МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Навчально-науковий інститут природокористування
(інститут)

Кафедра *Відкритих гірничих робіт*
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи магістра

студента *Сєдова Валерія Олегівна*

академічної групи *184м-20-7 ІП*

***спеціальності*:** *184 Гірництво*

спеціалізації[1] *«Відкрита розробка родовищ»*

за освітньо-професійною програмою *«Гірництво»*

***на тему*:** *«Оцінка впливу вібрації на будівлі та споруди м. Запоріжжя при проведенні масових вибухів в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ»*
(назва за наказом ректора)

Керівники	***Прізвище, ініціали***	***Оцінка за шкалою***		***Підпис***
		рейтинговою	***інституційною***	
кваліфікаційної роботи	*Череп А.Ю.*			
розділів:	*Череп А.Ю.*			

Рецензент				

Нормоконтролер	*Пчолкін Г.Д.*			

Дніпро
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Затверджено:
завідувач кафедри

Відкритих гірничих робіт

_____ *Б.Ю. Собко*
(підпис)

«___» _____ 2022 р.

Завдання
на кваліфікаційну роботу ступеня *магістр*
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту *Сєдова Валерія Олегівна*

академічної групи *184м-20-7 ІП*

***спеціальності*:** *184 Гірництво*

спеціалізації[1] *«Відкрита розробка родовищ»*

за освітньо-професійною програмою *«Гірництво»*

***на тему*:** *«Оцінка впливу вібрації на будівлі та споруди м. Запоріжжя при проведенні масових вибухів в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ».*
(назва за наказом ректора)

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____№____

Розділ	Найменування етапів роботи	*Термін виконання*
Розділ 1	Аналіз впливу вібрації на будівлі та споруди при проведенні масових вибухів в кар'єрі	*01.11.2021*
Розділ 2	Дослідження сейсмічних коливань грунту та встановлення оптимальної маси вибухових речовин для умов кар'єру ПРАТ «ЗКУ»	*20.11.2021*
Розділ 3	Охорона праці, промсанітарія та охорона навколишнього середовища	*20.12.2021*

Дата видачі завдання: *15.10.2021 р.*
Термін подання кваліфікаційної роботи до ДЕК *20.01.2022 р.*

Завдання видав _____ *А.Ю. Череп*

Завдання прийняла до виконання _____ *В.О. Сєдова*

РЕФЕРАТ

Структура і обсяг роботи: 71 сторінка пояснювальної записки, 12 рисунків, 12 таблиць, 35 літературних джерел.

***Об'єкт досліджень*:** процес виникнення і розповсюдження вібрації при підриванні свердловинних зарядів короткоуповільненим способом в кар'єрах.

***Предмет дослідження*:** параметри вібрації ґрунту в основі будівель і споруд викликаної короткоуповільненим підриванням свердловинних зарядів в кар'єрах.

Мета роботи: полягає у вдосконаленні методу оцінки вібрації викликаної короткоуповільненим підриванням свердловинних зарядів, заснованого на визначенні максимальної маси вибухової речовини в групі уповільнення для розрахунку схем комутації блоків в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ», які забезпечать допустимі значення швидкості коливань ґрунту для будівель і споруд м. Запоріжжя.

Наукове значення:

1 Вдосконалено методику розрахунку сейсмобезпечної маса вибухових речовин в групі уповільнення на основі експериментального визначення коефіцієнта $\boldsymbol{K}$, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних хвиль;

2 На основі експериментально встановленого коефіцієнта $\boldsymbol{K}$, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних хвиль встановлено закономірність зменшення допустимої максимальної маси вибухових речовин в групі уповільнення з наближенням масових вибухів до житлової забудови м. Запоріжжя:

$\boldsymbol{Q_1 = (4 \cdot 10^{-6}) \cdot R^3}$ – для Південної ділянки;

$\boldsymbol{Q_2 = (4 \cdot 10^{-6}) \cdot R^{2,94}}$ – для Північної ділянки;

$\boldsymbol{Qc = 58e^{0.0088R}}$ – для Східної ділянки;

$\boldsymbol{Q_З = 58e^{0.006R}}$ – для Західної ділянки;

Практичне значення: прогнозування параметрів вібрації ґрунту в основі будівель та споруд на основі експериментально встановленого коефіцієнта $\boldsymbol{K}$, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних хвиль дозволяє

більш точно визначати максимальну масу вибухових речовин в ступені уповільнення, що надає можливість одночасно підривати більшу кількість вибухових речовин в межах одного блоку розділивши її на групи зарядів, що не перевищують максимально допустиму сейсмобезпечнц масу. Це дозволить зменшити кількість масових вибухів та їх вплив на будівлі житлової забудови м. Запоріжжя, які знаходяться в межах санітарно-захисної зони кар'єру.

В вступі підкреслюється актуальність теми дипломної роботи: *«Оцінка впливу вібрації на будівлі та споруди м. Запоріжжя при проведенні масових вибухів в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ»*. Обґрунтовано необхідність проведення досліджень параметрів вібрації ґрунту в основі будівель і споруд викликаної короткоуповільненим підриванням одиночних та групових свердловинних зарядів в різних точках кар'єру.

В першому розділі зроблено аналіз досліджень захисту будівель та споруд від вібрації викликаної вибуховими роботами. Розглянуто оцінку сейсмічної дії на споруди від амплітудно-частотних характеристик системи «ґрунт-будівля» та параметрів сейсмічних хвиль за критерієм масової швидкості та амплітудно-частотних складових сейсмічних коливань. Зроблено аналіз методів оцінки технічного стану будівель з визначенням коефіцієнтів тріщинуватості несучих стін. Визначено основні параметри сейсмічних хвиль, які приймаються за критерій сейсмобезпеки. Зроблено аналіз існуючих нормативних документів та методики моніторингу вібрації, а саме ДСТУ 7116:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення фактичної сейсмічної стійкості будинків і споруд». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 6 с. та ДСТУ 7117:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення тиску на фронті ударної повітряної хвилі та границі безпечної зони». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 9 с.

Зроблено аналіз гірничих робіт в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ» і поставлено задачі досліджень.

В другому розділі встановлено допустимі норми швидкості сейсмічних коливань для будівель та споруд м. Запоріжжя, які наближені до кар'єру ПРАТ «ЗКУ». Приведено методику моніторингу показників вібрації ґрунту викликаної вибуховими роботами та зроблено дослідження інтенсивності вібрації

ґрунту в основі фундаментів житлових будівель і споруд в залежності від їх розташування відносно вибухового блоку. Вдосконалено методику розрахунку сейсмобезпечної маса вибухових речовин в групі уповільнення на основі експериментального визначення коефіцієнта ***K***, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних хвиль. На основі цього коефіцієнта ***K***, встановлено закономірність зменшення допустимої максимальної маси вибухових речовин в групі уповільнення з наближенням масових вибухів до житлової забудови м. Запоріжжя. Обґрунтовано сейсмобезпечні параметри та умови вибухових робіт для кар'єру ПРАТ «ЗКУ». Зроблена економічна оцінка прийнятих технологічних рішень.

В третьому розділі наведені основні вимоги до охорони праці і промислової безпеки, промислової санітарії, протипожежних заходів, заходів щодо охорони навколишнього середовища, а також техніки безпеки при виробництві буровибухових робіт

Ключові слова: ВИБУХОВІ РОБОТИ, МАСОВИЙ ВИБУХ, ВІБРАЦІЯ, ШВИДКІСТЬ СЕЙСМІЧНИХ КОЛИВАНЬ, СЕЙСМІЧНА ХВИЛЯ, СЕЙСМІЧНА СТІЙКІСТЬ, СВЕРДЛОВИНА, НЕЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ ІНІЦІЮВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....7

1 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА БУДІВЛІ ТАСПОРУДИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ МАСОВИХ ВИБУХІВ В КАР'ЄРІ.....9

1.1 Аналіз досліджень захисту будівель та споруд від вібрації викликаної вибуховими роботами 10

1.2 Аналіз методики моніторингу показників вібрації ґрунту біля будівель та споруд.....15

1.3 Аналіз сучасного стану гірничих робіт в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ».....19

1.4 Постановка задач досліджень 41

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЙСМІЧНИХ КОЛИВАНЬ ГРУНТУ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МАСИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ДЛЯ КАР'ЄРУ ПРАТ «ЗКУ».....42

2.1 Встановлення допустимих норм вібрації для будівель та споруд м. Запоріжжя.....42

2.2 Вдосконалення методика визначення сейсмобезпечної маси вибухових речовин в групі уповільнення.....44

2.3 Обґрунтування раціональних параметрів буровибухових робіт при проведенні масових вибухів на кар'єрі ПРАТ «ЗКУ» 49

2.4 Економічна оцінка ефективність прийнятих технологічних рішень.....50

3 ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМСАНІТАРІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА 54

3.1 Заходи безпеки щодо технології гірничих робіт.....54

3.2 Провітрювання кар'єру та охорона навколишнього середовища.....59

ВИСНОВКИ.....63

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 66

Додаток А.....70

Додаток Б.....71

ВСТУП

В Україні в рамках програми Президента України «З турботою про кожного» виконується проект «Велике будівництво» — масштабна розбудова якісної інфраструктури країни. Це дороги та школи, дитячі садки, центри екстреної медичної допомоги та стадіони. Основна задача проекту в 2021 році — будівництво та реконструкція 6,6 тис. км доріг, 74 шкіл, 54 дитсадків, 28 медичних закладів, понад 140 приймальних відділень та 340 медичних амбулаторій у сільській місцевості, 24 басейнів та 78 інших спортивних об’єктів та по всій країні. 2021 року до програми «Велике будівництво» також долучилося 16 проектів культурного напрямку та 10 об’єктів культурної спадщини [https://bigbud.kmu.gov.ua/#about].

Темпи будівництва доріг та мостів у рамках програми «Велике будівництво» не уповільнюватимуться, адже у 2022 р. на це передбачили 140 млрд грн видатків. Про це Прем’єр-міністр Денис Шмигаль сказав під час виступу на форумі «Велике будівництво: дороги та мости», повідомляє кореспондент Укрінформу [https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/3374939-na-budivnictvo-dorig-u-2022-roci-planuut-vitratiti-sonajmense-140-milardiv-smigal.html].

Будівництво та реконструкція об’єктів потребує великої кількості будівельних матеріалів. Основний об'єм будівельної сировини в Україні видобувається в кар'єрах, розташованих у межах Українського кристалічного щита (УКЩ) і вапняків Прикарпатського прогину.

Майже всі гранітні кар’єри, на яких виготовляють щебінь різної фракції для втілення проекту «Велике будівництво» розташовані поблизу населених пунктів. До прикладу кар’єр ПРАТ «ЗКУ» знаходиться майже в центрі м. Запоріжжя. На одному борту кар’єра розміщуються багатоповерхові житлові будівлі, на іншому – дачні помешкання, старе русло річки Дніпро та заповідник Хортиця.

Збільшення видобутку скельної будівельної сировини супроводжується збільшенням обсягів вибухових робіт. В результаті сейсмічних явищ, викликаних промисловими вибухами, в густонаселених районах виникає ряд проблем. Вибух породжує систему сейсмічних хвиль, що загрожують навколишнім спорудам та порушують стійкість гірничих виробок, природних і техногенних елементів рельєфу.

Дослідженню стану сейсмічної безпеки вибухів в кар’єрах України, передових досягнень в промисловій сейсміці, сейсмозахисту різних типів охоронних об’єктів присвячено багато наукових робіт науковців України та світу. Вони включають наступні напрямки досліджень в промисловій сейсміці:

– вивчення геолого-тектонічної структури територій гранітів Українського кристалічного щита (УКЩ) і вапняків Прикарпатського прогину і проведення їх класифікації для прогнозування сейсмічної інтенсивності вибуху;

- вивчення характеру розповсюдження навколо вибуху сейсмічних хвиль в масивах, де анізотропія проявлена в вигляді закономірної системи паралельних тріщин;

– дослідження коливань системи "ґрунт-споруда" і визначення впливу частотних характеристик будівель на їх сейсмостійкість з оцінкою зміни інтенсивності сейсмічних коливань при їх переході від ґрунтової основи в фундамент будівлі і далі на саму будівлю;

– визначення особливостей поширення сейсмо-вибухової хвилі у багатошаровому масиві гірських порід;

- визначення сейсмостійкості уступів м’яких порід та розроблення методики перерахування крутизни укосу залежно від фізико-механічних властивостей розкривних порід;

- оцінка сейсмічного ефекту багатоблокових масових вибухів з неелектричною системою ініціювання зарядів ВР для визначення сейсмобезпечних масштабів підривних робіт.

Однак, кожне родовище має свої геологічні особливості та технологію видобутку корисних копалин. Тому, теоретичні розрахунки для одного родовища можуть кардинально відрізнятися для іншого.

1 АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВІБРАЦІЇ НА БУДІВЛІ ТАСПОРУДИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ МАСОВИХ ВИБУХІВ В КАР'ЄРІ

Питанню вдосконалення вибухових робіт та наукового обґрунтування ефективності відкритої розробки нерудних родовищ корисних копалин, які придатні для виготовлення щебеневої продукції, широко відображені в наукових роботах багатьох видатних вчених М.Г. Новожилова, Р.С Крисіна, Н.В. Мельникова, В.В. Ржевського, І.Л. Гуменіка, А.Г. Шапаря, Є.І. Єфремова, Н.Т. Бакки, А.С. Пригунова, В.І. Симоненка, Б.Ю. Собка, Г.Д. Пчелкина, Г.Я. Корсунського, В.Ю. Швеця Д.Г. Гопанюка та багатьох інших. Відносно досліджень сейсмічних хвиль при проведенні вибухових робіт, в даному напрямку широко відомі роботи і дослідження: Садовського М.А., Шемякіна Є.І., Єфремова Є.І., Крисіна Р.С., Кучерявого Ф.І., Ханукаєва А.Н., Цейтліна Я.І., Швеця В.Ю., Стрільця О.П. та багатьох інших вчених та науковців, які встановвили природу і закони поширення сейсмічних хвиль при проведенні вибухових робіт в різних породах. Разом з тим значна кількість факторів, що впливають на поширення сейсмічних хвиль не дозволяють навіть сьогодні розробити універсальну залежність, здатну досить точно прогнозувати сейсмічну небезпеку промислових вибухів.

Зазначеними науковцями розроблено способи зниження сейсмічного ефекту вибуху, але вони не враховуються в методиці визначення сейсмобезпечних параметрів вибухів і безпечних відстаней [2-12, 15, 24-28], в результаті чого точність прогнозу значно знижується, а методики та нормативні документи [2-12, 15, 17, 19, 24-28] не передбачають зв'язок сейсмоефекта вибуху з якістю вибухового дроблення гірських порід.

Багаторічні дослідження показують, що зниження сейсмоефекту є наслідком перерозподілу вибухової енергії на корисну форму роботи. Одна з причин такого перерозподілу є підвищення часу вибухового навантаження скельного масиву з одночасним зниженням початкового імпульсу вибуху в свердловині, в результаті чого створюються умови досягнення критичного стану стійкості гірських порід при більш низьких навантаженнях [28-29].

В роботах [1, 19, 26, 28-33] досліджено і описано показники коливань, які не перевищують допустиму норму і мають високочастотний характер. Згідно ДСТУ 4704: 2008 такі коливання не становлять загрози будівлям, які знаходяться в задовільному стані.

В роботах [15, 17, 19, 30, 32, 34-40] широко розглянуті особливості технології буро-вибухових робіт на кар'єрах будівельної сировини в умовах зменшеної санітарно-захисної зони, а також питання сейсмобезпеки проведення масових вибухів на нерудних кар'єрах будівельної сировини. Встановлено вплив параметрів буровибухових робіт на швидкість сейсмічних коливань ґрунту та розроблено рекомендації щодо їх зменшення.

Методика визначення сейсмобезпечних параметрів буровибухових робіт і безпечних відстаней [2-12, 24] не дає об'єктивної картини. Складна структура масиву, який підривається, особливості гірських порід на шляху поширення сейсмічних хвиль, конструкція свердловинних зарядів і спосіб їх ініціювання і т.п. може кардинально змінити інтенсивність коливань, що призводить до заниження обсягів масових вибухів, а в деяких випадках ставиться питання навіть про закриття гірничодобувних підприємств [15, 17, 19, 20, 36].

1.1 Аналіз досліджень захисту будівель та споруд від вібрації викликаної вибуховими роботами

Сейсмобезпека непошкоджених будівель

Згідно з існуючими нормативами оцінка сейсмічної дії на споруду проводиться незалежно від амплітудно-частотних характеристик системи «ґрунт-будівля». У зв’язку з цим набувають першочергового значення дослідження параметрів сейсмічних хвиль не лише за критерієм масової швидкості, а й з урахуванням амплітудно-частотних складових сейсмічних коливань.

Дослідженню підлягають тільки поверхневі хвилі Релєя, оскільки вони порівняно з іншими (поздовжніми і поперечними) найбільш небезпечні для будівель масової забудови в нашому випадку для м. Запоріжжя.

Шар ґрунту, на якому зведені будівлі, переміщується під дією сейсмічних хвиль, розгойдує всю будівлю та окремі її частини. Разом із вимушеними коливаннями від дії сейсмічних сил у будівлі виникають власні коливання, які

залежать від форми і геометрії споруди, а також від фізичних властивостей будівельного матеріалу. Накладення цих рухів викликає в будівлі динамічні зусилля, які можуть стати загрозою для її цілісності. В залежності від положення відносно епіцентру вибуху (приведеної відстані) поширення різних типів хвиль можна розділити на три характерні зони: ближня, перехідна та дальня.

За сейсмічною безпекою важливими є дві зони: перехідна і дальня. Саме вони розглядаються для обґрунтування вибору критерія впливу вібрації на будівлі [15-17].

Перехідна зона вибуху (приведена відстань від 6 до 16 м/кг$^{1/3}$) характеризується наявністю поздовжніх, поперечних та поверхневих хвиль і представлена у вигляді згасаючих коливань. Коливання будівлі у перехідній зоні прямо пропорційна швидкості коливань часток ґрунту.

