МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. І. СІКОРСЬКОГО”

**Павленко Максим Олегович**

УДК 622.235.5

**ОБГРУНТУВАННЯ СЕЙМОБЕЗПЕЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОВЕДЕННЯ ВИБУХОВИХ РОБІТ В УМОВАХ «ПАТ КОРОСТЕНСЬКИЙ КАРЬЕР»**

Спеціальність - 8.05030101 «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»

Автореферат

дисертації на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр»

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України на кафедрі геобудівництва та гірничих технологій.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор

**Бойко Віктор Вікторович,**

Інститут гідромеханіки НАН України.

завідувач лабораторії.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність.** Подальший розвиток видобутку корисних копалин, в тому числі і нерудних будівельних матеріалів, в нашій країні можливо досягти тільки за рахунок збереження сировинної бази діючих кар'єрів на підставі їх реконструкції, технічного переозброєння, інтенсифікації та безпеки робіт, а також за рахунок відкриття нових родовищ.

Характерною особливістю, існуючих або знову відкриваючихся родовищ України, є той факт, що вони завжди розташовані поблизу промислових, цивільних або природо-охоронних об'єктів, так як Україна перебуває в густонаселеній території, а її родючі землі і багатий природний ландшафт вимагають дбайливого до них відношення.

У зв'язку з цим на кар'єрах завжди виникає проблема по безпечному веденні вибухових робіт, так як супроводжуючі сейсмічні коливання впливають на навколишню територію і відповідають землетрусам за шкалою Ріхтера більше ніж 5 балів.

Результати досліджень і дані практики протягом багатьох років показують, що проблема подальшого розвитку сировинної бази нерудних будівельних матеріалів, а також збереження існуючих кар'єрів багато в чому залежить від забезпечення сейсмобезпеки ведення вибухових робіт, забезпечити яку на території України необхідно найближчим часом.

Однак, значно ускладняється вирішення даного питання не тільки близькість розташування об'єктів, але і анізотропні властивості гранітів в умовах «ПАТ Коростенського кар'єр», де ведуться вибухові робота і по якому відбувається передача сейсмічних хвиль від джерела вибуху до поблизу розташованих житлових будинків та об’єктів промислового застосування.

Наявність природної анізотропії у вигляді мікро- і макротріщини, а також тектонічні порушення земної кори, що виявляється на територіях як в межах, так і за межі кар'єра, призводить до непрогнозованого, загальновідомих науці методів, оцінки сейсмобезпеки ведення вибухових робіт на навколишніх об'єктах. Це створює непередбачену небезпечна бальність будівлям і спорудам і, як наслідок, необґрунтовані заходи щодо оцінці їх сейсмічного руйнування.

Тому в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» були змушені піти на такі заходи, як значне зниження темпів розвитку гірничого виробництва. Ці заходи пов'язані, в першу чергу, зі значними збитками для виробництва, а також подорожчання вартості видобутку щебеневої продукції. Виникла проблема для кар'єра, з одного боку забезпечити сейсмобезпеку ведення вибухових робіт з одночасним отриманням якості дроблення гірничої маси, з іншого - збереження на колишньому рівні обсягів видобутку к/к. Ускладняється рішення даного завдання відсутністю науково-обґрунтованих даних про сейсмоанізотропному характері розподілу ізосейсм від масового вибуху до охоронюваних об'єктів в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр». Вирішенню основних завдань описаної задачі призначена дана магістерська дисертація.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана згідно з планами наукових досліджень на кафедрі геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України «КПІ» відповідно до «Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» (Закон України від 21 квітня 2011 року N 3268-VI).

**Мета роботи.** Застосування в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» існуючих технологічних методів управління сейсмоанізотропним проявом масових вибухів, в районах розташування охоронних об'єктів, для збільшення їх сейсмобезпечних параметрів і обсягів відбійки при якісному дробленні гірських порід на даному кар'єрі.

**Основна ідея** роботи полягає в використанні взаємозв'язку геолого-тектонічних властивостей гірських масивів в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» з характером розподілу ізосейсм і параметрів вибухових робіт для управління сейсмоанізотропним впливом масового вибуху в залежності від місця розташування блоку і прилеглої до нього зони охоронних об'єктів.

**Об'єктом дослідження** - є сейсмічні процеси то масовий вибух з сейсмоанізотропним проявом їх в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр».

