Вибрациите имаат сличност, но и разлики со осцилациите предизвикани со минирање, гром, горските удари, експлозии на бомби, земјотреси и други жаришта. Кај вибрациите најчесто е познат причинителот и местото на жариштето. Најчесто, изворите се со мал интензитет, но долготрајни. Поради специфичност на динамичкиот параметар при одредување на критериумот за оценување на дејството на вибрациите не можат да се користат скали кои се користат во сеизмологијата и рударството.

Влијанието на вибрациите на човечкиот организам се оценува преку дијаграм прикажан на сл. 1. Под кривата (O) е зоната во која човековиот организам не ги чувствува вибрациите, во областа (1a) ги чувствува, внатре во областа (1b) добро ги чувствува, а во зоната (1c) реагира на нив. Зоната (2a) е област каде што вибрациите непријатно влијаат на човечкиот организам, додека во областа (2b) вонредно непријатно влијаат.



Слика 1. Дијаграм $A = f$ (Hz) и осетливост на човечкиот организам

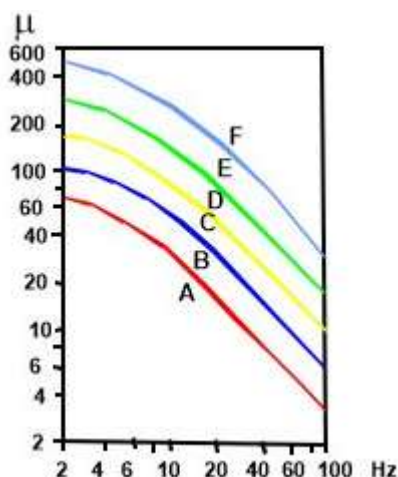
Областите (0, 1a, 1b, 1c) се без последица за човечкото здравје, а зоните (2a, 2b) се штетни по човечкиот организам. Во областа (A) организмот е најосетлив на енергија, во областа (B) на забрзување, а во областа (C) на поместување. Во табела 1 се дадени карактеристиките и нивото на вибрацијата предизвикани од јавен сообраќај.

Табела 1.

Тип на возило	Фреквенција (Hz)	Поместување (μ)	Забрзување (cm/s^2)
Автобус	10 - 25	8.5	3.4
Камион	10 - 25	8.5	14.0
Трамвај	28	29.0	100.0
Воз	30	19.2	-
Камион ($V = 35 \text{ km/h}$)	17	30.0	40.0

Фреквенциите на вибрирање варираат помеѓу 10 и 30, поместувањата се разликуваат и до 4 пати, а забрзувањата и до 30 пати.

Зависноста помеѓу амплитудата на поместување и фреквенцијата на вибрации предизвикани со работа на стационарни машини е прикажана на сл. 2. На дијаграмот се дадени шест области (A - F). Во областа (A) состојбата е многу мирна, во (B) е добра, во (C) вибрациите се на дозволено ниво. Во подрачјето (D) состојбата е немирна, во (E) е неудобно, а во областа (F) е многу неудобно. Од дијаграмот се забележува дека при зголемување на фреквенцијата, осетливоста на човечкиот организам на вибрации нагло се зголемува, па граничните криви опаѓаат од 10 до 100 Hz.



Слика 2. Зависност помеѓу амплитудата и фреквенцијата при работа на стационарна машина

5. ЗАКЛУЧОК

Постојат различни методи на разорување на карпестите маси, но најголема примена има техниката на минирање.

Во градежштвото и рударството минирањата најчесто се користат за да се разори карпестата маса сè додека не биде погодна за товарање (рачно или машински) и за експлоатација.

При минирањето, во карпестите маси се јавуваат ударни, еластично - пластични и еластични бранови.

За инженерската пракса, посебно за сеизмиката при минирања, интересна е зоната на еластичните деформации, т.е. зоната низ која се простираат сеизмичките бранови.

Минирањата, било да се точкасти, линиски, поединечни или масовни, се третираат како мали земјотреси. Значи однапред се знае местото и времето на појавата на земјотресот, енергијата на минирање за која што се знае дека е многу помала од енергијата при земјотрес.

Осцилациите кои континуирано траат или кои во долги или кратки временски интервали се повторуваат се наречени вибрации. Тие настануваат при работа со различни машини, од сообраќај, товарање со багер, бесконечни транспортни ленти и др.

Параметрите на вибрациите зависат од типот и видот на изворот, а штетното влијание на луѓето и на објектите зависи од интензитетот на изворот, од

средината низ која се пренесуваат вибрациите, состојбата на објектите како и временското траење на работата на жариштата на осцилациите.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дамбов И., Анализа на критериумите за оценка на потреси и безбедносни растојанија при минирање, Магистерски труд, УГД, ФПТН, Институт за рударство, 2011, Штип, Р. С. Македонија
- [2] Jakosky J.J.: Geofizička istraživanja, Naučna knjiga, Beograd, 1960
- [3] Мираковски Г.: Потреси на тлото од експлозии со оптимизација на сеизмичкото дејство при минирање, докторска дисертација, 2007
- [4] Слимак Ш. - Инженерска геофизика - Рударско - Геолошки факултет, Белград, 1996.