Дальня зона вибуху (зона починається з приведеної відстані 30 м/кг$^{1/3}$). У цій зоні пружних деформацій ґрунтів, тобто на великій відстані від місця вибуху, де домінують поверхневі хвилі Релєя діють коливання ґрунту сталого типу. При дії на будівлю сейсмічної хвилі, частота якої значно більша від частоти власних коливань будівлі, амплітуда змушених коливань будівлі мала в порівнянні з амплітудою її власних коливань, що говорить про пряму пропорційність переміщення будівлі швидкості коливань у сейсмічній хвилі (являє собою швидкість коливання ґрунту). Якщо частота коливань в сейсмічній хвилі мало відрізняється від частоти власних коливань будівлі, то в даному випадку виконується умова резонансу, амплітуда коливань зі збільшенням часу дії вибухових хвиль зростає і при досить великому значенні досягає найбільшої величини. Амплітуда коливань будівлі в умовах резонансу залежить лише від швидкості коливань у хвилі і коефіцієнта згасання коливань споруди.

Розглянуті випадки коливань будівель у системі з одним ступенем волі дозволяють зробити висновок, що деформації і динамічні напруження, що діють на будівлю, прямо пропорційні швидкості коливань сейсмічної хвилі і обернено пропорційні частоті власних коливань системи. Підтверджена пряма пропорційність швидкості коливань частинок ґрунту біля будівлі швидкості коливань у сейсмічній хвилі, оскільки являє собою швидкість коливання ґрунту.

Внаслідок теоретичних розрахунків отримано залежність для визначення допустимої швидкості коливань ґрунту біля фундаменту охоронної споруди та номограму перерахунку існуючої Uгр масової швидкості в допустиму Uдоп в ґрунтовій основі охоронного об’єкту з урахуванням відношення T/T_0 наведено на рис. 1.1. Де T_0 – період власних коливань будівлі, Т – період коливань ґрунту.

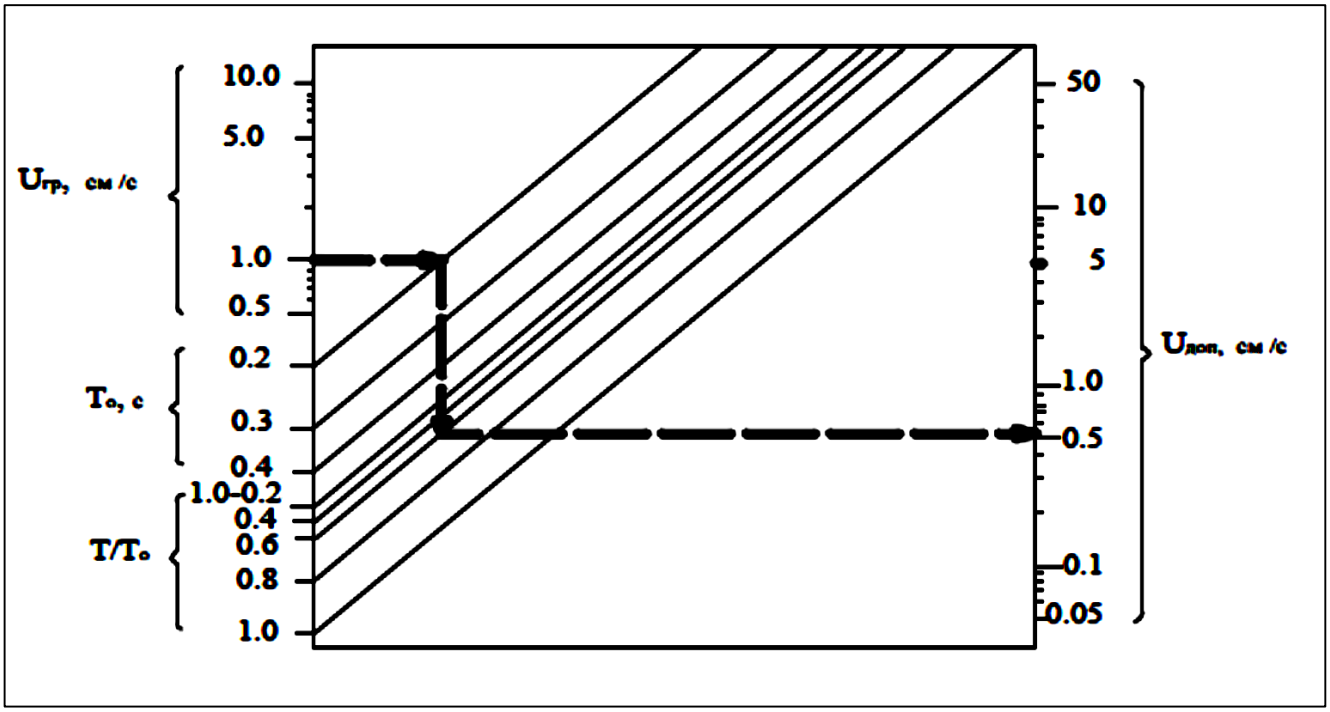


Рис. 1.1 - Номограма перерахунку допустимої масової швидкості в ґрунтовій основі охоронного об’єкту за методом спектра дії

Сейсмобезпека експлуатованих будівель

Як показує практика, поблизу кар’єрів нові будівлі майже не будують. Будівлі м. Запоріжжя що знаходяться в санітарно-захисній зоні кар’єру ПРАТ «ЗКУ» мають значний термін експлуатації. Вони постійно знаходилися під впливом вібрації від промислових масових вибухів на кар’єрі ПРАТ «ЗКУ».

Вивчення сейсмічної дії вибуху зарядів ВР на об'єкти здійснювалося із застосуванням методики багатоканальної реєстрації. Для одержання достовірних результатів вимірювань, різних параметрів сейсмічної дії вибуху дослідження проводилися за допомогою стандартних сейсмоприймачів, призначених для реєстрації вертикальних і горизонтальних коливань, АЦП і ПК. Шляхом зіставлення значень виміряних швидкостей коливань з існуючими за чинними нормативними документами для даного типу будівель визначаються допустимі

норми за впливом сейсмовибухових хвиль, тобто ступінь сейсмічної небезпеки масового вибуху.

Використання вимірювальної апаратури дозволяє з достатнім ступенем точності розрахувати швидкість коливань ґрунтової основи, на якій побудовано будівлі, але встановити допустиму їх величину таким шляхом проблематично. Це пов'язано з тим, що сейсмічний фактор за силою свого впливу може бути і малозначним, але вирішальним у загальному переліку причин появи залишкових деформацій (нових тріщин).

Систематичні обстеження стану будівель і споруд поблизу кар'єру виконуються з метою виявлення його зміни після проведення масових вибухів. Перед проведенням вимірів у капітальних стінах кожного будинку фіксувались всі тріщини та визначались їх параметри (сумарна довжина і ширина). Після кожного експериментального вибуху контролювались зміни параметрів існуючих тріщин, а всі новоутворені тріщини відзначались. У такий спосіб можна встановити допустиму для будівлі норму швидкості коливань, яка дозволяє розрахувати максимальну масу вибухової речовини на одну ступінь сповільнення.

Практика використання існуючих критеріїв оцінки дії сейсмічної хвилі на будівлі також показує, що ступінь її небезпеки визначається певним діапазоном частот. Так, наприклад, за однієї і тієї ж швидкості зміщення частинок ґрунту в підвалинах будівлі на однаковій відстані існує нібито однакова за ступенем небезпека при високій (100 Гц) і низькій (10 Гц) частоті. Однак ці твердження суперечать практиці. У першому випадку небезпека для будинків буде меншою (проїзд потяга або вантажного транспорту), у другому – більшою (вибух заряду промислової ВР).

Аналіз сейсмічної дії масових вибухів в кар’єрі показав, що існуючий критерій небезпечності сейсмічної хвилі для будівель, ослаблених тріщинами, приймається таким, який не корелює цілком з рівнем пошкодження об’єкта залежно від резонансних характеристик ґрунту в його підвалинах і самого об’єкта. Тому за відомими методиками оцінки ступеня сейсмічної небезпеки не можна прогнозувати допустимі швидкості коливань багатьох типів будівель і споруд. Для реальної оцінки ослаблення міцності стін будівель потрібні додаткові відомості про ступінь

пошкодження тріщинами, який визначається через коефіцієнт ослаблення міцності матеріалу капітальних стін будівлі.

Звідси випливає, що оцінку сейсмостійкості будівлі необхідно проводити за допустимою швидкістю коливань частинок її ґрунтової основи, оскільки цей показник найбільш надійно корелює з енергією, яка порушує цілісність будівлі внаслідок сейсмічної дії.

Таким чином, розрахувати сейсмічну безпеку вибуху звичайними методами статики споруд не можна. Обчислення слід вести за методами динаміки – за величиною допустимої швидкості коливань частинок ґрунтової основи будівлі, ослабленої тріщинами. Крім того, як показали дослідження, сейсмічний ефект від проведеного вибуху необхідно оцінювати за максимальною амплітудою швидкості, що виділена з осцилограми всього коливального процесу, в діапазоні наближених до резонансних частот для даного типу будівлі, ослабленої тріщинами. При цьому критерієм оцінки будівель на сейсмостійкість при вибуху слід вважати допустиму швидкість коливань частинок її ґрунтової основи з урахуванням коефіцієнта ослаблення міцності матеріалу капітальних стін через наявність тріщин. Вирахувана таким чином швидкість коливань дозволяє до проведення вибуху обчислювати сейсмобезпечні відстані.

З метою вивчення дії сейсмовибухових хвиль від короткоуповільненого вибуху свердловинних зарядів ВР на будівлі, у тому числі і ослабленій тріщинами, розроблено методи оцінки їх технічного стану з визначенням коефіцієнтів тріщинуватості несучих стін, визначення основних параметрів сейсмічних хвиль, які згідно з результатами досліджень (Uдоп, см/с) прийняті за критерій сейсмобезпеки, а також розроблено метод розрахунку допустимої маси заряду для одночасного підривання).

Визначення допустимої швидкості зміщення ґрунту (см/с) біля фундаментів будівель різного технічного стану враховує міцність матеріалу будівлі та ослабленість її тріщинами. При цьому з урахуванням частотних характеристик коливань ґрунту, власних коливань будівлі допустима швидкість зміщення часток ґрунту визначається за формулою:

$$U_{доп} = \frac{[\sigma] \cdot K_{осл} \cdot \psi \cdot K_в}{\rho \cdot V_p \cdot K_П},$$

де $[\sigma]$ – допустиме напруження для будівельного матеріалу або між окремими елементами будівлі, для яких визначається допустима швидкість зміщення. Для цегляної кладки на цементі М50 [$[\sigma]$] становить 7,0х10^5Па, для кладки із крупних шлакоблоків – 23х10^5 Па, для штукатурки – 0,9х10^5 Па;

$K_{осл}$ - коефіцієнт ослаблення тріщинами стін будівлі;

ψ - коефіцієнт втрати енергії при поширенні по будівлі коливального процесу (для будівлі з цегли 0,6, для будівлі з крупних шлакоблоків 0,7);

ρ - щільність ґрунту в основі будівлі;

V_p - швидкість поширення повздовжньої хвилі в ґрунті, см/с;

$K_в$ - коефіцієнт передачі коливань в сейсмічній хвилі від ґрунту до будівлі

$K_П$ - коефіцієнт врахування частотних характеристик;

f - частота коливань ґрунту;

f_0 - частота власних коливань будівлі.

Таким чином велике значення для оцінки динамічної стійкості будинку, на відміну від існуючих норм, при дії на нього сейсмічних коливань від вибуху має взаємозв'язок між частотними характеристиками будинку і вибухової хвилі.

1.2 Аналіз методики моніторингу показників вібрації ґрунту біля будівель та споруд

Моніторинг вібрації виконується відповідно до методики:

- ДСТУ 7116:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення фактичної сейсмічної стійкості будинків і споруд». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 6 с.

- ДСТУ 7117:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення тиску на фронті ударної повітряної хвилі та границі безпечної зони». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 9 с.

Головною метою моніторингу вібрації є встановлення закономірностей взаємодії сейсмовибухових хвиль в системі з урахуванням частотних характеристик коливань ґрунту. За результатами цих вимірювань визначаються у різних діапазонах частоти масової швидкості коливань.

Завданням моніторингу є:

а) оперативний контроль впливу сейсмовибухових хвиль на охоронні об’єкти;

б) статистичне накопичення даних про параметри коливань (швидкості і частоти) і використання їх при коректуванні існуючих масштабів вибуху;

в) вибір безпечних рівнів коливань для об’єктів;

г) використання даних сейсмічних параметрів короткоуповільненого вибуху системи свердловинних зарядів ВР для розробки рекомендацій з визначення сейсмобезпечних параметрів вибухових робіт на різних ділянках кар’єрного поля та переносу цих даних на райони з подібними гірничо-геологічними і технічними умовами.

Сейсмічні спостереження дають можливість кількісно оцінити рівень коливань, а потім розробити рекомендації з безпечної експлуатації об’єктів, які охороняються в умовах ведення вибухових робіт. Значення критерію сейсмобезпеки не повинно перевищувати припустимих величин за нормативами. ДСТУ 7116:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення фактичної сейсмічної стійкості будинків і споруд» установлює метод визначання фактичної сейсмічної стійкості будинків і споруд під час проведення вибухових робіт гірничорудними підприємствами.

Загальними критеріями безпеки об'єктів, які підлягають збереженню під час вибухів, є допустима швидкість сейсмічних коливань ґрунту біля їх фундаменту, величина співвідношення періоду коливання ґрунту і власного періоду коливань будівлі (T/T0), тривалість сейсмічних коливань ґрунту. Величина співвідношення (T/T0), що міститься у межах від 0,5 до 1,0, є найнебезпечнішою і може призвести до резонансного явища та руйнування будівлі (резонансний діапазон коливань).

За основний критерій безпеки під час визначання допустимих значень параметрів коливань ґрунту беруть допустиму швидкість сейсмічних коливань, за

якої повністю гарантовано збереження об’єктів, а вірогідні локальні деформації їх не перевищать прогнозовані.

Суть методу визначення допустимої швидкості коливань

Визначають допустиму швидкість коливань залежно від амплітудно-частотної характеристики системи «ґрунт-будівля» та спектра дії сейсмічної вибухової хвилі на конструкції будівлі через показники стандартного маятника. Забезпечення сейсмічної стійкості об’єктів здійснюють сейсмічно безпечними параметрами вибухових робіт, які обчислюють на основі допустимої швидкості коливань ґрунту для об’єктів, що зберігаються, та закономірностей поширення сейсмічних вибухових хвиль у їхньому напрямку.

Методика вимірювань швидкості коливань

1 Реєстрацію коливань виконують у місцях максимального приближення вибухових робіт до об’єктів, які підлягають збереженню. Для висотних об’єктів сейсмоприймачі встановлюють на кожному поверсі або через один.

2 Вимірювання швидкості та періоду коливань ґрунту біля фундаментів і власних періодів коливань конструкцій об’єктів виконують профільним способом за напрямком «висаджуваний блок - об’єкти» для визначення закономірності поширення сейсмічної вибухової хвилі. У кожній точці виміру фіксують коливання у трьох напрямках: за двома горизонтальними складниками (x, y) та одним вертикальним (z). Кількість вимірювань повинна бути достатньою для забезпечення необхідної точності обчислень і рівня надійності для об’єктів залежно від їх класу.

3 За результатами обробляння даних сейсмограм визначають зміщення або швидкість зміщення ґрунту, прискорення зміщення ґрунту, період і частоту коливань.

Опрацьовування результатів моніторингу швидкості коливань

1 Опрацьовування даних охоплює визначання параметрів сейсмічних коливань за сейсмограмами і статистичне аналізування результатів вимірювань.

2 Визначання параметрів сейсмічних вимірів виконують за частинами сейсмограм із максимальними коливаннями від вибухів свердловинних зарядів кожного блоку.

3 За амплітуду коливання (А), у міліметрах, під час нестаціонарного процесу (яким є вибух заряду ВР) беруть максимальне відхилення частинки, що коливається, від нейтральної осі.

4 Період коливань (Т), у секундах, визначають із сейсмограми за позначками часу між піками максимальних амплітуд коливань.

5 Значення кінематичних параметрів сейсмічної хвилі (зміщення (S), у міліметрах, швидкість зміщення (v), в сантиметрах за секунду, і прискорення (а), в сантиметрах за секунду в квадраті) за кожним складником визначають відношенням відповідних амплітуд запису ($A_{x,y,z}$, мм) до тарувальних коефіцієнтів за зміщенням $K_{S(x,y,z)}$, швидкості $K_{v(x,y,z)}$ і прискорення $K_{a(x,y,z)}$, відповідного каналу, що реєструє належний кінематичний параметр:

$$S = \frac{A_{x,y,z}}{K_{S(x,y,z)}}; \quad v = \frac{A_{x,y,z}}{K_{v(x,y,z)}}; \quad a = \frac{A_{x,y,z}}{K_{a(x,y,z)}}.$$

6 Результативну амплітуду зміщення часток ґрунту (S), у міліметрах, швидкість коливань ґрунту (v), у сантиметрах за секунду, і прискорення (а), в сантиметрах за секунду в квадраті, обчислюють відповідно за формулами за одночасної дії складників коливань:

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2 + S_z^2},$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2},$$

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}.$$

7 Допустиму швидкість коливань ґрунту біля фундаментів об’єктів ($v_{доп}$), у сантиметрах за секунду, з урахуванням періодів коливань ґрунту і власних коливань споруди обчислюють за формулою:

$$v_{доп} = v_0 \cdot \frac{T_0^2}{T_{с.м}^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\lambda_{с.м} \cdot U_{буд}}},$$

де v_0 - допустима швидкість зміщення ґрунту біля фундаменту будівлі, без урахування частотних характеристик системи «ґрунт-будівля», відповідно до таблиці 2 ДСТУ 4704, см/с;

T_0 - період власних коливань будівлі, с;

$T_{с.м}$ - період власних коливань стандартного маятника, дорівнює 0,25 с;

$\lambda_{с.м}$ - декремент затухання стандартного маятника, дорівнює 0,5;

$U_{буд}$ - амплітудно-частотна характеристика системи «ґрунт-будівля», величина якої залежить від відношення періодів коливань ґрунту та власних коливань будівлі:

$$U_{буд} = \left[\left(1-\frac{T^2}{T_0^2}\right)^2 + \frac{4\lambda^2}{\pi^2+\lambda^2}\cdot\frac{T^2}{T_0^2}\right]^{-\frac{1}{2}},$$

де Т - період коливань ґрунту, с; λ - логарифмічний декремент затухання будівлі.