**Наукова новизна роботи** полягає в розкритті взаємозв'язку характеру розподілу ізосейсм з геолого-тектонічними властивостями в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр», при проведенні масових вибухів, за різними технологічними схемами короткоуповільненого висадження (КУВ), обґрунтуванні можливості їх використання для прогнозування і управління сейсмоанізотропним проявом вибуху; встановленні закономірностей, кількісно описують розміри і форми сейсмонебезпечних зон, в залежності від місця розташування блоку і прилеглих до нього зон, охоронних об'єктів, що вносять вклад у вивчення фізичної сутності взаємодії сейсмічних коливань з анізотропним гірничим масивом в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр», а також у використанні існуючого методу побудови сейсмобезпечних кордонів, по ізосейсмам допустимого рівня сейсмічності, у взаємозв'язку з параметрами вибухових робіт, з урахуванням технічного стану будівель.

**Наукові положення, що виносяться на захист:**

* Визначення закономірностей характеру розподілу ізоліній сейсмічних коливань в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» при короткоуповільненому підриванні свердловинних зарядів ВР.
* Геологія гірничого масиву, в якому відбувається передача сейсмічних коливань від масового вибуху до охоронного об'єкту, отримані в результаті аналізу і узагальнення даних про анізотропію масивів порід в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр».
* Використання існуючих емпіричної залежності між параметрами вибухових робіт, сейсмоанізотропними властивостями масивів гірських порід і допустимим рівнем коливань для різних типів охоронних об'єктів для розрахунку параметрів підривних робіт в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр», з наступною побудовою сейсмонебезпечних зон в залежності від місця розташування підривного блоку і прилеглої до нього зони охоронюваних об'єктів.

**Достовірність наукових положень** підтверджується використанням даних ІГМ НАНУ в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр», в залежності від місця розташування підривного блоку і прилеглої до нього зони охоронних об'єктів умовах, вихідними передумовами, основані на законі динамічного подоби Ньютона і характеру розподілу ізосейсм в умовах « ПАТ Коростенський кар'єр», відтворюваністю в умовах « ПАТ Коростенський кар'єр », розроблених ІГМ НАНУ методів побудови сейсмонебезпечних зон і способів зниження сейсмоуфекту масового вибуху, результатами їх застосування на кар'єрі.

**Практична цінність роботи.**

* Використаний в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» метод розрахунку еліптичних зон сейсмонебезпеки по ізосейсмам допустимого рівня коливань, дозволяє обґрунтувати параметри вибухових робіт між кар'єром і прилеглими зонами охоронних об'єктів, а також їх технічним станом.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

1. **Сучасний стан досліджень і задачі прогнозування сейсмоеффекта вибуха в анізотропних масивах порід «ПАТ Коростенський кар'єр»**

В даний час для вирішення однієї з головних, в розвитку гірничої сейсміки, проблеми прогнозування сейсмічної небезпеки вибуху є використання методу академіка М.А.Садовского, який в подальшому знайшов свій експериментальний розвиток в роботах В.В. Бойко, мол. В.В. Бойко, О.О. Вовк, В.Д. Воробйов, Е.І. Єфремов,, Н.В. Зуєвська, В.Г. Кравець, Н.С. Ремез, В.Д. Петренко, В.С. Самедов, О.М. Терентьєв, С.В. Зайченко, П.Й. Федоренко, А.В. Шапурін, В.Т. Трофимов, М.О. Цитович, С.О. Жуков, О.М. Шашенко та iнші.

та інших дослідників. Наукові положення чинних методик розрахунку сейсмобезпеки параметрів вибуху основані на дотриманні принципу геометричної та енергетичної подібності вибухів зосереджених зарядів в безмежному пружному середовищі. Все різноманіття умов ведення вибухових робіт і фізико-механічних властивостей гірських масивів при цьому враховуються, отриманими для конкретних родовищ, відповідною кількістю значень емпіричних коефіцієнтів, що входять в рівняння, що відображають зв'язок швидкості коливань середовища, маси заряду і відстані. Незважаючи на їх об'єктивний підхід до питання безпеки проведення підривних робіт, стосовно тих об’єктів, де ці дослідження проводилися, вони не можуть повною мірою переноситься на кар'єри, які розробляє «ПАТ Коростенський кар'єр» Це пов'язано з неоднаковими сейсмоанізотропним проявом масових вибухів не тільки в залежності від географічного району знаходження кар'єра, але і в залежності від положення охоронних об'єктів по відношенню до кар'єрного поля, що не знайшло відображення в існуючих дослідженнях. До теперішнього часу для кар'єрів України, розташованих в основному в густо-забудованих районах, немає єдиної наукової методології по сейсмобезпеці ведення вибухових робіт, що призводить до значних помилок у визначенні допустимого рівня сейсмічності на охоронні об'єкти різного призначення. Через це проведення вибухових робіт вимагає постійних сейсмічних спостережень практично по кожному вибуху з подальшим коректуванням допустимої маси заряду ВР.

