**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 роботи 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 макротріщин, 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.

**Мета роботи.** Обгрунтування сеймобезпечного проведення вибухових робіт в умовах «ПАТ Коростенський карьер» з застосуванням існуючих технологічних методів управління сейсмоанізотропним проявом масових вибухів, в районах розташування охоронних об'єктів, для збільшення обсягів відбійки гірських порід при одночасно якісному їх дробленні.

Для досягнення поставленої мети сформульовані **наступні завдання:**

- аналіз сучасних досягнень патентних, літературних джерел та умов і практики видобутку анізотропних масивів порід з використанням вибухових робіт із застосуванням короткосповільненого підривання та їх сейсмічну дію на навколишні будівлі і споруди;

- вивчення геології гірничого масиву, в якому відбувається передача сейсмічних коливань від масового вибуху до охоронного об'єкту в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр».

- проведення аналітичних досліджень на основі методу проф. В.Бойко щодо побудови сейсмонебезпечних зон в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр».

- обгрунтування сеймобезпечного проведення вибухових робіт в умовах «ПАТ коростенський карьер» по ізосейсмам допустимого рівня сейсмічності, у взаємозв'язку з параметрами вибухових робіт, з урахуванням технічного стану будівель.

**Наукова новизна роботи** полягає в розкритті взаємозв'язку характеру розподілу ізосейсм з геолого-трещіноватими властивостями в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» на основі методу проф. В.Бойко побудови сейсмонебезпечних зон, по ізосейсмам допустимого рівня сейсмічності, у взаємозв'язку з параметрами вибухових робіт, з урахуванням технічного стану будівель.

**У першому розділі** наведений сучасний стан досліджень і задачі прогнозування сейсмоеффектавибуха в анізотропних масивах порід «ПАТ Коростенський кар'єр» В даний час для вирішення однієї з головних, в розвитку гірської 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 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 цепроведення 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» розроблених ІГМ НАНУ методів 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 сейсмоеффекта 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.

**У другому розділі** наведені методики проведення наукових досліджень. З метою вивчення руйнівного і сейсмічного дій вибуху зарядів ВР в анізотропному масиві гірських порід розроблені методики оцінки сейсмоанізотропного прояву 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 прояву 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 сейсмоколивань, 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.

**У третьому розділі** наведені проведення аналітичних досліджень на основі методу проф. В.Бойко щодо побудови сейсмонебезпечних зон в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» генплан якого на рис.2. Виходячи з реальних геолого-тріщиноватих особливостей місцевості, в яких знаходиться територія кар’єрного поля «ПАТ Коростенський кар'єр» і прилеглі до неї об’єкти, що охороняються, 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.

В процесі виконання досліджень було встановлено, що середовище кар’єрного поля є не однорідною в якому є система паралельних тріщин з заповнювачем. При цьому, на основі методу проф. В.Бойко, побудова еліптичних сейсмонебезпечних зон ґрунтувалась на тому, що сейсмічна хвиля, яка буде утворюватися від короткоуповільненого вибуху системи вертикально свердловинних зарядів ВР, з великою віссю орієнтованою паралельна площині тріщини. При цьому в роботі використовували також цей методу для визначення швидкості сейсмоколивань паралельно Uпар та перпендикулярно Uпер основній системі тріщинуватості. У середовищі кар’єрного поля в умовах «ПАТ Коростенський кар'єр» з паралельної системою тріщин, зі збільшенням відстані від епіцентру вибуху, сейсмічна хвиля постійно буде втрачати свою інтенсивність за рахунок перетину більшої кількості тріщин. Закономірність зміни параметрів сейсмоанізотропії властивостей масиву за напрямками характеризується ізосейсмами отриманими в «ПАТ Коростенський кар'єр» гірського масиву, в якому розташований кар'єр і прилегла до нього зона охоронних об'єктів. Розміри еліпса ізосейсм, залежать від приведеної до відстані маси заряду.

На основі методу проф. В.Бойко для побудови еліптичних сейсмонебезпечних зон в роботі використовуючи емпіричні залежності швидкості сейсмічних коливань від приведеної до заряду *Q* (кг) відстані *r* (м) паралельно Uпар та перпендикулярно Uпер основній системі тріщинуватості представлена степеневою регресією виду

Розрахунки для визначення радіусів великої *R*1 та малої *R*2 осей зони сейсмонебезпеки проводились за емпіричними формулами:

де *Ky* – коефіцієнт, який враховує умови вибуху;

*K*1, *K*2 – коефіцієнти пропорційності відповідно паралельному та перпендикулярному простяганню розкритих тріщин (1300,160);

*[V]* – швидкість допустимого рівня коливань, см/с;

*ν*1; *ν*2 – показники ступенів загасання відповідно паралельному та перпендикулярному простяганню розкритих тріщин (2,1,1,7);

*Q* – маса вибухової речовини на одне сповільнення, кг (4.1).

Визначення сейсмобезпечної відстані *R*, (м) в тріщинуватому масиві в різних напрямках від епіцентру вибуху в кар'єрі «ПАТ Коростенський кар'єр» до обєктів, що охороняються (житлові будинки села та промислові будівлі) проводили за емпіричною формулою:

де *ϕ* – відповідний полярному куту з (4.3) кут (град.) між радіусом зони ізосейм і профілем II–II (*рис. 1*).

Сейсмобезпечна технологія відпрацювання підривних блоків по данним розрахункам зображена на

**У четвертому розділі** наведено сейсморайонування території прилеглої до кар'єру «ПАТ Коростенський кар'єр» Використовуючи результати дослідження попереднього розділу щодо впливу геолого-тришіноватого середовища, 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 емпіричні залежності (1-5) одержані по даним 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.

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 (6)

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.1

**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.

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

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 проявомпідривання 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 горизонту. 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 горизонту, полягає в наступному.

На плані гірничих робіт позначають границі, оконтурюючи 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 сейсмоанізотропного прояви вибуху.

Основна мета, для різних горизонтів, забезпечення сейсмобезпечної експлуатації, оточуючих кар'єр охоронних об'єктів, при збільшення масштабів вибуху, може бути 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 сейсмовибухових хвиль тільки в перпендикулярному і паралельному напрямках розкритих тріщинам гірського масиву і розрахунковому визначенню за формулою радіусу сейсмобезпеки.

       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. Карта сейсмічного районування «ПАТ Коростенський кар'єр» з нанесенням ізосейсм допустимого рівня на плані гірничих робіт приведені на рис 6.