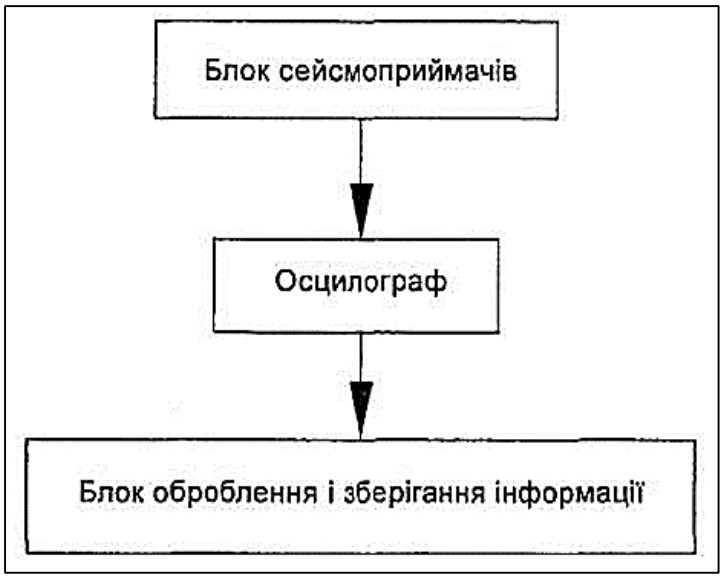


Рис. 1.2 - Функціональна схема сейсмометричної апаратури

У разі цифрової реєстрації у функціональній схемі сейсмометричної апаратури (рис. 1.2) «Осцилограф» заміняють блоком «Аналого-цифровий перетворювач і ПК».

1.3 Аналіз сучасного стану гірничих робіт в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ»

Загальні відомості та геологічна характеристика родовища

Запорізьке родовище гранітів розташоване в західній частині м. Запоріжжя, на правому березі річки Старий Дніпро в двох кілометрах нижче за течією річки від ДніпроГЕСу. (рис. 1.3)

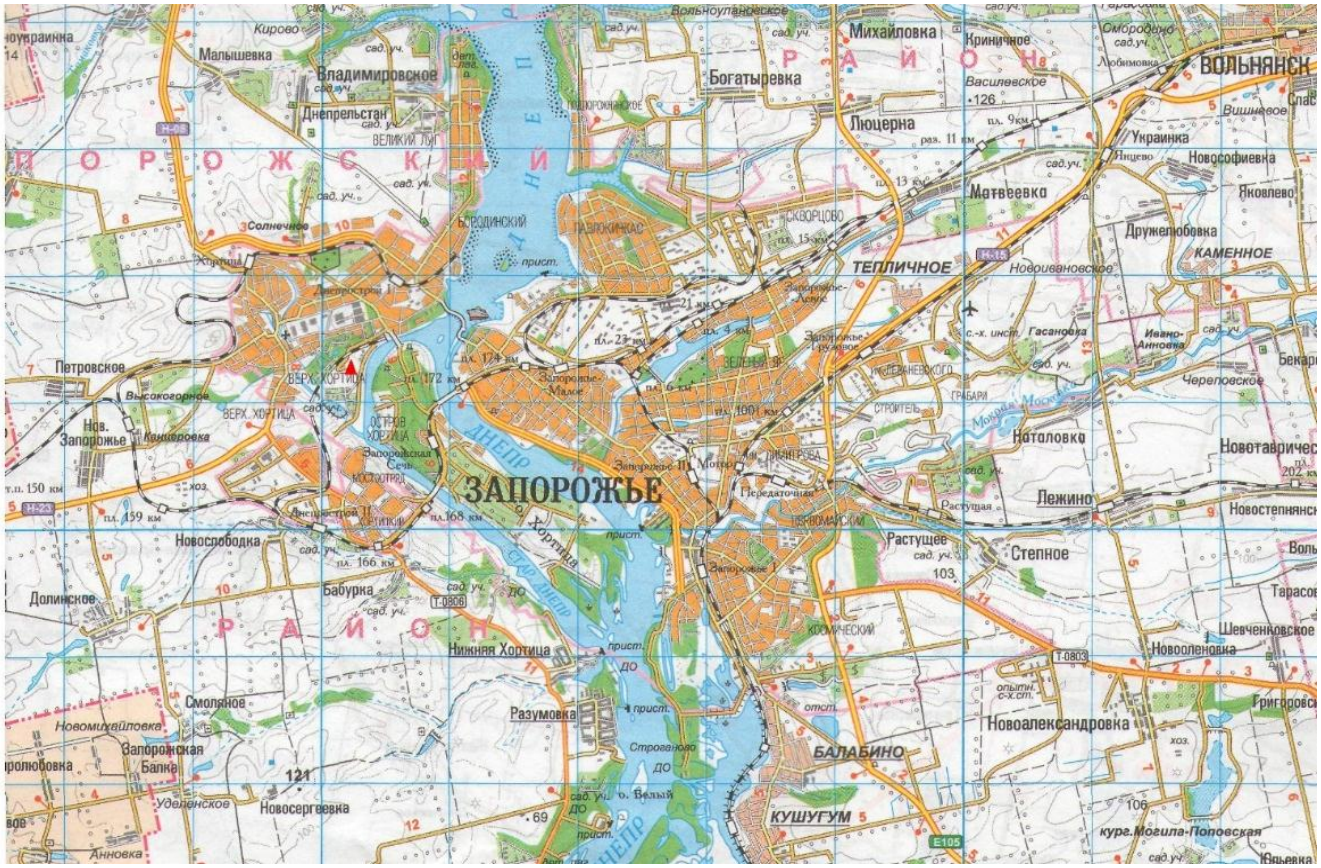


Рис. 1.3 - Оглядова карта Запорізького родовища гранітів ПРАТ «ЗКУ»

▲ – місце розташування родовища

У рельєфі родовище виражено у вигляді піднесеного масиву витягнутого в меридіональному напрямку з ухилом на південь, з абсолютними відмітками в межах від 20 до 43 м. Площа родовища займає 105 га і обмежена охоронними зонами: на сході - річка Старий Дніпро, на півночі - виробничі цехи кар'єру, на заході - діюча залізниця. На півдні площа родовища обмежена балкою «Вирва». У північній частині родовище розкрите кар'єром на площі близько 64 га.

У відношенні гідрографії район родовища розташований в межах Чорноморського басейну, до якого приурочені р. Дніпро, Конка, Мокра Московка. Річка Дніпро поблизу родовища роздвоюється на два рукави, один з яких (Старий Дніпро) проходить поблизу правого борту родовища. Правий берег річки Старий Дніпро крутий, піднімається над рівнем води на 10-12 м. Напрямок течії річки - південне, русло - звивисте з численними пережимами і вигинами. Ширина русла від 200 до 500 м. Максимальна глибина - 12 м. Середня абсолютна відмітка рівня води в створі родовища становить +16 м.

Орогідрографія і клімат

Клімат району помірно-континентальний, літо жарке, зима помірно холодна. Середньорічна температура повітря – +9,0°С. Середньомісячна температура липня – +22,8°С, січня – -4,2°С. Максимальна глибина промерзання ґрунту – 0,8 м.

Переважаючий напрям вітрів у літній період – східне і північне, в зимовий – східне. Середньорічна швидкість вітру дорівнює 3,8 м/с. Найбільша швидкість вітру спостерігається з кінця осені, взимку та на початку весни. Протягом доби найбільші швидкості вітру спостерігаються вдень, найменші – вночі. Переважають вітри з незначною швидкістю і вітрами до 5 м/с складає 76,5 % від усіх спостережень. Число днів з вітром швидкістю понад 15 м/с і більше в середньому за рік – 13 днів. Найбільша кількість днів з сильним вітром спостерігається в лютому, березні і квітні.

Середньорічна кількість опадів коливається від 370 до 460 міліметрів, при цьому до 40 % опадів випадає в квітні-липні, найменше їх у жовтні.

Геологічна будова родовища

В геоструктурному відношенні район родовища знаходиться в межах південно-східної окраїни Українського кристалічного щита.

В геологічній будові району приймає участь різноманітний комплекс кристалічних порід докембрію і покривають їх осадові утворення палеогенового, неогенового та четвертинного віку.

Коротка характеристика порід наведена в стратиграфічній колонці (рис.1.4).

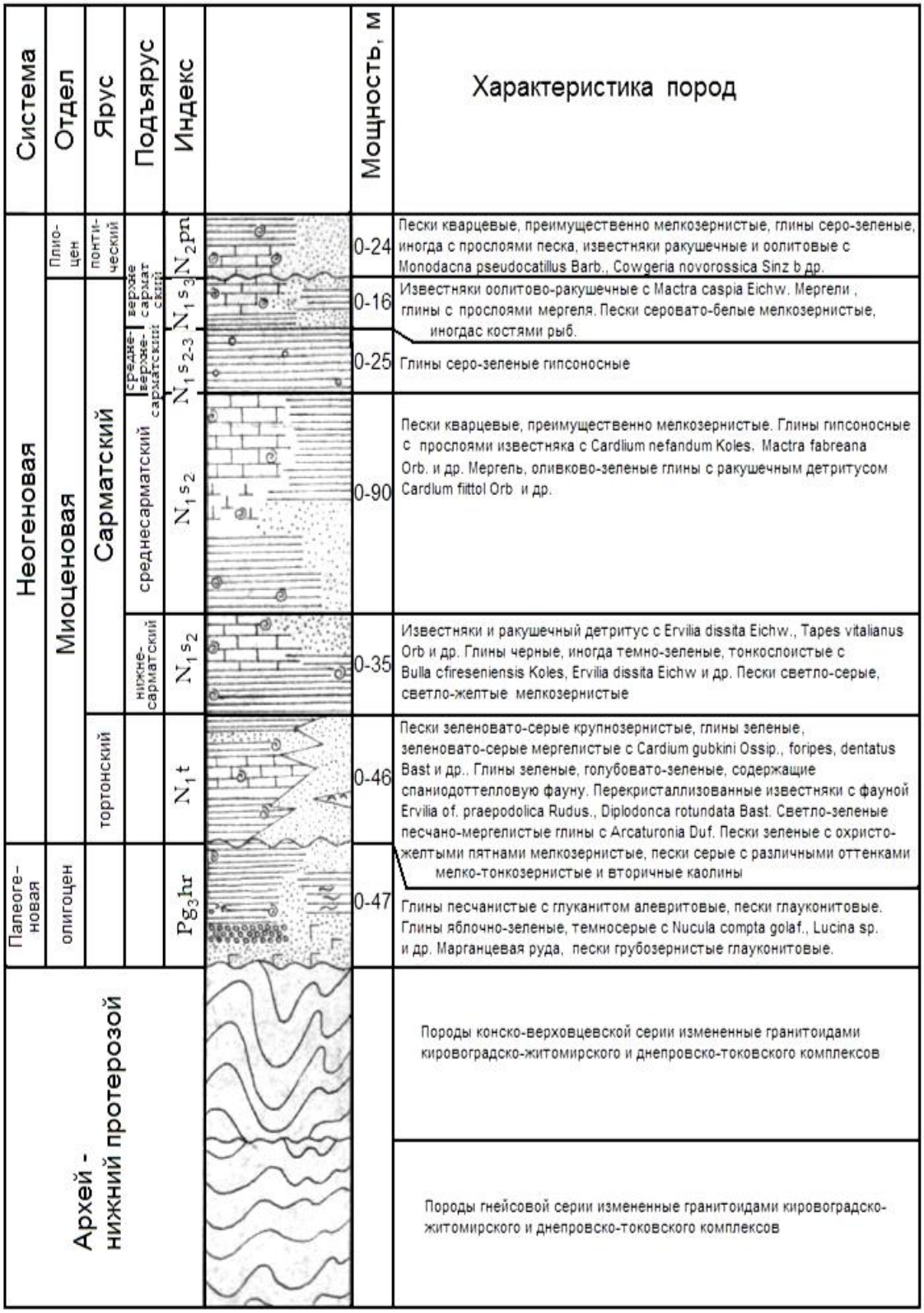


Рис. 1.4 - Стратиграфічна колонка Запорізького родовища гранітів

Відповідно до Інструкції із застосування класифікації запасів до родовищ будівельного й облицювального каменю Запорізьке родовище гранітів належить до І групи родовищ, так як родовище зі слабо порушеним заляганням і витриманою якістю корисної копалини.

Безпосередньо продуктивною товщею родовище є докембрійські граніти, а розкривом – їх кора вивітрювання і четвертинні відкладення.

Переважна частина родовища на глибину розвідки складена сірими середньозернистими гранітами. Супроводжують середньозернисті граніти, дрібнозернисті, порфіровидні, грубозернисті і пегматоїдні.

В зоні вивітрювання всі структурні різновиди гранітів набувають буруватий до бурого кольору, втрачають міцність і монолітність.

Гранітний масив нерівномірно тріщинуватий. На родовищі виділяються два типи генетичних видів тріщин: тріщини розриву і тріщини вивітрювання.

Чіткої закономірності в площинному і глибинному розвитку кожного структурного різновиду гранітів не відзначається.

За ступенем вивітреності граніти родовища поділяються на такі різновиди:

- дресва;
- граніт вивітрений;
- граніт порушене вивітрюванням.

Потужність дресви змінюється від 0,1 до 9,4 м., складаючи в середньому 1,7 м. Вивітрений граніт залягає нижче дресви, має бурий колір, сильно тріщинуватий. Мінімальна потужність вивітреного граніту – 0,1 м, максимальна – 23,7 м. середня – 4,4 м. Сумарна середня потужність вивітреного граніту і дресви становить - 6,1 м. Гранітний масив на всій площі родовища покритий четвертинними утвореннями, літологічно представлені пісками з прошарками і лінзами супісків, суглинків і глин. Піски полемістові тонко і дрібнозернисті, жовтувато-сірого і коричневого кольору, в покрівлі ділянками гумусовані, середньо щільні, з уламками кристалічних порід. Потужність пісків змінюється від 0,0 до 12,5 м, в середньому становить - 4,4 м. Потужність прошарку в пісках знаходиться в межах від 0,05 до 2,5 м. Піски з прошарками суглинків і глин відносяться до розкриву.

Гідрогеологічна характеристика родовища

Гідрогеологічні умови Запорізького родовища гранітів складні. Складність зумовлена нерівномірною тріщинуватістю кристалічних порід, а також взаємозв'язком підземних вод з поверхневими водами річки Дніпро.

В районі родовища розвинені два водоносних горизонти: в четвертинних піскуватих покладах і тріщинуватій зоні кристалічних порід докембрію. Рівні підземних вод в межах кар'єру розташовуються в залежності від природних і штучних зон живлення і дренування. За межами кар'єру (південна частина родовища) рівень знаходиться на позначки +14,5 м.

Основний водоприток у кар'єр відбувається за рахунок фільтраційних вод р. Дніпро. По мірі поглиблення кар'єра водоприток збільшується.

За даними геологорозвідувальних робіт водоприток на розкритій і розвіданій, до -108 м. частині родовища, на площі 55 га становить 2715 м^3/добу, а в перерахунку на всю площу родовища (105 га) – 5185м^3/добу. Загальний прогнозний водоприток з урахуванням атмосферних опадів становить – 6000 м^3/добу. Максимальний водоприток у кар'єр за рахунок зливових опадів становить 4800 м^3/добу.

Якісна характеристика корисних копалин

Корисна копалина в межах родовища представлена різними гранітоїдами: сірими плагіогранітами, плагіомагматитами і гранітами біотитовими. Переважають сірі плагіограніти.

Плагіограніти сірі за зовнішнім виглядом – масивні, іноді з нечіткою смужчатістю, дрібно - і середньозернисті. Мінералогічний склад: кварц до 30 %, плагіоклаз до 60 %, біотит від 5 до 7-10 %. Зрідка зустрічається піроксен, вторинні мінерали – епідот, серицит. Рудні мінерали групи сульфідів відсутні.

Плагіограніти мікроклінізіровані, рожево-сірі, масивні, іноді порфіровидні, частіше, різнозернисті (середньо - крупнозернисті). Їх мінерало-енергетичний склад: кварц 10-35 %, плагіоклаз 20-35 %, мікроклін 5-25 %, біотит 5-15 %. З вторинних мінералів зустрічається епідот. Плагіограніти мікроклинизувані поступово переходять у сірі плагіограніти і середньосмугасті плагіомагматити.

Плагіомагматити за мінералогічним складом близькі до плагіогранітів, відрізняються від останніх чіткою смугастою текстурою і дещо підвищеним вмістом темнокольорових мінералів.

Біотитові граніти поширені, в більшості, в північній частині родовища, являють собою сірувато-рожеві рівномірнозернисті масивні породи, частіше

середньозернисті, їх мінералогічний склад наступний: кварц – 15-30 %, плагіоклаз – 30-50 %, мікроклін – 20-35 % і біотит – 5-18 %.

Хімічний склад гранітоїдів, незважаючи на строкатість текстурно-структурних особливостей, коливається по різновидам незначно: SiO_2 – 69,6 - 76,67 %; Al_2O_3 – 13,41-16,67 %; Fe_2O_3 – 1,20-1,91 %; MgO – 0,19-0,96 %; CaO – 1,25-3,05 %; Na_2O+K_2O – 6,3-7,67 %, SO_3 – 0,11-0,36 %.

Вміст шкідливих домішок у вигляді SO_3 та активного кремнезему повсюдно знаходиться в допустимих межах.

Породи Запорізького родовища, незважаючи на виділені різновиди гранітоїдів, мають також досить схожі властивості, дуже незначна кількість рудних і фарбувальних (збагачених залізом) мінералів, практично не розрізняються в магнітних і гравітаційних полях.

Не зачеплені вивітрюванням гранітоїди (свіжі) по зовнішньому виду, в основному, слабо тріщинуваті. Середня відстань між тріщинами по керну свердловин від 30 до 70 см, тріщини орієнтовані під кутом 15-25°, рідше 45-55° до поздовжньої осі керна, субгоризонтальні тріщини рідкісні. Найбільш тріщинуваті з усіх різновидів – біотитові граніти, які користуються підлеглим поширенням.