Для вирішення цього завдання необхідно виконати роботи, що дозволяють застосувати для «ПАТ Коростенський кар'єр» існуючі методи управління сейсмоанізотропним проявом масових вибухів на даному кар'єрі з нижченаведеними завданнями:

* Районування території «ПАТ Коростенський кар'єр» в якій розташовується кар'єр і прилегла до нього зона охоронних об'єктів в залежності від анізотропного прояву сполучною їх територію;
* застосувати існуючу методику оцінки сейсмоанізотропного прояву вибуху групових зарядів ВР, для «ПАТ Коростенський кар'єр»;
* встановити в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» взаємозв'язок між характером розподілу ізосейсм з анізотропією гірського масиву території, в якій розташований кар'єр-охоронний об'єкт;
* встановити взаємозв'язок технологічних факторів (маса заряду вибухової речовини, інтервалу уповільнення, схема висадження і т.д.) з параметрами зони ізосейсм;
* застосувати для «ПАТ Коростенський кар'єр» існуючі методи розрахунку сейсмобезпеки параметрів вибуху і сейсмозниження способів ведення вибухових робіт, для характерних блоків, на підставі вивчення фізико-технологічних основ управління сейсмоанізотропним проявом масових вибухів на даному кар'єрі;

Аналіз стану питання по гірській сейсміці, методик оцінки сесмоеффекта і методів його зниження показав необхідність застосування їх, для «ПАТ Коростенський кар'єр», робіт за цим напрямком з урахуванням анізотропного прояву територій по якій відбувається передача сейсмоколивань від місця вибухових робіт в зони розташування охоронних об'єктів і існуючих досягнень в цій галузі.

Рішення поставлених в даній роботі завдань досягнуто виконанням досліджень по структурній схемі відображає весь комплекс робіт - від особливості джерела вибуху при технологічному руйнуванні гірських порід до сейсмопроявлення його в зоні, де розташовані охоронні об'єкти в «ПАТ Коростенський кар'єр» і до отримання аналітичних результатів, зміст яких викладено нижче.

1. **Методики проведення наукових досліджень**

З метою вивчення руйнівного і сейсмічного дій вибуху зарядів ВР в анізотропному масиві гірських порід розроблені методики оцінки сейсмоанізотропного прояви вибухів одиночних і групових зарядів ВР, а також методи оцінки фізико-механічних властивостей масивів гірських порід і їх тріщинуватості. В процесі розробки методик був зроблений вибір сейсморегеструючої апаратури, складений вимірювальний канал і дана його гадуєровка.

Відмінною особливістю методик оцінки сейсмоефекта вибуху, від відомих, є облік його сейсмоанізотропного прояви, а також створення систем контролю гранично-допустимого рівня сейсмічності на досліджуваних об'єктах.

Методика оцінки сейсмоанізотропного впливу промислових вибухів на охоронні об'єкти передбачає вивчення хвильових характеристик вибуху за допомогою реєстрації короткочасних процесів, що протікають в гірських породах анізотропної будови під час вибуху одиночних і групових зарядів ВР. Для отримання достовірних результатів вимірювання, різних параметрів дії вибуху, дослідження проводилися із застосуванням стандартних сейсмоприймачів типу СМ-3, С-5-С, СВ-20, СВ-30, АПТ-1М, призначених для реєстрації вертикальних і горизонтальних коливань, магнітографів типу НО-68, осцилографів С-9-8, С9-16 і ПЕОМ. Застосування сейсмоприймачів типу СМ-3, СВ-20 і СВ-30, АПТ-1М, що перетворюють механічні коливання в електричні сигнали, дозволяє з використанням найпростіших засобів вимірювань, провести реєстрацію та аналіз амплітудно-часових параметрів сейсмовибухових хвиль в різних класах геолого-тектонічної моделі місцевості, в якій розташований кар'єр і охоронний об'єкт. Основне завдання інструментальних спостережень - встановлення фізико-технічних основ управління ізосейсмами на підставі вивчення характеру розподілу сейсмоколивань навколо вибуху в залежності від різних природних і технологічних факторів. Для вирішення поставлених завдань досліджень найбільш прийнятний метод вимірювання сейсмічних коливань по профільних лініях, з обладнанням на кожному профілі постійних точок спостереження, які при порівнянні коливань від різних вибухів будуть еталонними.

По кожному профілю встановлювалися емпіричні коефіцієнти, що входить в рівняння, що відображає зв'язок швидкості коливань анізотропної гірської породи і наведеної маси заряду ВР, потім визначали вигляд кореляційної залежності по якій споруджуваних ізосейсми різного рівня коливань.

Для оперативності визначення радіусів сейсмічних зон використовувались існуюча розроблена номограма, яка дозволяє визначити сейсмічний радіус будь-якого профілю, маючи по цьому профілю такі дані, як значення коефіцієнта пропорційності, показника ступеня загасання, швидкість коливання (для визначення сейсмобезпечних зон -допустиму швидкість), коефіцієнт що враховує умови підривання при технологічному руйнуванні гірських порід, а також маса заряду в осередку вибуху.

Однією з основних проблем, як з вивчення сейсмоанізотропного прояви вибуху так і перевірки надійності розроблених рекомендацій, є необхідність набору даних по всій площі та за різними напрямками навколо вибуху, що вимагає використання значних технічних засобів і операторів в кожній точці вимірювання сейсмоколтвань, в місцях розташування охоронних об'єктів.

Розроблені методики визначення фізико-механічних і акустичних властивостей гірських порід, методика побудови ізосейсм масових вибухів на кар'єрах з додатком номограми, а також метод автономного контролю за гранично-допустимими сейсмічними коливаннями від масових вибухів були використані при проведенні експериментальних досліджень в промислових умовах.

1. **Використання існуючих аналітичних дослідження характеру розподілу хвильового поля в анізотропному середовищі «ПАТ Коростенський кар'єр»**

Виходячи з реальних геолого-тектонічних особливостей місцевості, що об'єднує 3 класу, в яких можуть, знаходиться на територіях України, кар'єри визначили напрями подальших аналітичних досліджень, які полягають у виборі математичної моделі середовища та визначення характеру розподілу, в ній, хвильового поля від вибуху циліндричного заряду вибухової речовини.

При виконанні досліджень передбачалося, що середовище є однорідною в якій, в залежності від виду розв'язуваних завдань є одна або система паралельних тріщин з заповнювачем. При цьому сейсмічна хвиля, що утворюється від вибуху вертикального свердловинного заряду, вісь якого паралельна площині тріщини.

Застосувавши теорію звукової хвилі, оскільки хвиля необхідних зон вибуху характеризується малою амплітудою, першочергово використовує такі параметри як: початковий тиск продуктів детонації на границі (середовище-заряд); радіус заряду; відстань від заряду до даної точки; коефіцієнт відображення за тріщиною і перед тріщиною; щільність і швидкість проходження звуку в середовищі перед тріщиною і в тріщині; ширина тріщини; частота коливань; кут впадання хвилі в тріщині отримуємо вираз для визначення швидкості коливань, що пройшли через одиночну тріщину.

У середовищі з паралельної системою тріщин, зі збільшенням відстані від епіцентру вибуху, сейсмічна хвиля постійно буде втрачати свою інтенсивність за рахунок перетину більшої кількості тріщин. При цьому використовуючи вираз для визначення швидкості сейсмоколивань послідовно пройшла через кожну тріщину, змінюючи кут падіння хвилі від нуля град. до 360, отримаємо вираз для визначення швидкості коливань на різних відстанях навколо вибуху в будь-якій точці тріщинуватого середовища.

Найбільш явно розподіл сейсмохвиль, навколо джерела випромінювання, характеризують ізосейсми, тобто поверхня середовища з'єднує точки з однаковими швидкостями коливань. Використовуючи властивість ізосейсми, в подальших аналітично, отримано вираз для визначення радіуса ізосейсм до будь-якої її точки за умови, рівності відстані між тріщинами і збігом напрямків простягання тріщин з точкою спостереження.

Використовуючи результати аналітичних досліджень виконаний розрахунок радіусу ізосейсм для умов кар'єру, що відносяться до різних класів геолого-тектонічної моделі місцевості, який показав, що лінії на поверхні середовища, що з'єднують точки з однаковою швидкістю зміщення можуть мати еліпсоподібну і круглі форми. Причому на форму ізосейсм впливає безрозмірний параметр, який визначається відношенням добутку частоти коливань і ширини тріщини до швидкості проходження звуку в середовищі без трещін. При зменшенні заданого параметра еліптична форма ізосейсм переходить в окружністі. Такий перехід слід очікувати в далеких від вибуху зонах, оскільки зі збільшенням відстані від вибуху до розглянутої точки, в результаті загасання в спектрі коливань високочастотних складових, значення безрозмірного параметра, при постійних ширині тріщини і швидкості проходження звуку, зменшується.