Таблиця 1.1 - Фізико-механічні властивості порід

№ п.п.	Найменування показників	Одиниці виміру	Фізико-механічні властивості корисних копалин		
			від	до	середнє
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	Об'ємна маса	г/см³	2,54	2,73	2,60
2	Водопоглинання	%	0,09	0,54	0,22
3	Питома вага	г/см³	2,61	2,79	2,67
4	Пористість	%	1,5	4,8	2,4
5	Межа міцності при стисненні:				
	- у повітряно-сухому стані	кг/ см²	1136	1657	1455
	- у водонасиченому стані	кг/ см²	1018	1595	1239
6	Марка міцності	усл.од.	1000	1400	
7	Марка по морозостійкості	усл.од.			

Продукція, що випускається підприємством: щебінь по фракціях: 3-5, 5-10, 5-20, 10-20, 20-40 мм, відсів і бутовий камінь, за показниками радіаційної безпеки згідно «Норм радіаційної безпеки України» НРБ-97 ДГН 6.6.1-6.5.001-98 відносяться до 1 класу використання і використовуються в будівництві без обмежень.

Гірничотехнічні умови розробки родовища

Гранітоїдні породи Запорізького родовища володіють високою міцністю, загальна потужність їх коливається від 25,8 до 79,9 м. Розробка скельного розкриву і переробки корисних копалин виконується за допомогою буропідривних робіт. Родовище поділяється на дві частини: північну і південну. Відпрацювання північної частини проводиться до глибини -108,0 м (9-й горизонт), південної - до глибини -48,0 м (5-горизонт).

В північній частині родовища розкривні породи на всій площі практично відпрацьовані. Виділяється одна основна дайка амфіболітів потужність 10-20 м, що перетинає родовище в його центральній частині з заходу на схід і має круте до субмеридіального падіння. У вигляді сильної сланцеватості породи дайковой серії, а також видозмінені граніти при контактової зони, відносяться до між пластового розкриву.

Південна частина родовища незаймана гірничими розробками.

Таблиця 1.2 - Класифікація порід родовища

№ п.п.	Найменування порід	Коефіцієнт міцності порід за шкалою М. М. Протод'яконова	Група грунтів за БН і П IV-2-82
1	**2**	**3**	**4**
1	Ґрунтово-рослинний шар	0,6-1	I - II
2	Піски, суглинки, супіски	0,6-1	II - III
3	Вивітрілі граніти, гранітна дресва	3-5	V
4	Свіжі граніти і порушені вивітрюванням	10-12	VII-VIII

По мірі розвитку кар'єру по площі розробка родовища на глибину ведеться уступами по 15 м з кутами укосів 80°. При погашенні бортів кар'єру кути укосів уступів становлять 70°. Між здвоєними добувними уступами залишаються запобіжні берми шириною не менше 8,0 м.

У місцях роботи екскаватора, де в товщі уступу зустрічається скельний розкрив і корисна копалина, їх виїмка виконується селективно. Безпосередньо у вибої екскаватор поділяє корисну копалину і розкрив. Скельний розкрив відвозиться на зовнішній відвал і може бути використаний для відсипки доріг, інших цілей.

Розробка пухкого розкриву здійснювалася безпосередньо однокошовими екскаваторами з навантаженням її в автосамоскиди і вивезенням в зовнішній відвал. Ґрунтово-рослинний шар розроблявся за допомогою бульдозера, який складує його в борти, звідки перевозиться на тимчасовий склад.

Після відпрацювання родовища кар'єрна виїмка буде використана під водоймище, а прилегла частина – під лісонасадження.

Застосовується таке технологічне обладнання при розробці Запорізького родовища гранітів: бурові верстати – типу 2 СБШ 200 і Тетон-500; екскаватори - ЕКГ-5А, ЕКГ-4,6 Б; бульдозера Т-130, Т-170 і Б-10м, навантажувачі - HYUNDAI HL 770-7 і HYUNDAI HL 760; автосамоскиди БелАЗ-7522, 7540 і АС-3251/(1,2) «Кобальт».

Продуктивність і режим роботи кар'єру

Продуктивність кар'єру з видобутку гранітів при розробці Запорізького родовища прийнята, згідно технічного завдання на проектування, в кількості 980 тис. $м^3$ в рік, що при середній об'ємній вазі 2,6 $т/м^3$ складає 2548 тис. тон.

Обсяг розкриву з відпрацьованої північної частини родовища (64 га) 5888 тис. $м^3$, в тому числі:

- пухкої розкриву – 2386 тис. $м^3$;
- скельного розкриву – 3520 тис. $м^3$.

Згідно з вище наведеної інформації загальна кількість розкривних порід, які підлягають виїмці та розміщенню в зовнішньому відвалі, становить 4376 тис. $м^3$,

Поточний коефіцієнт розкриву змінюється від 0 до 0,117 $м^3/м^3$.

Експлуатаційний коефіцієнт розкриву по родовищу становить: для північної частини родовища – 0,027 $м^3/м^3$.

Режим роботи кар'єру наведено в таблиці 3

Таблиця 1.3 - Режим роботи кар'єру

№ п.п.	Найменування	Видобувні роботи	Розкривні роботи
1	**2**	**3**	**4**
1	Режим роботи	Цілорічний	Цілорічний
2	Кількість робочих днів у році	254	254
3	Рабочий тиждень	Перервна	Перервна
4	Кількість змін у добу	2	2
5	Тривалість зміни в годинах	по 8	по 8

Продуктивність кар'єру з видобутку корисної копалини та виймання розкривних порід наведено в таблиці 1.4

Таблиця 1.4 - Продуктивність кар'єру з видобутку гранітів і виймання розкривних порід

№ п.п.	Види робіт	Об’єм в рік, $м^3$	Об’єм в сутки, $м^3$	Об’єм в зміну, $м^3$
1	**2**	**3**	**4**	**5**
1	Видобуток граніту	980000	3858	1929
2	Розкривні роботи	15000		

Запорізьке родовище гранітів в даний час розробляється на площі 64 га (північна частина родовища). По корисних копалинах і розкривних породах прийнята внутрішня фіксація бортів. Залишок геологічних балансових запасів Запорізького родовища гранітів згідно з даними форми № 5 гр. станом на 01.01.2020 року складає А+В+С = 8200000 тис. $м^3$.

Виходячи з прийнятої річної продуктивності - 980 тис. $м^3$, строк служби кар'єра складе: Тсл=8200000:980000=8,3 років

Розкриття родовища

Запорізьке родовище гранітів розробляється з 1953 року і розкрите двома капітальними траншеями внутрішнього закладення.

Центральна капітальна траншея розташована на Хортицькому і південному бортах кар'єра. Траншея розпочато в північній частині родовища і доходить до його середини. Траса траншеї проста. Центральна траншея служить весь термін експлуатації родовища, послідовно розкриває родовище на всю глибину розробки і забезпечує транспортний зв'язок між екскаваторними вибоями і дробильно-сортувальними цехами (ДСЦ) підприємства.

Допоміжна траншея пройдена по Дніпровському і південному бортах кар'єра до горизонту -18 м. Траншея забезпечує транспортний зв'язок між вибоями екскаваторів і ДСЦ-2. На кінець розробки родовища траншея буде відпрацьована.

Ухил траншеї $80_0/^{00}$, кути укосів бортів траншеї: робочий 80 град., неробочий 70 град.

Система розробки

Умови залягання та фізико-механічні властивості корисної копалини та розкривних порід припускають визначити транспортну систему розробки родовища. Висота видобувних уступів і скельного розкриву прийнята 15 м, по м'якому розкриву не більше максимальної висоти черпання екскаватора.

Згідно проекту розробка кар'єра планувалася горизонтами: 3 – -18 м, 4 – -33 м, 5 – -48 м, 6 – -63 м, 7 – -78 м, 8 – -93 м і 9 – -108 м. Проектом рекомендовано ведення гірничих робіт одним горизонтом, так як довжина фронту гірничих робіт за одним горизонтом достатня для розміщення двох екскаваторів. Проектом розробки Запорізького родовища гранітів передбачається розробка на глибину до горизонту -108 м.

Висота уступу по корисним копалинам – 15 м, по м'якому розкриву –10,3 м.

Висота розвалу підірваної гірничої маси не повинна перевищувати 1,5 висоти черпання екскаватора – 15,0 м

Розкривні і відвальні роботи

Розкривні породи на родовищі представлені ґрунтовим шаром і пісків –м'яка розкрив і вивітрілими гранітами – скельна розкрив. Ґрунтово-рослинний шар поширений повсюдно і його потужність в середньому складає 0,3 м. Піски з прошарками суглинків і глин відносяться до пухкої розкриву, в середньому їх потужність складає – 4,4 м. Потужність дресви становить в середньому 1,7 м., для вивітрілого граніту середня – 4,4 м. Сумарна середня потужність вивітрілого граніту і дресви становить 7,8 м. В межах Північної ділянки практично вся розкривна маса порід видалена. В даний момент розкривні роботи на горизонті – 108 зводяться до виїмки дайками амфіболітів потужністю 10-20 м. Яка перетинає родовище в центральній частині з заходу на схід.

Амфіболіти відпрацьовуються одноківшовими екскаваторами і транспортуються у відвал, розташований поблизу балки «Вирва». Укладання породи на відвалі здійснювалася бульдозером Т-130 або Т-170 висотою до 25 м. На відвалі є дві ділянки: планування і розвантаження.

Породний відвал розташований на малородючих суглинних ґрунтах. Ймовірність обводнення даних площ поверхневими водами відсутня, так як є природний ухил поверхні землі в бік, протилежний від відвалів.

Кут нахилу укосу ярусу відвалу м'яких і скельних розкривних порід прийнятий 35º, що достатньо для забезпечення їх стійкості.

Буровибухові роботи

Вибухові роботи ведуться методом свердловинних зарядів з використанням вертикальних і похилих свердловин. Вибухова підготовка гірських порід до виїмки повинна забезпечувати задану ступінь дроблення, якісне прооблення підошви уступу, формування укосу і параметри розвалу підірваної гірської маси.

Для буріння свердловин на родовищі використовуються верстати Тітон-500, 2 СБШ-200 і СБШ-250. Сітка розташування свердловин на вибуховому блоці квадратна або шахова, кількість рядів свердловин – не обмежена.

Для розрахунків типової серії по підготовці корисних копалин до виїмки приймаємо наступні дані: висота уступу Нуст = 15 м, обсяг цього блоку Vг.м. = 30 тис. м^3. Для типової серії свердловинних зарядів приймаємо 4 ряди свердловин. Розмір негабаритного шматка в ребрі з урахуванням розмірів приймального зіву первинних дробарок PSB 1500×1200 встановлених на ДСЦ-1 і ДСЦ-2.

Максимальний розмір негабаритного шматка визначається за формулою:

$$d_{max} \leq (0{,}75 \div 0{,}85) \times b, \text{ м}$$

де b – мінімальний розмір приймального зіву дробарки (щокової), м.

Максимальний розмір негабаритного шматка гірської породи не повинен перевищувати 1,0 м. Орієнтовний вихід негабариту для умов кар'єра, при відомій категорії тріщинуватості і використовуваних діаметрах свердловинних зарядів становить до 3-5 відсотків.

Для забезпечення якісного подрібнення гранітів, розрахункова питома витрата вибухової речовини для зарядів розпушування становить 0,5-0,7 кг/м^3, при

щільності заряджання вибухової речовини 1,19 т/м^3. Для умов кар'єру, з метою забезпечення якісного ведення вибухових робіт з урахуванням тріщинуватості гірського масиву прийнята підвищена витрата вибухової речовини 0,7-0,9 кг/м^3. Розрахунок параметрів буропідривних робіт виконано для вибухової речовини АНЕМІКС 80.

Розрахунок параметрів розташування свердловин на вибуховому блоці

Розрахункова величина лінії опору по підошві уступу визначається за формулою:

$$W_p = 0{,}9 \times \sqrt{\frac{p}{q}}, \text{ м}$$

де р - місткість 1 п. м. свердловин, приймаємо для кожного діаметра, кг;

Для забезпечення безпечних умов роботи при бурінні першого ряду свердловин буровим верстатом виконуємо перевірочний розрахунок умови:

$$W_p \geq W_б.$$

Wб – безпечну відстань, за умовами буріння першого ряду свердловин, визначається за формулою:

$$Wp = H \times ctg\alpha + c = 15 \times ctg80° + 2 = 4{,}6 \text{ м}$$

де с – мінімальна безпечна відстань від верхньої бровки уступу до гусениць бурового верстата 2 м, при умові, що його поздовжня вісь повинна бути перпендикулярна бровка уступу. Згідно з фізико-механічних властивостей порід даного родовища робочий кут укосу становить 80°.

Дані виконаних розрахунків Wp для використовуваних діаметрів наводяться в табл. 1.5

Таблиця 1.5 - Розрахунок лінії опору по підошві уступу

Параметр	Одиниця вимірювання	Діаметр свердловини, мм		
		150	220	250
р	кг	16	34	44
W_p	м	3,8	5,5	6,3

Згідно отриманих результатів розрахунків, умова забезпечення безпечної роботи бурового верстата при бурінні свердловин першого ряду виконується. Мінімальна допустима відстань становить 4,6 м, яке менше значень в таблиці 1.5.

Бурові верстати знаходяться далі від верхньої бровки уступу, ніж допустимо. Для верстата Тітон-500 приймаємо Wp, що дорівнює 4,6 м.

Відстань між свердловинами в ряду визначено за формулою:

$$a = m \times W_p, \text{ м}$$

де m = 0,8...1,4 – коефіцієнт зближення свердловин, з урахуванням фізико-механічних властивостей породи та діаметра свердловини приймаємо - 0,9.

Відстань між рядами свердловин визначається за формулою:

$$b = (0{,}85 \div 1{,}0) \cdot W_p, \text{ м}$$

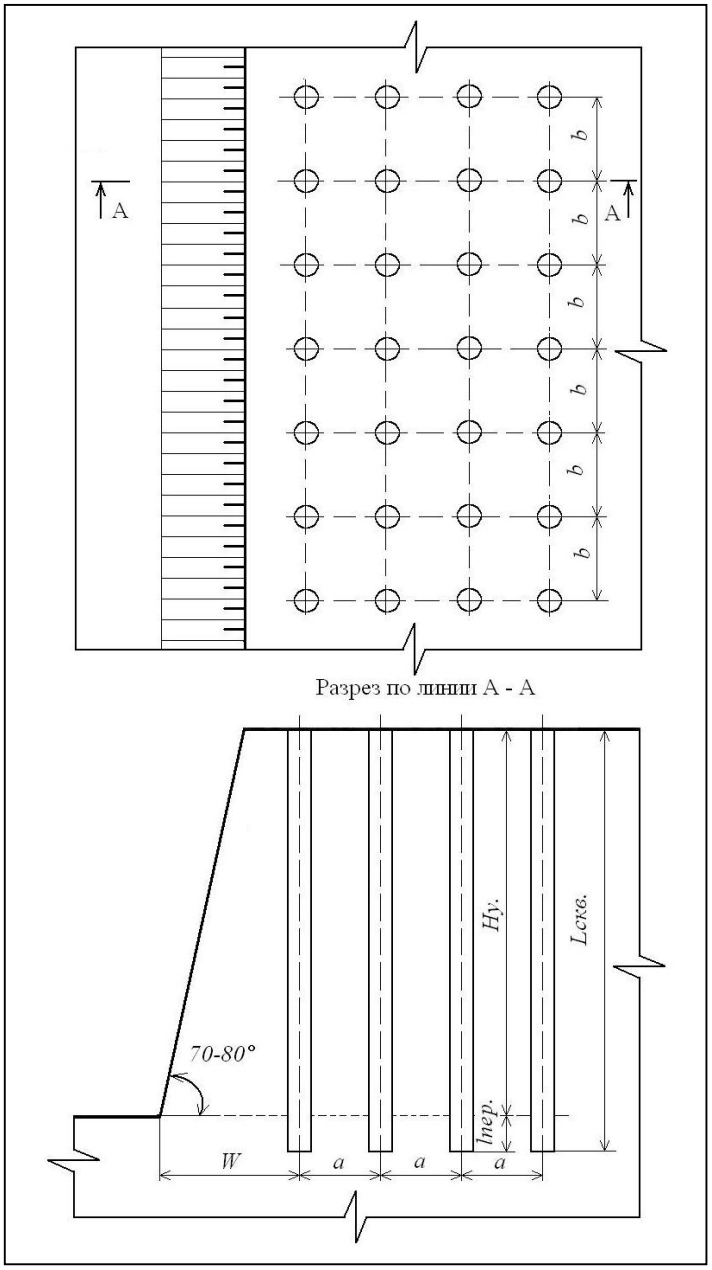


Рис. 1.5 - Схеми розташування свердловин на вибуховому блоці

Дані виконаних розрахунків параметрів сітки розташування свердловин на вибуховому блоці для різних діаметрів, зводимо в таблицю 1.6.

Таблиця 1.6 - Параметри сітки свердловин на вибуховому блоці

Параметри	Одиниця вимірювання	Діаметр свердловин, мм		
		150	220	250
a	м	4,0	5,5	6,3
b	м	4,0	5,5	6,3

Згідно отриманих значень a і b маємо квадратну сітку розташування свердловин на вибуховому блоці.

Свердловини буряться вертикально, довжина визначається за формулою:

$$L_{скв} = H_y + L_{пер} \quad = 2{,}0 + 15{,}0 = 17{,}0 \text{ м}$$

Відповідно до рекомендації, величина перебуру Lпер. приймають рівною 10-15 $d_{скв.}$. Для свердловин всіх діаметрів прийнята величина перебуру рівна 2,0 м.

Розрахунок параметрів свердловинного заряду

Для формування невеликої величини розвалу попередньо приймаємо величину набійки для зосереджених (суцільних) зарядів

$$1_{заб.} = 20 \times d_{скв.}, \text{ м.}$$

$$1_{зар.} = L_{скв.} - 1_{заб.}, \text{ м.}$$

Кількість вибухової речовини для свердловинного заряду першого ряду визначаємо за формулою:

$$Qзар. = 1зар. \times p, \text{ кг}$$

Величина свердловинного заряду для першого ряду свердловин визначена за формулою:

$$Qзар.1 = q \times Wp \times a \times Ну, \text{ кг}$$

Для другого і наступних рядів свердловин величина свердловинного заряду визначена за формулою:

$$Qзар.2. = q \times b \times a \times Ну, \text{ кг}$$

де: q - фактична питома витрата ВР, кг/м^3;

a - відстань між свердловинами в ряду, м;

b - відстань між рядами свердловин, м;

Ну - висота уступу підриваємого шару, м;

Wp - лінія опору по підошві уступу, м.