Проведені аналітичні розрахунки послужили основою для постановки подальших завдань досліджень, які полягають у встановленні кількісних закономірностей, на основі вивчення характеру розподілу сейсмохвиль навколо вибуху одиночних і групових зарядів, спектрального аналізу хвильових процесів і ін. в різних класах геолого-тектонічної моделі місцевості, в якій розташовується кар'єр і прилегла до нього зона охоронних будівль.

1. **Прогнозування сейсмічної дії вибуху в анізотропному гірничому масиві «ПАТ Коростенський кар'єр»**

Закономірність зміни параметрів сейсмоанізотропії масиву проявляється в залежності від ступеня його тріщинуватості, розкритості тріщин, властивостей заповнюючого матеріалу, наявності тектонічних порушень і інших чинників, і характеризується ізосейсмами отриманими в «ПАТ Коростенський кар'єр» гірського масиву, в якому розташований кар'єр і прилегла до нього зона охоронних об'єктів. Розміри ізосейсм, залежать від наведеної маси заряду, які проводять властивостей масиву за напрямками.

Сейсмонебезпечні зони мають еліптичні форми в залежності від анізотропності масиву «ПАТ Коростенський кар'єр». Проведені розрахунки для визначення кореляційних залежностей швидкості коливань від наведеної маси заряду ВР паралельно Vпар і перпендикулярно тріщинам Vпер. які мають вигляд:

Залежність швидкості сейсмічних коливань від приведеної до заряду *Q* (кг) відстані *r* (м) може бути представлена степеневою регресією виду:

 , см/с, (1)

де *U–* швидкість сейсмічних коливань*,* см/с*;*  – приведена до заряду відстань, м/кг1/3.

Значення коефіцієнтів *К* та *n*, паралельно и перпендикулярно тріщинам, одержаних по даним:

**Г р а н и т ы У К Щ:**

Житомирська область:*Vпар.=1300(\/Q/R); Vпер.=160(\/Q/R)* (2)

1. **Сейсморайонування території прилеглої до кар'єру «ПАТ Коростенський кар'єр»**

Використовуючи результати дослідження впливу геолого-тектонічної моделі гірського масиву, в якій розташований кар'єр, на характер розподілу ізоліній певного рівня сейсмічності, створюваного вибухом групових зарядів ВР, наведених вище, в залежності від місця знаходження охоронних об'єктів, розроблений метод побудови еліптичних зон ізосейсм « ПАТ Коростенський кар'єр ».

Даний метод дозволяє оперативно, з достатнім ступенем точності, без проведення великого обсягу експериментальних вимірів коливань навколо вибуху, використовуючи дані ІГМ НАНУ, отримати сейсмічну оцінку району, в залежності від розташування на території «ПАТ Коростенський кар'єр», кар'єра і прилеглої до нього зони охоронних об'єктів .

Використовуючи данні ІГМ НАНУ в яких залежність, що відображає зв'язок швидкості коливань середовища, маси заряду і відстань з урахуванням значень коефіцієнтів, що визначають сейсмічні властивості анізотропного масиву, за характерними напрямками використовуючи формулу для визначення радіусу сейсмонебезпечної зони, в тріщинуватому масиві «ПАТ Коростенський кар'єр», в будь-якому його напрямку, від джерела вибуху:



(3)

,де R - сейсмобезпеки відстань в будь-якому напрямку, м;

Ку - коефіцієнт що враховує умови підривання (схему комутації зарядів, кількість груп підривання, інтервал уповільнення і ін.) Приймається рівним 0,4 - 1,4;

К - коефіцієнт, що враховує сейсмічні властивості гірського масиву в паралельному і перпендикулярному напрямках розкритих тріщин відповідно

V - показник ступеня загасання в паралельному і перпендикулярному напрямках розкритих тріщин відповідно;

[V] - допустима швидкість коливань в зоні охоронюваних об'єктів, см / с;

Q - максимальна маса заряду, що вибухає на один інтервал уповільнення, кг.

Сейсмічне районування території, що прилягає до кар'єру «ПАТ Коростенський кар'єр», здійснювалось в наступному порядку:

* Визначались напрямки паралельно і перпендикулярно тріщинам.
* Визначалась орієнтація еліптичних сейсмонебезпечних зон по ізосейсмам допустимого рівня сейсмічності в залежності від наведеної маси заряду і технічного стану охоронних об'єктів за величиною допустимої швидкості коливань часток гірських порід в основі охоронних об'єктів [V]. Остання вибирається згідно ДСТУ даними для певного типу охоронюваних об'єктів.

     Обумовлені, за пунктом 2 сейсмонебезпечні зони, по ізосейсмам допустимого рівня [V], отримані без урахування технологічних чинників (при Ку в формулі рівній одиниці) і розроблених методів локального управління зонами ізосейсм.

    З метою врахування останніх вводиться в формулу, ряд додаткових коефіцієнтів К1К2К3К4К5 .. До n, які за рахунок антисейсмічних заходів, дозволяють зменшити значення коефіцієнта Ку, що враховує умови підривання, що входить в формулу.

Ку = К1К2К3К4К5 .. n (4)

де:

К1 - коефіцієнт, що враховує кількість підриваються в блоці груп,

К1 = 1,08 / m

m - число, що підривають груп;

К2-коефіцієнт, що враховує початок детонації в схемі КУП, згідно досліджень вибирається з табл.3

Таблиця 3

Таблиця коефіцієнтів, що враховує початок детонації

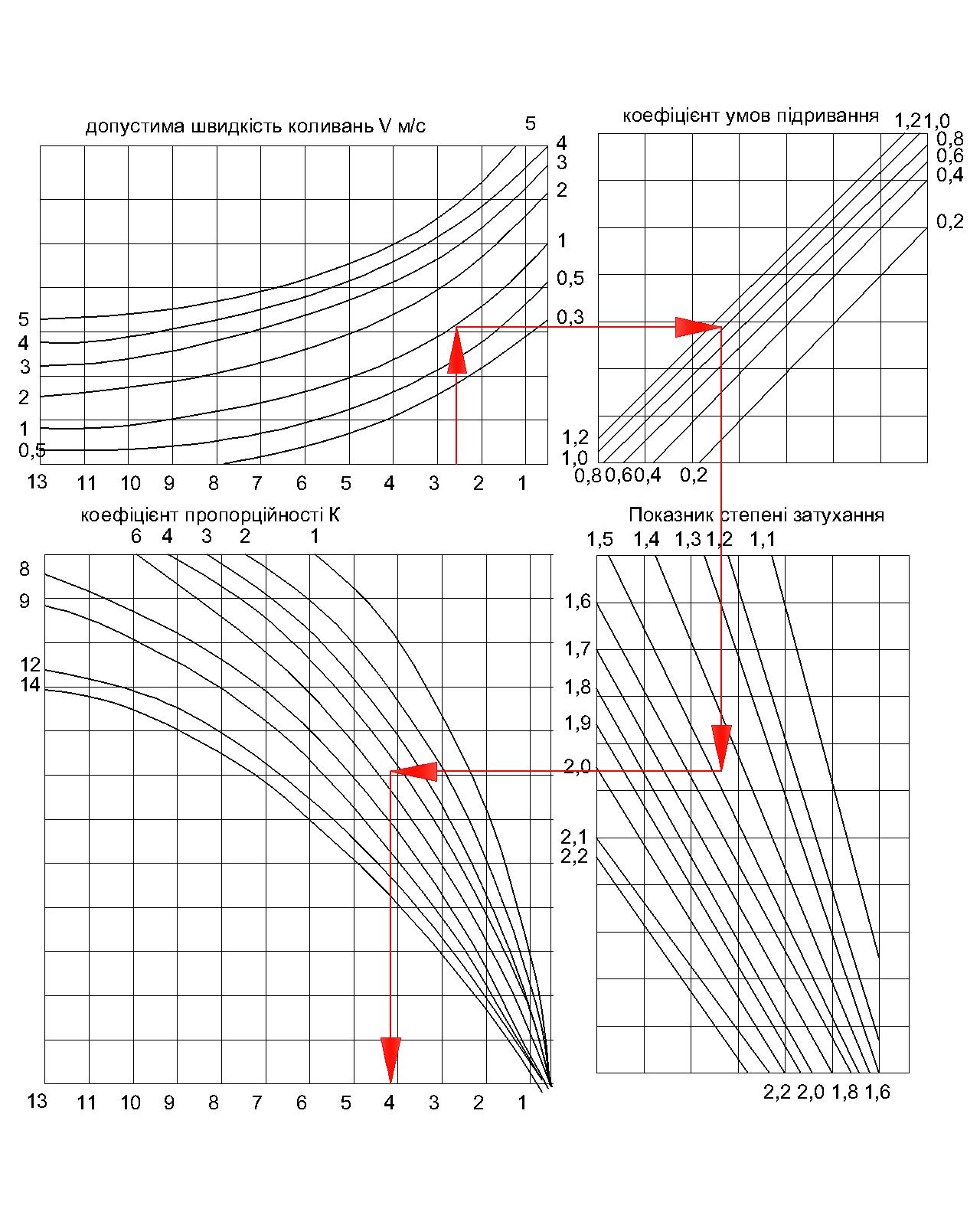
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Розташування охоронних об’єктів | Значення К2 | |
| Паралельно тріщинам | Перпендикулярно тріщинам |
| 1 | 2 | 3 |
| В тилу підривного блоку | 1,4 | 0,9 |
| З сторони начала детонації | 0,8 | 0,6 |
| З протилежної сторони  початку детонації | 1,5 | 0,8 |
| Перед підривним блоком | 0,9 | 0,7 |