Результати обчислення значень Qзар1 і Qзар2, зводимо в таблицю 1.7.

Таблиця 1.7 - Параметри свердловинного заряду

Параметри	Одиниця вимірювання	Діаметр свердловини, мм		
		150	220	250
1	**2**	**3**	**4**	**5**
$1_{заб.}$	м	3,0	4,4	5,0
$1_{зар.}$	м	14,0	12,6	12,0
$Q_{зар.}'$	кг	224	428	528
$Q_{зар.}^{1}$	кг	220	363	476
$Q_{зар.}^{2}$	кг	192	363	476

Фактичні параметри свердловинних зарядів цього блоку наступні:

для першого ряду:

$$1заб.1 = Lскв - 1зар1 = Lскв - Qзар1 / p \text{ ,м}$$

для другого і наступних рядів:

$$1заб.2 = Lскв - 1зар2 = Lскв - Qзар2 / p \text{ ,м.}$$

Дані уточнених параметрів свердловинного заряду наводимо в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 - Уточнені параметри свердловинних зарядів

Параметри	Одиниця вимірювання		
		220	250
1	**2**	**4**	**5**
$1_{заб.}^{1}$	м	6,3	6,2
$1_{зар.}^{1}$	м	10,7	10,8
$1_{заб.}^{2}$	кг	6,3	6,2
$1_{зар.}^{2}$	кг	10,7	10,8

Ініціювання свердловинних зарядів здійснюється за схемами короткоуповільненого підривання: діагональні, врубові - з клиновим врубом, з трапецієподібним врубом, а також різні комбінації зазначених схем із застосуванням неелектричних систем ініціювання НСІ.

Інтервали уповільнення між групами свердловинних зарядів визначаються за формулою:

$$t = K \times Wp, \text{ м. с.}$$

де: К - коефіцієнт, залежний від міцності порід, для порід середньої міцності; К = 5;

Wp - лінія опору по підошві уступу, м.

Для підривання типової серії необхідно вибухової речовини:

$$Q_{вв} = V_{г.м.} \times q = 30000 \times 0{,}8 = 24000 \text{ кг}$$

При 4-х рядні підриванні число свердловин в ряду:

$$N_{скв} = \frac{V_{мв}}{V^1_{зар} + З \times V^2_{зар}}, \text{скв.}$$

Вихід гірничої маси зі свердловини першого ряду:

$$Vзар.1 = Wp \times b \times Ну, м^3;$$

Вихід гірничої маси зі свердловини другого і наступних рядів:

$$Vзар.2 = a \times b \times Ну, м^3;$$

Результати розрахунків наводимо в таблиці.

Загальний обсяг буріння на один масовий вибух:

$$L_{общ} = L_{скв} \times N_{скв}, м$$

де Nскв – кількість свердловин на один масовий вибух.

Річний обсяг буріння складе:

$$L_{общ}^{год} = L_{общ} \times N_{мв}, м$$

Параметри цього блоку згідно прийнятого кількості свердловин для кожного діаметра заносимо в таблицю 1.9

Таблиця 1.9 - Параметри блоку

Параметри	Одиниця вимірювання	220	250
1	**2**	**4**	**5**
Кількість свердловин у ряду	шт.	17	13
Загальна кількість свердловин	шт	68	52
Загальний обсяг буріння на один масовий вибух	м	1156	884
Розміри блоку, що підривається: довжина ширина	 м м	 93,5 22,0	 82 25

Режим роботи бурового обладнання приймаємо як і основного обладнання, п'ятиденний робочий тиждень у дві зміни. Для забезпечення обсягу бурових робіт визначаємо кількість бурових верстатів за формулою:

$$N_{ст.} = L_{общ}^{год} / n \times N_{р.д} \times Q_{см}, шт$$

де n - число змін роботи в добу;

Np.д - число робочих днів у році;

Qсм - змінна продуктивність верстата з буріння порід VII групи ґрунтів згідно з БНіП IV-2-84 для СБШ-250 - 71 м, СБШ-200 - 68,7 м.

Конструкція свердловинних зарядів та схеми ініціювання блоків

Для ініціювання свердловинних зарядів використовують проміжні детонатори з НСІ та проміжний детонатор з патронованої ЕВР.

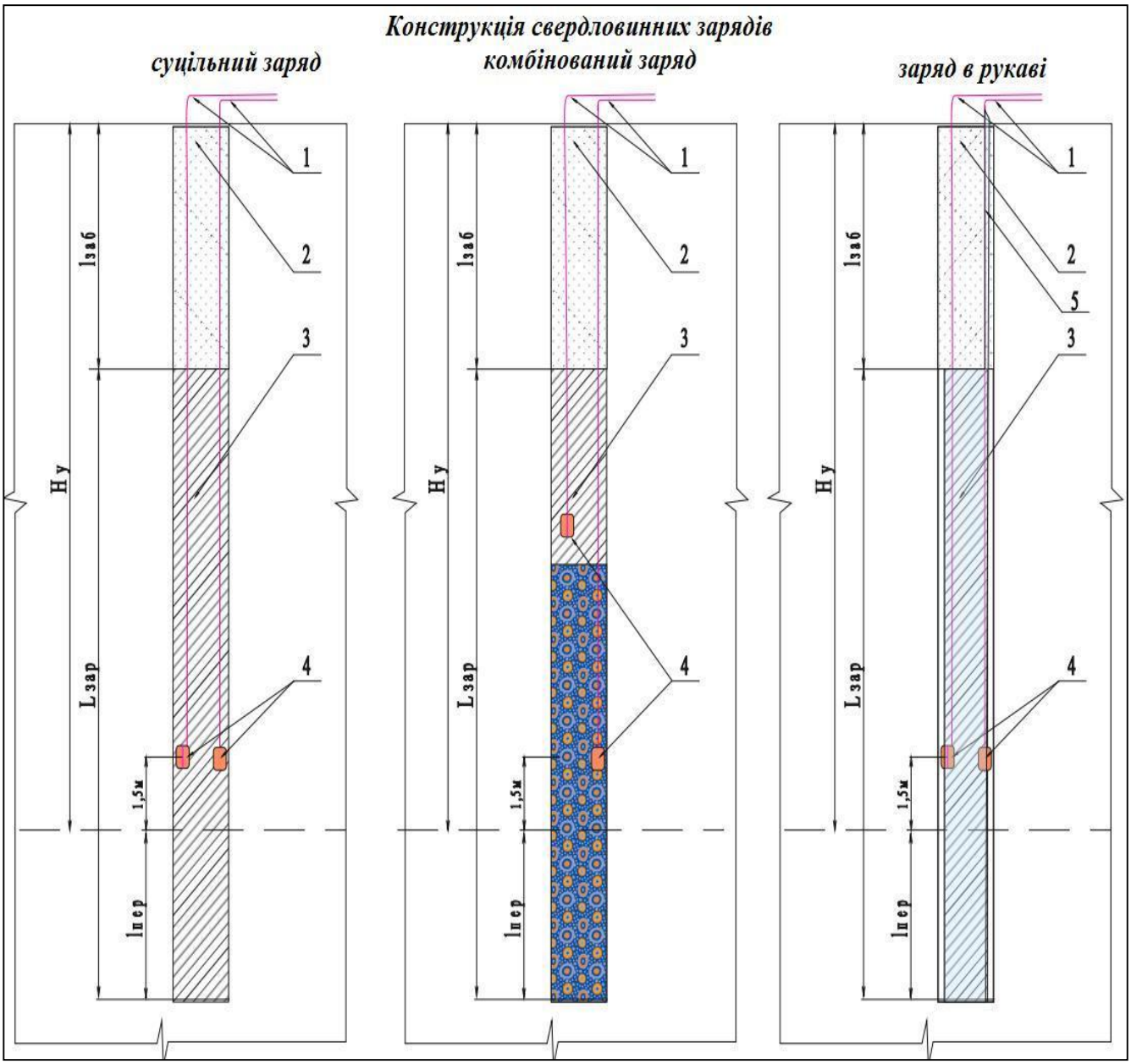


Рис. 1.6 - Конструкція свердловинних зарядів

Для монтажу вибухової мережі застосовується НСІ з інтервалом уповільнення 25 - 65 мс. Для розпушувань гірської масі застосовується суцільній заряд і розосередженій заряд з повітрянім проміжком.

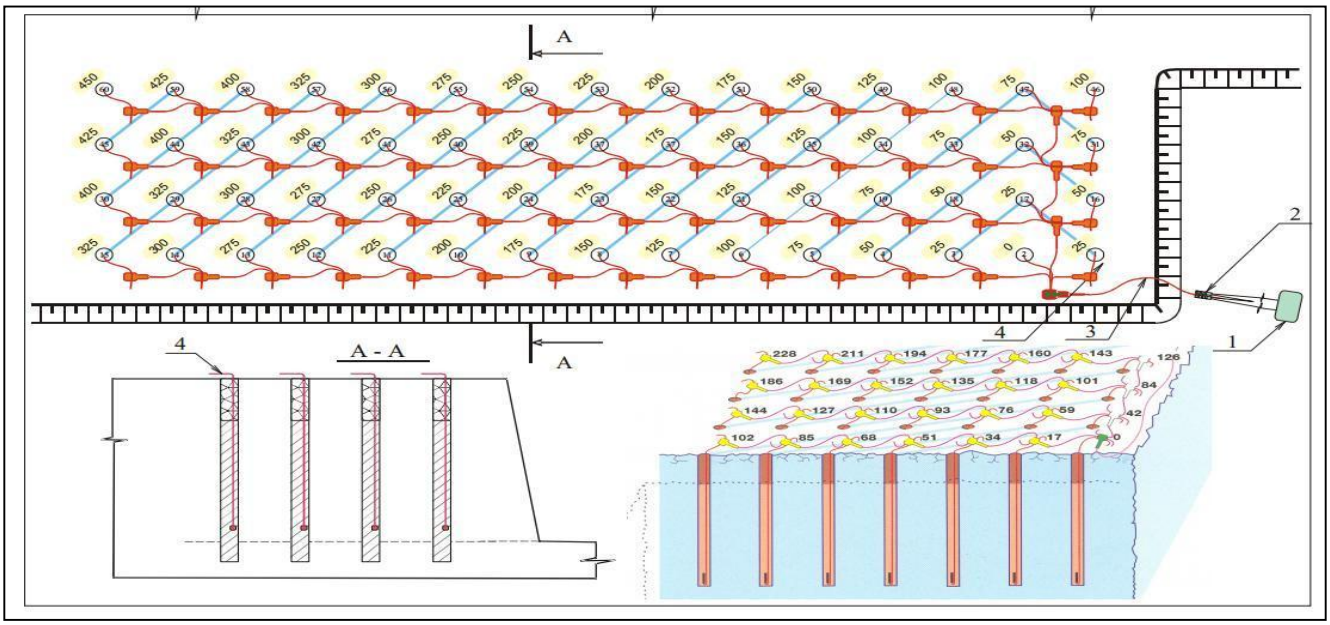


Рис. 1.7 – Схеми підривання свердловинних зарядів

Небезпечні зони при виконанні вибухових робіт в кар'єрі

Радіус розлітання шматків породи:

Для свердловин діаметром 250 мм

$$R_{разл.\ оск.} = 1250 \cdot r_{зап.скв} \sqrt{\frac{f}{1+r_{заб}} \cdot \frac{d}{a}}\ , \text{м}$$

де rзап.скв - коефіцієнт заповнення свердловини ВР;

rзаб- коефіцієнт заповнення свердловини набійкою;

f- коефіцієнт міцності породи за шкалою проф. М.М. Протод'яконова;

d - діаметр свердловини, м;

a - відстань між свердловинами в ряду, м;

Коефіцієнт заповнення свердловини ВР - це відношення довжини заряду Lзар до глибини пробуреної свердловини Lскв.

$$r_{зап.\ скв} = \frac{L_{зар}}{L_{скв}} = \frac{9{,}8}{14} = 0{,}7$$

Коефіцієнт заповнення свердловини набійкою – це відношення довжини набійки Lзаб до довжини вільної від заряду верхній частині свердловини lн

$$r_{заб} = \frac{L_{заб}}{l_н}$$

При повному заповненні набійкою вільної від заряду верхньої частини свердловини rзаб = 1,0, при підриванні без набійки rзаб = 0;

$$R_{разл\ оск.} = 1250 \cdot 0{,}7\sqrt{\frac{14}{1+1} \cdot \frac{0{,}25}{6}} = 472\ м$$

Приймаємо радіус небезпечної зони - 500 м.

При підриванні свердловинних зарядів розпушування, безпечні відстані за дією ударної повітряної хвилі визначаємо еквівалентний заряд

$$Q_e = 12 \cdot P \cdot d \cdot Кз \cdot N = 12 \cdot 44 \cdot 0.25 \cdot 0.002 \cdot 6 = 1.6 \text{ кг}$$

де КЗ - коефіцієнт, що залежить від відношення довжини набійки до діаметру свердловини, Кз = 0,002;

N - число ступенів уповільнення;

$$Q_e < 2 \text{ кг}; 1{,}6 < 2;$$

Визначаємо радіус ударної повітряної хвилі

$$R_{УВВ} = 65\sqrt{Q_Э} = 65\sqrt{1{,}6} = 83м$$

Для гранітів IX категорії і вище радіус збільшується в 1,5 рази, при інтервалі уповільнення від 20 до 35 мс радіус збільшується в 1,5 рази, при негативних температурах результат збільшується в 1,5 рази

$$R_{УВВ} = 83 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}5 = 281\ м$$

На підставі розрахунків приймаємо: радіус небезпечної зони для людей - 500 м; радіус небезпечної зони для обладнання - 250 м

Кар'єрний транспорт

Перевезення розкривних порід і корисних копалин здійснюється автосамоскидами БелАЗ-7522 і БелАЗ-7540, їх вантажопідйомність – 30 т. Для руху автотранспорту на території кар'єру передбачено автодороги. Параметри всіх автодоріг на кар'єрі наведені в таблиці 1.10 і відповідають вимогам БН і П 2.05.07-91 «Промисловий транспорт». Перелік, призначення і розрахунок елементів кар'єрних автодоріг наведено в таблиці 1.10. Річний обсяг перевезень всіх вантажів не перевищує 5 млн. т. тому кар'єрні автодороги відповідають III-й категорії.

Ширина проїзної частини прийнята 13,0 м. Рух на кар'єрних шляхах двосмуговий в різних напрямках. Максимальний поздовжній ухил кар'єрних доріг з покриттям прийнятий не більше $80_0/^{00}$.

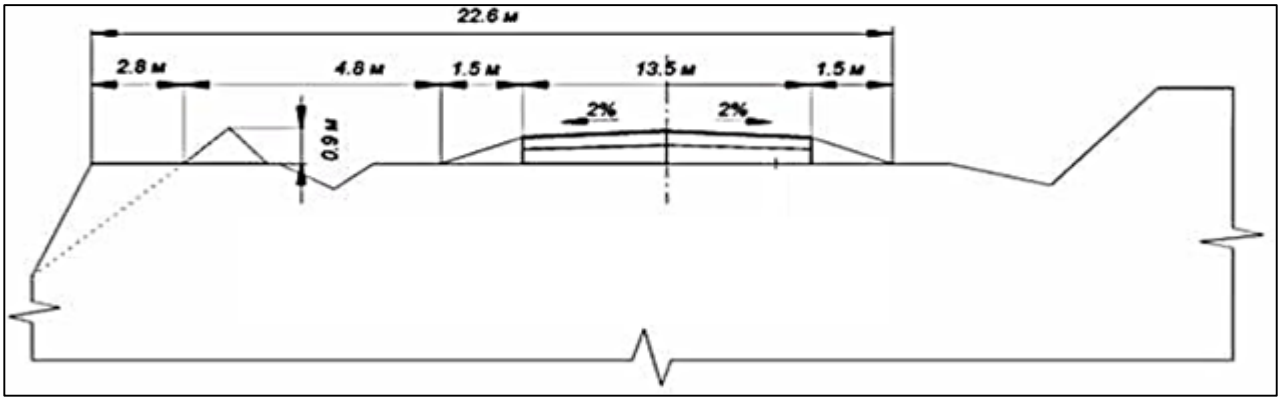


Рис. 1.8. Параметри автодоріг на кар’єрі ПРАТ «ЗКУ»

Для забезпечення безпечних умов роботи автотранспорту в умовах кар'єру і відвалу згідно ДПАОП 0.00-1.33-94 приймаємо величину радіусу кривої автодороги у плані, що дорівнює двом конструктивним радіусам повороту по зовнішньому колесу. При використанні автосамоскиду БелАЗ-7522, БелАЗ-7540 згідно технічної характеристики у таблиці 1.10 ця величина дорівнює 20 м, що забезпечить швидкість руху 20 км/год.

Таблиця 1.10 - Параметри автодоріг

№ п.п.	Найменування	Одиниця вимірювання	Показники
1	**2**	**3**	**4**
1	Категорія дороги	-	III к
2	Розрахунковий обсяг перевезень в рік	тис.т	2782
3	Довжина автодоріг: - по поверхні - за транспортним берма і траншеї - забійні та відвальні	 км км км	 4,4 3,7 2,5
4	Число смуг руху	смуг	2
5	Найбільший поздовжній ухил дороги	‰	80
6	Ширина земляного полотна	м	16,5
7	Ширина узбіч	м	1,5
8	Ширина проїзної частини	м	13,5
9	Поперечний ухил (двосхилий) проїжджої частини	‰	20
10	Поперечний ухил узбіч	‰	40
11	Найменший радіус горизонтальної кривої в плані	м	20
12	Відстань видимості: поверхні дороги; зустрічного транспорту	м м	25 50
13	Товщина дорожнього одягу з щебеню	см	35
14	Розрахункова швидкість руху	км/час	20

Змінна продуктивність автосамоскиду визначається за формулою:

$$\boldsymbol{Q}_{\text{зм}} = \frac{\boldsymbol{Q}_{\text{гр}} \cdot \text{к}_{\text{з}} \cdot \text{Т}_{\text{зм}} \cdot \text{к}_{\text{в}}}{\boldsymbol{t_p}}, \text{ т/зміну,}$$

де:

$Q_{\text{гр}}$- вантажопідємність автосамоскидів, т.;

$\text{к}_{\text{з}}$ – коефіцієнт заповнення ківша;

$\text{Т}_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.;

$\text{к}_{\text{в}}$- коефіцієнт використання часу;

t_p- тривалість рейсу автосамоскиду, хв.;

$$\boldsymbol{t_p} = \boldsymbol{t}_{\text{уст}} + \boldsymbol{t}_{\text{погр}} + \boldsymbol{t}_{\text{дв}} + \boldsymbol{t}_{\text{р}} \quad ,$$

де:

$t_{\text{уст}}$- час установки навантаження, хв.,

$t_{\text{погр}}$- час навантаження автосамоскиду, хв.,

$t_{\text{дв}}$- час руху автосамоскиду ,хв

$$t_{\text{дв}} = 60\left(\frac{L}{V_{\text{нав}}} + \frac{L}{V_{\text{пор}}}\right), \text{ хв.;}$$

де:

$V_{\text{нав}}, V_{\text{пор}}$- швидкість руху навантаженого та порожнього автосамоскиду, км/год.