**К3** - коефіцієнт, що враховує величину інтервалу уповільнення, згідно досліджень, може бути зменшений при підборі оптимального інтервалу уповільнення;

**К4** - коефіцієнт, що враховує конструкцію свердловинних зарядів, згідно досліджень може бути зменшений при використанні, розроблених сесмопонижаючих технологічних схем;

**К5** - коефіцієнт, що враховує орієнтацію охоронного об'єкта по відношенню до головної осі анізотропії гірничого масиву, згідно досліджень, наведених автором може бути зменшений при розташуванні охоронних об'єктів в напрямку перпендикулярно основної системи тріщинуватості;

**Кn** - коефіцієнт, що враховує інші технологічні чинники.



Номограма визначення сейсмобезпечних відстаней

Таким чином зменшення радіусу сейсмобезпечної відстані можливо досягти за рахунок розроблених антисейсмічних заходів, які враховуються коефіцієнтом умов підривання.

Одночасно з сейсморайонуванням площі кар'єрного поля по ізолініях допустимої маси заряду вирішувалося завдання забезпечення необхідної якості подрібнення гірської маси.

Одним з методів досягнення якісного подрібнення гірської маси, як зазначалося вище, є зменшення розмірів зони сейсмонебезпеки. Отримані, на підставі експериментальних досліджень способи підривання, дозволяють забезпечити якісне дроблення гірської маси і тим самим, зменшити величину енергії вибуху яку переносять сейсмовипромінювач, а також ліквідувати закольні явища в тил масиву.

Таким чином, використовуючи енергію вибуху на корисну роботу (подрібнення), при інших рівних умовах, можливо відповідне зменшення і її шкідливого впливу, такого як енергонасиченість сейсмічних коливань, утворення заколів, порогів та ін. Ці положення необхідно враховувати при сейсмічному районуванні анізотропних масивів гірських порід .

У межах території розташування житлових будинків і промислових підприємств, визначали ділянки з неоднаковою сейсмічної небезпекою, з урахуванням того, що:

* сейсмонебезпечні зони мають еліптичні форми, обумовлені сейсмоанізотропним проявом підривання певної території;
* охоронні об'єкти, розташовані на однаковій відстані від вибуху отримують різні сейсмічні навантаження.

В таких умовах ведення вибухових робіт на різних ділянках вимагає диференційованого підходу до вибору параметрів, що визначаються вибух. Це можливо здійснити за допомогою прогнозних карт сейсморайонування, по кожному конкретному класу геолого-тектонічної моделі. Карти дозволяють розділити площу кар'єрного поля і територію, прилеглу до нього, на ділянки різні по сейсмічній небезпеці і відповідно з різними масами заряду на вибух. Принцип складання прогнозних карт сейсморайонування кар'єрного поля і прилеглих до нього зон охоронних об'єктів, що відносяться до певного класу геолого-тектонічної моделі, полягає в наступному.

На плані гірничих робіт позначають границі, оконтурюючих площу, яку займають промислові або цивільні об'єкти.

Потім за методикою, наведеною вище, на ділянках ведення вибухових робіт, по кар'єрному полю, визначають розміри великої і малої осей еліпса зони сейсмонебезпеки.

Залежно від місця розташування охоронюваних об'єктів, ділянки вибухових робіт по сейсмічної їх небезпеки мати неоднакові рівні, в слідстві сесмоанізотропного прояви вибуху.