Результати розрахунків показані в таблиці 1.11

Таблиця 1.11 - Розрахункові дані продуктивності автосамоскидів

№ п.п.	Найменування маршруту	Довжина маршруту по напрямках, м		Загальна довжина маршруту, м	Трива-лість рейсу, хв	Продуктив-ність в зміну, м3 / т
		Наванта-жений	Порож-ній			
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
1	Забій ДСЦ № 1	2900	2900	5800	24,4	420 / 1074
4	Забій ДСЦ № 2	2600	2970	5570	23,7	425 / 1105

Для забезпечення обсягу перевезення корисних копалин потрібно на лінії автосамоскидів:

$$N = \frac{Q_{год.карьера} \times k_{рез.}}{Q_{см.маш} \times n_{смме} \times N_{раб}} = \frac{980000 \times 1{,}25}{420 \times 2 \times 254} = 6 \text{ шт.}$$

Додатково приймаємо один автосамоскид для перевезення розкривних порід.

1.4 Постановка задач досліджень

Особливо важливе значення питання сейсмобезпеки стоїть перед численними кар'єрами скельних нерудних корисних копалин, які як правило, розміщуються в густонаселених районах, а також ведуть видобуток із застосуванням буровибухових робіт в умовах зменшеної санітарно-захисної зони, яка на сьогоднішній день, для зазначених кар'єрів, згідно державним санітарним правилам становить 1500 м [13].

Дослідження та моніторинг сейсмічних коливань дозволить визначити фактичні і встановити допустимі коливання ґрунту в основі фундаментів житлових будинків і споруд м. Запоріжжя. Результати досліджень дозволять розробити оптимальні параметри буровибухових робіт і антисейсмічні заходи для збереження будівель і споруд, в умовах зменшеної санітарно-захисної зони.

Тому, для вдосконаленні методу оцінки вібрації викликаної короткоуповільненим підриванням свердловинних зарядів, заснованого на визначенні максимальної маси вибухової речовини в групі уповільнення для розрахунку схем комутації блоків в кар’єрі ПРАТ «ЗКУ», які забезпечать допустимі значення швидкості коливань ґрунту для будівель і споруд м. Запоріжжя поставлені та вирішуються наступні задачі.

Задачі досліджень:

1 Зробити аналіз досліджень захисту будівель та споруд від вібрації викликаної вибуховими роботами та обґрунтувати методику моніторингу вібрації ґрунту біля будівель та споруд при проведенні масових вибухів в кар’єрі.

2 Встановити допустимі норми вібрації для будівель та споруд м. Запоріжжя, які знаходяться в межах санітарно-захисної зони кар’єру ПРАТ «ЗКУ»;

3 Вдосконалити методику моніторингу показників вібрації ґрунту викликаної вибуховими роботами;

4 Встановити залежність зміни сейсмобезпечної маси вибухових речовин в групі уповільнення з віддаленням від житлової забудови м. Запоріжжя при проведенні масових вибухів в умовах кар’єру ПРАТ «ЗКУ».

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СЕЙСМІЧНИХ КОЛИВАНЬ ГРУНТУ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ МАСИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН ДЛЯ КАР'ЄРУ ПРАТ «ЗКУ»

2.1 Встановлення допустимих норм вібрації для будівель та споруд м. Запоріжжя

Допустимі норми вібрації для будівель та споруд, а саме:

- допустимі норми швидкості сейсмічних коливань встановлюються відповідно до ДСТУ 4704:2008 «Проведення промислових вибухів. Норми сейсмічної безпеки». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2009.– 11 с.

- допустимі норми тиску на фронті ударної повітряної хвилі встановлюються відповідно до ДСТУ 7117:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення тиску на фронті ударної повітряної хвилі та границі безпечної зони». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 9 с.

Дослідження впливу вібрації на будівлі та споруди виконуються відповідно до ДСТУ 7116:2009 та ДСТУ 7117:2009. Висновки надаються на підставі ДСТУ4704:2008, ДСТУ 7117:2009, ДБН В.1.1-12:2014, ДСП 173-96.

Допустимі норми швидкість сейсмічних коливань.

Згідно з пунктом 6.1 ДСТУ 4704: 2008 «Проведення промислових вибухів. Норми сейсмічної безпеки» допустимі норми швидкості сейсмічних коливань для житлових будинків та споруд, які найбільш наближені до кар'єру ПРАТ «ЗКУ», а саме будівлі та споруди, які підлягають збереженню відносяться до IV класу та 4 категорії будівель та споруд. Конструктивні особливості і стан цих будинків відповідає вимогам – глинобитні, цегляні і великоблокові будівлі житлового призначення (в тому числі будівлі, які мають термін експлуатації більше ніж 50 років, але придатні до експлуатації) і мають ознаки деформацій у вигляді тріщин в несучих стінах та фундаментах.

Відповідно до шкали інтенсивності сейсмічних коливань під час вибухів (таблиця 1 та пункту 6.2) ДСТУ4704:2008 [1] допустима швидкість сейсмічних коливань ґрунту для таких будівель при частоті нижче 20 Гц складає 0,4 см/с, що відповідає II балам за шкалою MSK-64. Такі коливання відчувають деякі люди або

ті, кому відомо про проведення вибуху та не становлять загрози житловим будівлям, що знаходяться в задовільному стані.

Відповідно до пункту 6.3 та 6.4 ДСТУ 4704:2008 [1] допустима швидкість сейсмічних коливань ґрунту для вищезазначених будівель при частоті вище 20 Гц становить 1,0 см/с, що відповідає IV балам за шкалою MSK-64. Високочастотні коливання 20÷100 Гц при незначній тривалості пікових значень швидкості сейсмічних коливань не призведуть до пошкоджень, оскільки не співпадають з власними коливаннями будівель та споруд і не викликають резонансного явища.

Недопустимими, відповідно до пункту 5 та 6 ДСТУ4704:2008 [1] є сейсмічні коливання зі швидкістю понад 1,5 см/с особливо при частоті менше 20 Гц, які становить більше V балів за шкалою MSK-64. Такі коливання вже відчувають багато людей, спричиняють деренчання скла, опадання побілки та пошкодження старих і ветхих будівель.

Допустимі норми тиску на фронті ударної повітряної хвилі.

Відповідно до пункту 5.1 ДСТУ 1717:2009 [3] допустимий надлишковий тиск на фронті ударної повітряної хвилі на людину не повинен перевищувати 10 кПа (10000 Па). Відповідно до пункту 5.2 ДСТУ 1717:2009 вплив ударної повітряної хвилі на будівлі, споруди і деякі механізми починається при надлишковому тиску понад 0,2 - 0,25 кПа (200 - 250 Па), при такому тиску відбувається деренчання незакріпленого скла, а руйнування незакріпленого або неякісно закріпленого скла починається при надлишковому тиску 0,25 – 0,5 кПа (250 – 500 Па).

Таблиця 2.1 Вплив ударної повітряної хвилі на будівлі, споруди і деякі механізми [3]

Вплив ударної повітряної хвилі	Тиск, кПа
Деренчання незакріпленого скла	0,20 – 0,25
Руйнування неякісно закріпленого скла	0,25 – 0,50
Руйнування якісно закріпленого скла	1,0 – 3,0
Розтріскування штукатурки	3,0 – 5,0
Руйнування віконний рам	7,0
Руйнування легкого стінового заповнювача	14,0
Пошкодження контрольно-вимірювальної апаратури	10,0 – 20,0
Руйнування бетонних та шлакобетонних стін завтовшки від 20 см до 30 см	14,0 – 21,0
Руйнування стін з цегли завтовшки від 20 см до 30 см	50,0 – 55,0

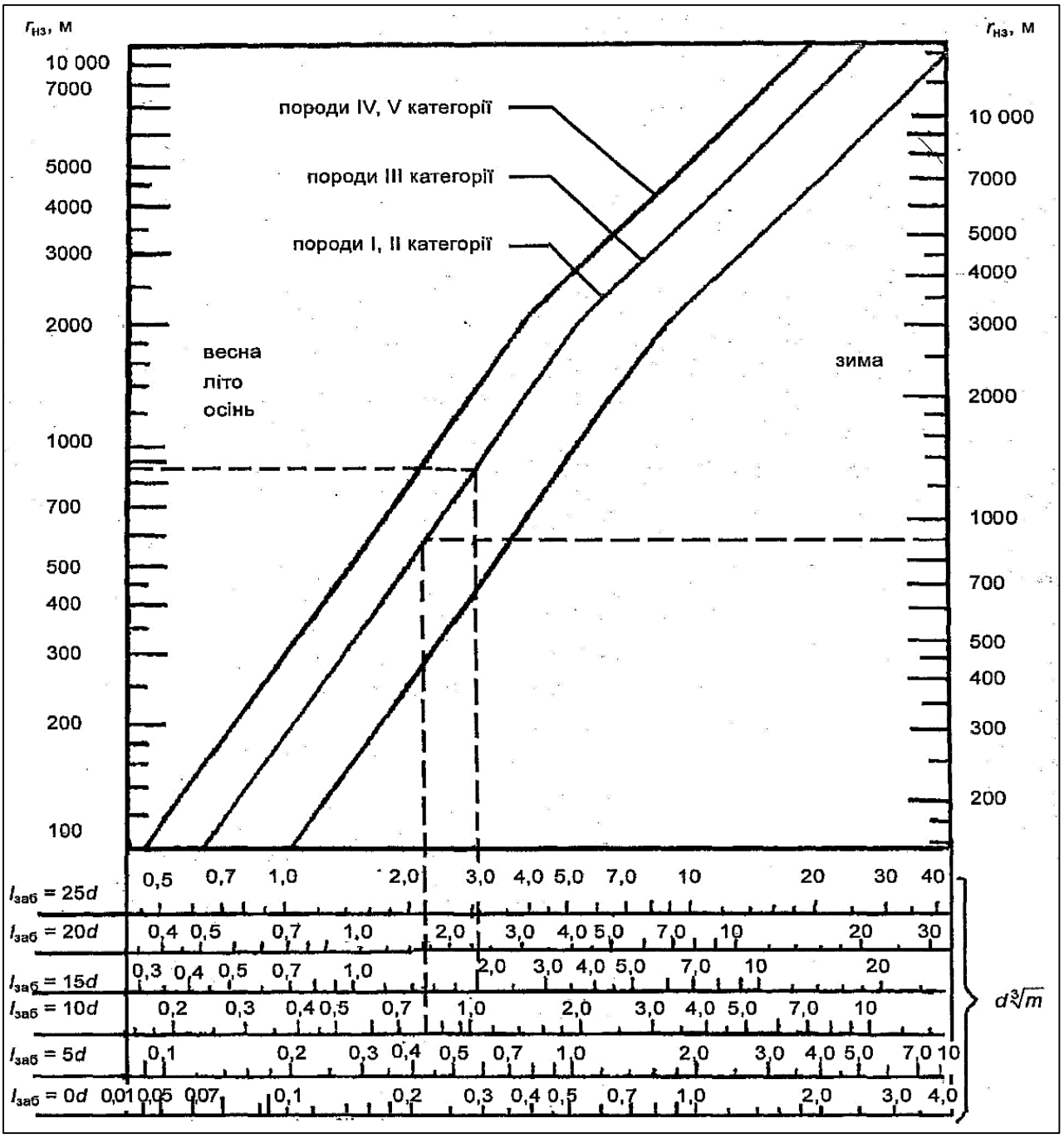


Рис. 2.1 - Номограма для визначення радіусу небезпечної зони за дією ударних повітряних хвиль для свердловинних зарядів більше ніж 12 діаметрів

2.2 Вдосконалення методика визначення сейсмобезпечної маси вибухових речовин в групі уповільнення

Для моніторингу вібрації (швидкість сейсмічних коливань ґрунту і тиск на фронті ударної повітряної хвилі) використовується сейсмостанція ZET 048-E з трьохкомпонентним акселерометром BC 1313 і ноутбуком з програмним забезпеченням ZETLab Seismo та цифровий сейсмограф BlastMate III з мікрофоном, трьохосьовими геофонами і ноутбуком з програмним забезпеченням BlastWare (рис. 2.2).

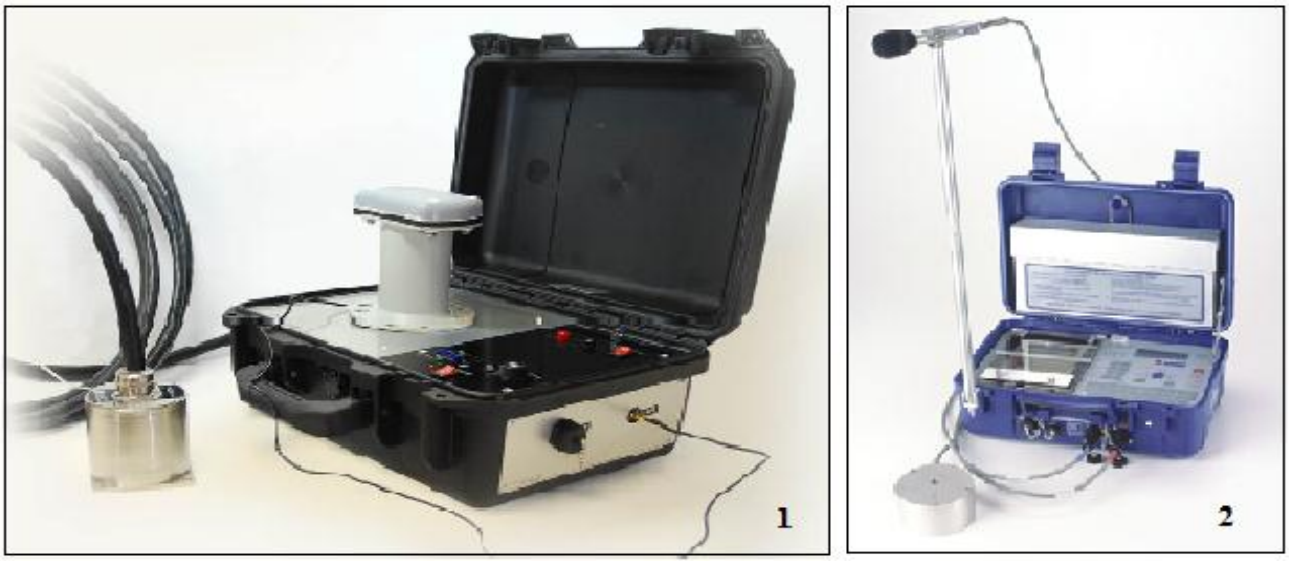


Рис. 2.2 - Обладнання для реєстрації сейсмоколивань ґрунту та тиску на фронті ударної повітряної хвилі: 1 - сейсмостанція ZET 048-E; 2 – сейсмограф BlastMate III

Моніторинг вібрації проводяться біля фундаменту будівлі в різних напрямках від місця вибуху. Вибухи проводяться з різною масою свердловинних зарядів. Для вивчення сейсмічних властивостей гірського масиву проводиться не тільки вимірювання швидкості сейсмічних коливань, але й частотні характеристики коливального процесу системи «джерело вибуху – гірський масив – об'єкт». За результатами вимірювань визначається швидкість зміщення ґрунту в основі будівель. На основі залежності швидкості зміщення ґрунту від маси заряду вибухових речовин і відстані до об'єкту визначається фактичний коефіцієнт K, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних вибухових хвиль зі всіх сторін кар'єру, де є об'єкти, що підлягають збереженню. Після встановлення цього коефіцієнту визначається сейсмобезпечна маса вибухових речовин в найбільшій групі уповільнення (рис. 2.3-2.4) для напрямків в сторону об'єктів, що охороняються.

Швидкість коливань ґрунту від вибуху одноразового зосередженого заряду вибухових речовин (V), в сантиметрах за секунду, обчислюється за формулою:

$$V = K\left(\frac{Q^{1/3}}{r}\right)^{1.5}$$

де K – коефіцієнт, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних вибухових хвиль;

Q – масса одноразового зосередженого заряду ВР, кг;

r – відстань від заряду до пункту спостереження, м;

1,5 – коефіцієнт затухання інтенсивності сейсмічних коливань.

Коефіцієнт K , який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних вибухових хвиль обчислюється відповідно до пункту 8,2 та 8,9 ДСТУ 4704:2008 та має враховувати: особливості ґрунту, що підлягає висадженню, особливості ґрунту під фундаментом будівлі, сезонність робіт, орієнтацію об'єкта відносно блока, що підлягає висадженню, ступінь свободи масиву, діаметр заряду, кількість груп зарядів. Зважаючи на складність та достовірність визначення коефіцієнт K його визначення проводиться на основі експериментальних вибухів при інструментальному вимірюванні швидкості сейсмічних коливань ґрунту в основі фундаментів будівель та споруд для конкретних умов підривання за формулою (7.2).

$$K = V_{\text{ф}} \left(\frac{r}{Q^{1/3}} \right)^{1.5}$$

де $V_{\text{ф}}$ - фактична швидкість коливань ґрунту від вибуху одноразового зосередженого заряду ВР, біля фундаменту об'єкта, що охороняється.

Сейсмобезпечна відстань від блоку до об'єкта (r_{c}) визначається за формулою:

$$r_c = \left(\frac{K}{V_{\text{доп}}} \right)^{2/3} \cdot Q^{1/3}$$

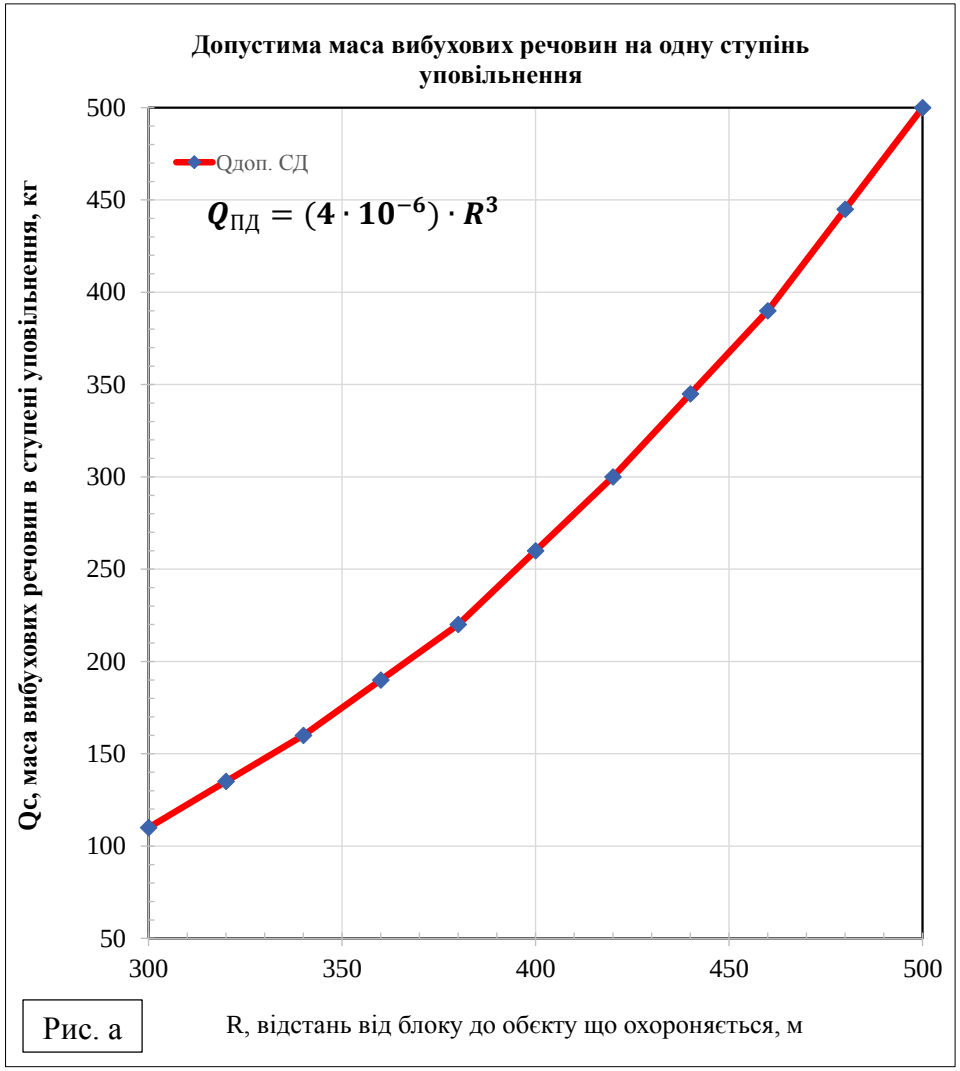
де $V_{\text{доп}}$ - допустима швидкість коливань ґрунту від вибуху одноразового зосередженого заряду ВР, біля фундаменту об'єкта, що охороняється.

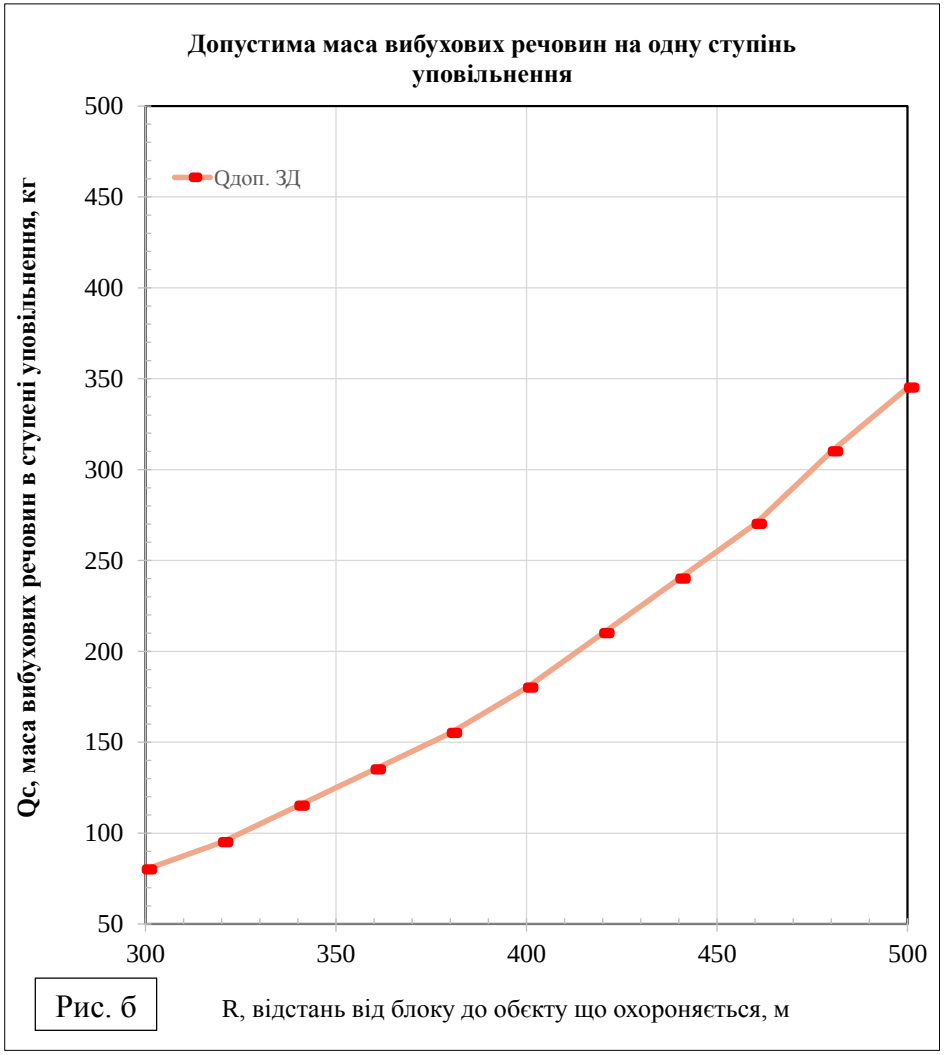
Сейсмобезпечна маса зосередженого заряду ВР в залежності від віддалення (r) від об'єкта (Q_{c}) визначаються за формулою:

$$Q_c = \left(\frac{V_{\text{доп}}}{K} \right)^2 \cdot r^3$$

Сейсмобезпечна маса групи зарядів розраховується в залежності від умов підривання та відстані до об'єкту, що охороняється.

Величина сейсмобезпечної маси зарядів коригується на кожний вибух на основі результатів моніторингу сейсмічних коливань.





R, м	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
Qc, кг	110	135	160	190	220	260	300	345	390	445	500

R, м	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
Qc, кг	80	95	115	135	155	180	210	240	270	310	345

Рис. 2.3 - Максимально допустима маса вибухових речовин в найбільшій ступені уповільнення з віддаленням від об’єктів, що охороняються, на Південній (а) та Північній (б) ділянці кар’єру ПРАТ «ЗКУ»

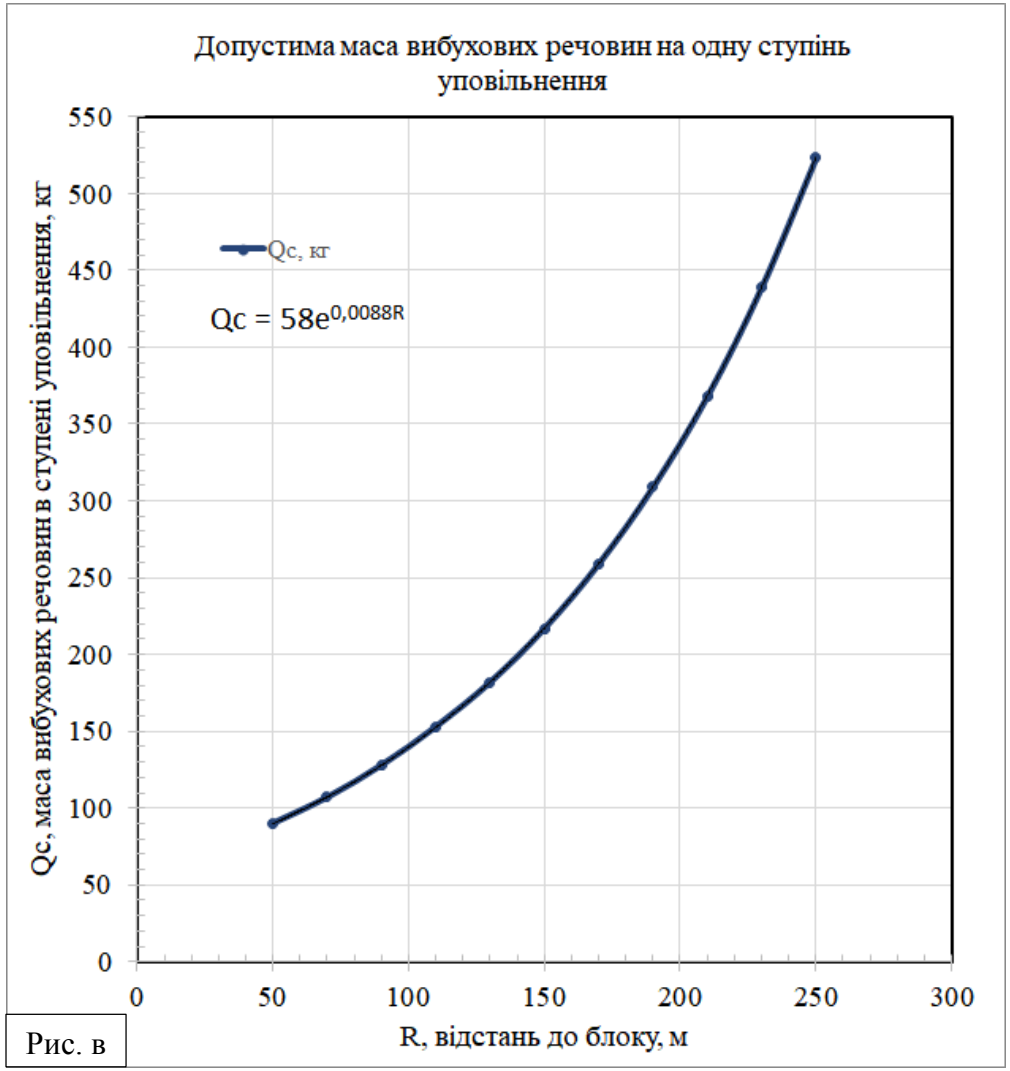


Рис. в

R, м	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250
Qc, кг	90	107	128	153	182	217	259	309	368	439	523

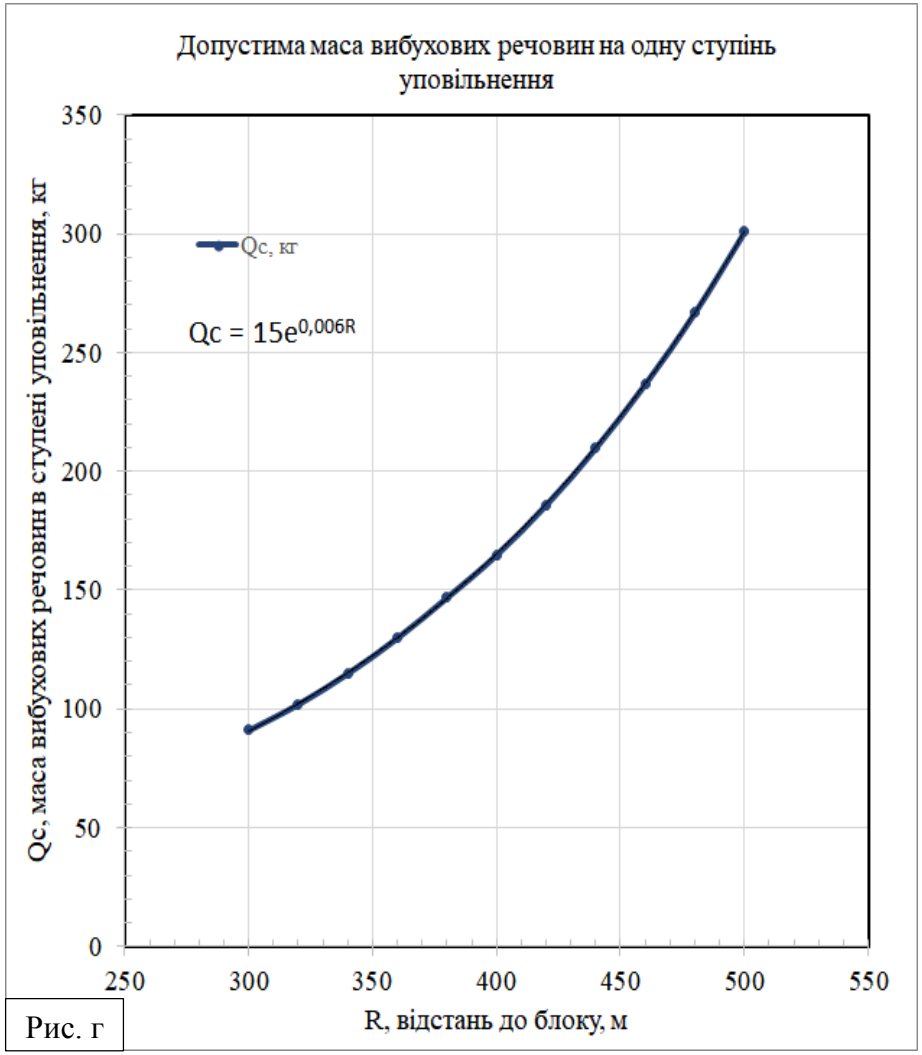


Рис. г

R, м	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500
Qc, кг	91	102	115	130	147	165	186	210	237	267	301

Рис. 2.4 - Максимально допустима маса вибухових речовин в найбільшій ступені уповільнення з віддаленням від об’єктів, що охороняються, на Східній (Рис. в) та Західній (Рис. г) ділянці кар’єру ПРАТ «ЗКУ»

2.3 Обґрунтування раціональних параметрів буровибухових робіт при проведенні масових вибухів на кар'єрі ПРАТ «ЗКУ»

Результати обробки отриманих даних інструментальної реєстрації сейсмічних коливань, а саме швидкості та частоти коливань і закономірність розповсюдження сейсмічних коливань при проведенні вибухових робіт на кар'єрі ПРАТ «ЗКУ», та наявність неелектричної системи ініціювання свердловинних зарядів при виконанні вибухових робіт надають можливість рекомендувати сейсмобезпечні умови виконання вибухових робіт, які полягають в наступному:

1 Ініціювання свердловинних зарядів слід виконувати з застосуванням електродетонаторів короткоуповільненої дії або неелектричних систем ініціювання.

2 Конструкції свердловинних зарядів мають забезпечувати напрямок їх детонації тільки з боку донної частини свердловини до верху, або зустрічне ініціювання, але першим має підриватися нижній проміжний детонатор. Для цього основний проміжний детонатор має розташовуватися лише в донній частині заряду, дублюючий проміжний детонатор повинен розміщуватись посередині свердловини або в донній частині на незначній відстані від основного.

3 Комутацію свердловинних зарядів слід здійснювати таким чином щоб кожний свердловинний заряд підривався окремо, з часом не менше 40 мс. Застосовувати схеми короткоуповільненого підривання з таким розрахунком, щоб відбійка гірської маси відбувалася в напрямку на житлові будівлі та споруди, а розвиток детонації груп свердловинних зарядів у протилежному напрямку.

4 Заряди в групах уповільнення необхідно передбачати якомога меншими. Максимально можливі їх величини, залежно від наближення до житлових будівель та споруд розраховуються за формулами:

$\boldsymbol{Q_1 = (4 \cdot 10^{-6}) \cdot R^3}$ – для Південної ділянки;

$\boldsymbol{Q_2 = (4 \cdot 10^{-6}) \cdot R^{2,94}}$ – для Північної ділянки;

$\boldsymbol{Qc = 58e^{0.0088R}}$ – для Східної ділянки;

$\boldsymbol{Q_З = 58e^{0.006R}}$ – для Західної ділянки;

де R – відстань від блоку до об'єкту що підлягає збереженню

5 Максимальна маса вибухових речовин в одній групі уповільнення не повинна перевищувати значень, які приведені на рис. 2.3-2.4.

6 На верхніх горизонтах, при наближенні до будівель та споруд, в 500 м зоні застосовувати не більше трьох рядів свердловинних зарядів.

7 В зоні від 300 до 500 м рекомендується застосовувати свердловини діаметром 110 - 150 мм, збільшення діаметра свердловин до 225 мм можливе при постійному моніторингу сейсмічних коливань ґрунту з наданням оперативних висновків та рекомендацій.

8 Не допускати підвищеного навантаження на гірничий масив від свердловинних зарядів що мають збільшену фактичну лінію опору. Також не слід допускати наднормативної глибини перебуру понад 1,5 м для свердловинних зарядів діаметром 110 мм, 1,0 м для свердловинних зарядів діаметром 155 мм та 0,5 м для свердловинних зарядів діаметром 225 мм, оскільки це генерує підвищений сейсмічний ефект вибуху. Нижня частина уступу має бути повністю звільнена від гірничої маси. Категорично забороняється виконувати підривання блоку на підпірну стінку, або завищену підошву уступу в зоні 300-500 м.

9 З метою дотримання рівномірного навантаження на скельний масив при відхиленні фактичних параметрів сітки свердловин від її проектних значень слід обов’язково коригувати та контролювати масу зарядів в цих свердловинах.

10 В разі перевищення допустимої маси зарядів в групі уповільнення одним свердловинним зарядом, останній необхідно розосередити інертним або іншим проміжком на окремі частини з масою не більше максимально допустимої, ініціювання окремих частин зарядів проводити послідовно, починаючи з нижнього, з інтервалом 15÷20 мс.