Основна мета, для різних класів геолого-тектонічної моделі, забезпечення сейсмобезпечної експлуатації, оточуючих кар'єр охоронних об'єктів, при збільшення масштабів вибуху, досягнута за рахунок розроблених ефективних технологічних схем ведення вибухових робіт, що проектуються на блоці з орієнтацією врубової порожнини в напрямку охоронних об'єктів; вибором оптимального інтервалу уповільнення в максимальній підривній групі свердловинних зарядів ВР; сейсмопонижуючих конструкцій свердловинних зарядів і т.д. Це дозволило зменшити значення коефіцієнта умов підривання, а також змістити центр зони еліптичної сейсмонебезпеки і зменшити її розміри таким чином, щоб територія охоронних об'єктів перебувала за межами сейсмобезпеки кордонів, зберігаючи якісне подрібнення гірської маси.

Отже, побудова контурів сейсмонебезпечної зони зводиться до експериментального встановлення (для нових регіонів) коефіцієнта пропорційності "К" і показника ступеня загасання сейсмохвиль тільки в перпендикулярному і паралельному напрямках розкритих тріщинам гірського масиву і розрахунковому визначенню за формулою радіусу сейсмобезпеки.

Можливо скористатися даними досліджень, наведеними вище, на підставі яких отримані усереднені значення емпіричних коефіцієнтів для різних регіонів місцезнаходження кар'єрів.

Розроблено метод розрахунку параметрів еліптичних зон сейсмонебезпеки і координат його центру, в основу якого лягли наступні основні положення:

* характер згасання сейсмохвиль в напрямках перпендикулярному і паралельному основної системи тріщинуватості;
* технологічні чинники ведення вибухових робіт
* технічний стан охоронних об'єктів;
* допустимий рівень сейсмічності для охоронних об'єктів з урахуванням їх технічного стану.

     Зміна технологічних параметрів осередку вибуху дозволяє керувати зоною ізосейсм за рахунок зміщення координат його центру (джерела коливань) від об'єкту, що охороняється.

       Дослідження ІГМ НАНУ послужили основою для розробки карти сейсмічного районування «ПАТ Коростенський кар'єр», що дозволяє робити вибір поблизу існуючих кар'єрів сейсмобезпечної маси заряду для існуючих об'єктів і сейсмобезпеки майданчиків для забудови нових, з урахуванням приналежності кар'єра до того чи іншого класу геолого-тектонічної моделі району.

**Висновок**

       У магістерській роботі викладено рішення задачі- оцінки сейсмобезпеки охоронних об'єктів наближених до районів проведення масових вибухів на кар'єрі «ПАТ Коростенський кар'єр».

По-перше, в залежності від умов «ПАТ Коростенський кар'єр» в якій розташовані кар'єр і прилегла до нього зона охоронних об'єктів, проведена оцінка по сейсмоанізотропному прояві масового вибуху, що дозволяє без додаткового проведення численних вимірів з використанням даних ІГМ НАНУ обґрунтовано підходити до сейсмобезпеки прогнозування вибухових робіт на кар’єрі.

По-друге, отримано характер розподілу ізосейсм в «ПАТ Коростенський кар'єр» гірського масиву від вибухів системи свердловинних зарядів ВР.

В-третє, для умов «ПАТ Коростенський кар'єр» застосований метод розрахунку параметрів ізосейсм за величиною допустимого, для охоронних об'єктів, рівню коливань при виробництві масових вибухів на кар’єрі з урахуванням технічного стану об'єктів і місця їх розташування по відношенню до орієнтації основної системи тріщинуватості. Встановлено взаємозв'язок анізотропії фізико-механічних властивостей масивів з анізотропією сейсмопроявлення, згідно з якою напрямок максимального фронту сейсмічних хвиль від вибухів свердловинних зарядів завжди збігається з лінією головної анізотропії властивостей масиву.

Також, з використанням розробленої ІГМ НАНУ методології побудови кордонів сейсмобезпеки на кар'єрі «ПАТ Коростенський кар'єр» проведено прогнозування форм сейсмонебезпечних зон, з урахуванням сейсмоанізотропних властивостей гірського масиву, кожної конкретної підривного блоку, в якій він розташований і прилеглі до нього зони охоронних об'єктів, а розміри цих зон визначаються величиною заряду, відстанню до охоронюваних об'єктів і їх допустимою швидкістю коливань.

**Основні положення дисертації викладені в наступних друкованих роботах:**