11 Для зменшення вірогідності підвищеного розлітання окремих шматків гірської маси та дії ударно-повітряної хвилі, які на рівні з сейсмобезпекою також справляють досить великий ризик пошкодження будівель та споруд слід контролювати дотримання проектної величини набійки, враховуючи при цьому стан масиву в районі гирла свердловини.

2.4 Економічна оцінка ефективність прийнятих технологічних рішень

Економічний ефект від застосування сейсмобезпечної технології виробництва буровибухових робіт на кар'єрі ПРАТ «ЗКУ» загалом складається з наступних видів економії коштів:

1. Економія з технологічного циклу - E_1 ;

2. Економія від зниження витрат на поточний ремонт будівель, що потрапляють до зони сейсмічної дії – E_2;

3. Економія від запобігання вимушеному перенесенню будівель, споруд на нове місце у зв'язку з неможливістю їх експлуатації за існуючої технології підривання – E_3;

4. Економія від відпрацювання частини запасів корисної копалини, раніше закритої за умовами сейсмобезпеки - E_4.

Економія засобів за технологічним циклом E_1 пов'язана з поліпшенням техніко-економічних показників гірничодобувних робіт і досягається за рахунок скорочення простоїв гірничого обладнання через зменшення кількості масових вибухів, поліпшення якості дроблення під час підривання великих обсягів гірничої маси та збільшення продуктивності кар'єрного обладнання при виїмці великих обсягів гірничої маси за рахунок ритмічної роботи всіх ланок технологічного ланцюга

$$E_1 = \left(\frac{C}{A_1} - \frac{C}{A_2}\right) A_2, \text{ грн/рік}$$

$$E_1 = \left(\frac{C}{A_1} - \frac{C}{A_2}\right) A_2, \text{ грн/рік}$$

$$E_1 = \left(\frac{10}{980000} - \frac{10}{1055264}\right) 1055264 = 0{,}768, \text{ млн. грн/рік}$$

де С – умовно-постійні витрати виробництва, грн/рік (10 млн. грн/рік);

A_1 - річний обсяг виробництва, виконаний у базисному році, м^3 (980000 м^3);

$A_2=A_1+\Delta A_{заг}$ – річний обсяг виробництва, виконаний у розрахунковому році за рахунок приросту $\Delta Аз_{аг}$, отриманого внаслідок впровадження сейсмобезпечної технології підривання (зменшено кількість масових вибухів з 36 до 12, що дало змогу збільшити кількість робочих змін на 24)

$$\Delta A_{общ} = \Delta A_1 + \Delta A_2 + \Delta A_3, \text{ , м}^3\text{/рік}$$

$$\Delta A_{общ} = 47040 + 4704 + 23520 = 75264, \text{ м}^3\text{/рік}$$

$$A_2=980000+75264=1055264 \text{ , м}^3\text{/рік}$$

ΔA_1 – приріст обсягу виробництва за рахунок скорочення кількості простоїв обладнання на час виробництва масових вибухів, м^3/рік;

$$\Delta A_1 = \alpha t(n_1 - n_2),\ , м^3/рік$$

$$\Delta A_1 = 245 * 8 * (36 - 12) = 47040,\ , м^3/рік$$

α – годинна продуктивність кар'єрного обладнання, $м^3$/година; t – час простою устаткування 1 масовий вибух, годину; n_1,n_2 – річна кількість масових вибухів, відповідно, у базисному та розрахунковому році; ΔA_2 – приріст обсягу виробництва за рахунок підвищення ритмічності роботи кар'єрного обладнання, $м^3$/рік;

$$\Delta A_2 = A_1(К_р - 1),\ м^3/рік$$

$$\Delta A_2 = 47040(1{,}1 - 1) = 4704,\ м^3/рік$$

$К_р$ - коефіцієнт збільшення продуктивності кар'єрного обладнання за рахунок більш ритмічної роботи при збільшенні обсягу вибухових блоків у N разів

$$1{,}1 \geq К_р = 1 + 0{,}143lgN$$

ΔA_3 – приріст обсягу виробництва за рахунок скорочення виходу негабариту з прикордонних зон зі збільшенням обсягу вибухових блоків, $м^3$/рік;

$\Delta A_3 = A_1(К_н - 1)$, $м^3$/рік,

$$\Delta A_3 = 47040(1{,}5 - 1) = 23520,\ м^3/рік,$$

$$К_н = \frac{1 + 0{,}045P_1}{1 + 0{,}045P_2},$$

P_1, P_2– відповідно, вихід негабариту в базисному та розрахунковому році, %;

$К_н$- коефіцієнт збільшення продуктивності кар'єрного обладнання у зв'язку із зменшенням виходу негабариту з P_1 до P_2.

У суму економії коштів за технологічним циклом слід включити скорочення витрат на виробництво буропідривних робіт. Воно утворюється за рахунок збільшення продуктивності бурового обладнання через підвищення ритмічності при обуренні великих блоків, скорочення простоїв у його роботі, зменшення витрат на обробку зменшеної кількості негабариту при великих обсягах блоків, що вибухають.

Якщо у розрахунковому році обсяг виробництва залишився на рівні базисного року, тоді економія коштів за технологічним циклом визначається економією машиногодин роботи кар'єрного обладнання.

$$E_1 = C\frac{\Delta A_{общ}}{\alpha}, \text{ грн/рік}$$

де С – вартість машиногодини кар'єрного обладнання, грн/год.

Впровадження сейсмобезпечної технології забезпечує скорочення витрат на поточний ремонт і підтримку будівель і споруд, що охороняються. Економія від зниження витрат на поточний ремонт об'єктів, що потрапляють в зону інтенсивної сейсмічної дії, виражається часткою вартості об'єктів $С_{общ}$.

$$E_2 = К_у \cdot С_{общ}$$

Величина $К_у$ є коефіцієнт матеріальних збитків, табл. 2.2.

Таблиця 2.2. - Коефіцієнт матеріальних збитків

Швидкість зсуву, см / с	0,75–1,5	1,5–6,0	6,0–25,0
Бал	5	6	7
Коефіцієнт матеріальних збитків: для міських кварталів для проммайданчиків	 0,05 0,006	 0,15 0,08	 0,5 0,25

Зазвичай без застосування сейсмобезпечної технології промислові вибухи збуджують коливання зі швидкістю усунення 6-7 балів. Використання сейсмобезпечної технології дозволяє зменшити швидкість зміщення до 2-3 балів.

У разі, якщо через підвищений сейсмічний вплив намічено перенесення деяких об'єктів у безпечне місце, а впровадження сейсмобезпечної технології дає можливість це не робити, то економічний ефект оцінюється як запобігання матеріальним збиткам і визначається розміром запланованих витрат з перенесення цих об'єктів у безпечне місце.

При неможливості або економічної недоцільності перенесення об'єктів, що охороняються, в безпечне місце виникає необхідність припинення вибухових робіт на окремих ділянках кар'єрного поля або на всій його площі, що рівносильно частковій або повній зупинці виробничого процесу. Впровадження сейсмобезпечної технології знижує сейсмічну небезпеку вибухів і дає можливість продовжувати вибухові роботи без шкоди для будівель та споруд м Запоріжжя.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ, ПРОМСАНІТАРІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1 Заходи безпеки щодо технології гірничих робіт

Гірниче та транспортне обладнання, транспортні комунікації, мережі електропостачання та зв'язку необхідно розміщувати на робочих майданчиках уступів за межами призми обвалення.

Параметри призми обвалення уступів кар'єрів і ярусів відвалів повинні визначати геологічна та маркшейдерська служби гірничого підприємства або спеціалізована організація, яка має дозвіл (ліцензію) на виконання такого виду робіт, з урахуванням фізико-механічних властивостей порід, а також навантажень на уступи і яруси, що створюються обладнанням.

Запобіжні берми необхідно влаштовувати горизонтальними або з ухилом у бік борта кар'єру і регулярно очищати від шматків породи та сторонніх предметів. Берми, по яких систематично пересуваються працівники, необхідно огороджувати згідно з проектом.

На кар'єрах необхідно здійснювати контроль за станом їх бортів, траншей, уступів, укосів і відвалів. У разі виявлення ознак зсуву порід, роботи необхідно припинити. На кар'єрах, схильних до зсувів, необхідно здійснювати інструментальні спостереження за станом бортів кар'єру та укосів відвалів.

Пости живої охорони розставляються згідно зі схемою, вказаною в плані розвитку гірничих робіт на кар'єрі на поточний рік.

Заходи безпеки при проведенні буровибухових робіт

Під час проведення вибухових робіт необхідно керуватися «Правилами безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення» (НПАОП 0.00-1.66-13), «Технічними правилами ведення вибухових робіт на денній поверхні» (НПАОП 0.00-1.67-13). «Правилами охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» (НПАОП 0.00-1.24-10).

Ділянки з пробуреними свердловинами (оббурені блоки) обов'язково огороджуються зі всіх сторін, для запобігання можливого доступу на блок, натягнутим між опорами (стовпчиками) дротом з прапорцями або добре

виділяючими стрічками (шматками) тканини, або перекривається доступ до свердловин оббуреного блоку валом із гірничої маси.

При заряджанні і влаштуванні забійки свердловин не допускається наїзд на засоби ініціювання і гирло свердловин. Зарядна машина повинна розташовуватися на блоці таким чином, щоб її колеса знаходились не ближче 3,0 м від верхньої бровки уступу (якщо неможливо механізоване заряджання свердловин або забійки дані операції виконуються вручну, знаходження людей повинно бути поза призмою сповзання).

Не допускається прохід в заборонену зону блоку осіб, не пов'язаних з підготовкою до масового вибуху або його контролем.

Виконання технологічних операцій і робіт повинно проводитись по команді відповідального керівника масового вибуху і осіб технічного контролю.

Не допускається витрата вибухових матеріалів в кількості, перевищуючій передбаченої проектом масового вибуху.

Вибухові матеріали забороняється кидати, кантувати, та ударяти по них.

Межа небезпечної зони на місцевості повинна бути відмічена щитами з попереджувальними написами про час проведення вибухових робіт, подачу звукових сигналів і їх значення.

Заземлення бурових станків повинно бути зроблене відповідно до вказівок «Правил охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом» (НПАОП 0.00-1.24-10).

При підготовці і виконанні підривних робіт проводиться подача звукових сигналів:

а) перший сигнал - "**попереджувальний**" - один тривалий. За цим сигналом проводиться вихід людей не пов'язаних з підготовкою масового вибуху (МВ) за межі небезпечної зони вибуху.

По закінченню звучання попереджувального сигналу і по команді відповідального керівника масового вибуху проводиться комутація вибухової мережі і підготовка до приєднання бойового вузла до стартового пристрою.

б) другий сигнал - "**бойовий**" - два сигнали меншої тривалості (до 5 хв.) з інтервалом 30 сек.

Подається за командою відповідального керівника МВ після закінчення комутації вибухової мережі, висновку вибухперсоналу на місце збору за межі небезпечної зони вибуху. З початком звучання бойового сигналу проводиться монтаж бойового вузла і видалення задіяних при цьому осіб вибухперсоналу за межі небезпечної зони до місця збору вибухперсоналу. Після закінчення звучання бойового сигналу по команді відповідального керівника МВ проводиться подача ініціюючого імпульсу (вибух).

в) третій сигнал - "**відбій**" - три коротких сигналу (тривалістю по 10 сек., з інтервалом 5 сек.), які означають закінчення підривних робіт.

Відповідальність за виконання вимог техніки безпеки покладається на змінних майстрів, виконроба, начальника дільниці.

Заходи безпеки щодо обладнання та механізмів

Гірничі, транспортні та будівельно-дорожні машини, які перебувають у роботі, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.106-85 "ССБТ. Машины и механизмы, применяемые при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых. Общие гигиенические требования и методы оценки". Їх необхідно утримувати в справному стані та забезпечувати діючими сигнальними пристроями, гальмами, огородженнями доступних рухомих частин (муфт, шківів) і робочих майданчиків, протипожежними засобами. Вони повинні мати освітлення, комплект справного інструменту, необхідну контрольно-вимірювальну апаратуру, засоби захисту від ураження електричним струмом, а також справний діючий захист від перепідйому.

На випадок виходу з ладу вікон кабіни гірничих, транспортних і будівельно-дорожніх машин їх необхідно виконувати з матеріалу, передбаченого заводом-виробником машини.

Справність машин необхідно перевіряти: щозмінно - машиністом, щотижня - механіком та енергетиком дільниці, щомісячно - посадовою особою, на яку покладено ці обов'язки.

Не дозволяється працювати на несправних машинах та механізмах.

Гірничі роботи щодо прокладання траншей, розробки уступів, відсипки відвалів, проведення робіт на тимчасових та постійних складах корисних копалин

та перевантажувальних пунктах необхідно вести відповідно до розроблених на підприємстві паспортів, які визначають допустимі розміри робочих майданчиків, берм, кутів укосів, висоту уступів, відстань від гірничого та транспортного устаткування до бровок уступу або відвалу, транспортних комунікацій. Паспорти необхідно зберігати на гірничо-транспортних машинах (екскаваторах, бульдозерах, автосамоскидах тощо). Посадові особи, в обов'язки яких покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, та інші працівники повинні бути ознайомлені із зазначеними паспортами за особистим підписом.

Не дозволяється проводити гірничі роботи без затвердженого паспорта, а також з відхиленням від нього.

Заходи безпеки під час роботи одноківшевих екскаваторів

Під час переміщення екскаватора по горизонтальному шляху або на підйом його ведуча вісь повинна бути ззаду, а при спусках зі схилу - спереду. Ківш необхідно опорожнити і утримувати не вище ніж 1 м від ґрунту, а стрілу установити по ходу екскаватора.

Під час руху екскаватора на підйом або під час спусків необхідно вживати заходів, які запобігають самовільному сковзанню по нахилу.

Перегін гірничих машин необхідно здійснювати тільки за письмовим розпорядженням посадової особи, на яку покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт, та за наявності затвердженого проекту організації робіт.

Перегін екскаватора необхідно здійснювати за сигналами помічника машиніста або спеціально призначеного працівника. При цьому повинна бути постійна видимість між ним та машиністом екскаватора. Для крокуючих екскаваторів допускається передача сигналів від помічника машиніста до машиніста через третього члена бригади.

Екскаватори необхідно розташовувати на уступі кар'єру або відвалу на твердій вирівняній основі зі схилом, що не перевищує допустимий технічним паспортом екскаватора. В усіх випадках відстань між бортом уступу, відвалу або транспортними посудинами і контрвантажем екскаватора повинна бути не менше

ніж 1 м. Під час роботи екскаватора з місткістю ковша менше ніж 5 м3 його кабіна повинна бути розташована з боку, протилежного від уступу.

На екскаваторах необхідно мати паспорти завантаження автосамоскидів.

Заходи безпеки при роботі на автомобільному і транспорті

Земляне полотно для шляхів необхідно будувати з міцних ґрунтів. Не можна застосовувати для насипів торф, дерен і рослинні залишки.

На узбіччі технологічних автодоріг і тимчасових з'їздів у кар'єрі з боку відпрацьованого простору необхідно споруджувати захисний вал з ґрунту, що огороджує призму обвалення.

У зимовий період автошляхи необхідно систематично очищати від снігу та льоду, посипати піском, шлаком, дрібним щебенем або обробляти спеціальними розчинами.

Швидкість і порядок руху автомобілів, автомобільних і тракторних поїздів на шляхах кар'єру встановлюється керівництвом кар’єру з урахуванням дорожніх умов. Рух на технологічних шляхах необхідно регулювати відповідними знаками.

На технологічних автомобільних шляхах не можна проводити обгін автомашин під час їх руху. В окремих випадках, у разі застосування автомобілів з різною технічною швидкістю руху, допускається обгін автомобілів за умов забезпечення безпеки руху.

Під час навантаження автомобілів екскаваторами необхідно дотримуватись таких умов:

- використовувати автомобілі з вантажопідйомністю, яка відповідає технічним характеристикам екскаваторів, що здійснюють їх навантаження;

- автомобілі, що чекають на навантаження, необхідно розміщувати за межами радіуса дії екскаваторного ковша і ставити їх під навантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора. Відстань між транспортними засобами, що чекають на навантаження, повинна бути не менше ніж 5 м;

- автомобіль, що перебуває під навантаженням, повинен бути загальмований;

- навантаження в кузов автомобіля (поїзда) необхідно здійснювати тільки збоку або ззаду. Перенесення екскаваторного ковша над кабіною автомобіля або трактора не дозволяється;

- завантаженим автомобілем дозволяється рухатись до пункту розвантаження тільки після відповідного сигналу машиніста екскаватора.

Кабіну кар'єрного автосамоскида необхідно перекривати спеціальним захисним козирком, що забезпечує безпеку водія під час навантаження. За відсутності захисного козирка водій автомобіля зобов'язаний вийти під час навантаження з кабіни і перебувати за межами радіуса дії ковша екскаватора.

В усіх випадках під час руху автомобіля заднім ходом необхідно безперервно подавати звуковий сигнал, а в разі руху заднім ходом автомобіля вантажопідйомністю 10 т і більше звуковий сигнал повинен включатися автоматично.

3.2 Провітрювання кар'єру та охорона навколишнього середовища

Оскільки глибина кар’єру не перевищує 150 м, його провітрювання проводиться природнім шляхом. Наявність пиловентиляційної служби на підприємстві не потрібна.

З метою покращення стану повітря передбачені наступні заходи:

1. Проведення на робочих місцях кар'єру відбору проб повітря для їх аналізу на вміст шкідливих газів.

2. Використання засобів придушення пилу, нейтралізації або уловлення шкідливих газів і агресивної води безпосередньо в місцях їх виділення.

3. Проведення систематичного зрошення підірваної гірничої маси водою або пило-, газопридушуючим розчином для зменшення пилоутворення під час екскавації гірничої маси в теплу пору року.

4. Проведення періодичного зволоження поверхні кар'єрних автодоріг для зменшення пилоутворення.

5. Ізоляція місць утворення пилу від навколишньої атмосфери на дробильно-сортувальних установках, а також на ділянках перевантаження гірничої маси з конвеєра на конвеєр за допомогою кожухів і укриттів з відсмоктуванням запиленого повітря з-під них і його наступною очисткою.

6. Проведення систематичного контролю за вмістом шкідливих речовин у вихлопних газах машин і механізмів з двигунами внутрішнього згорання.

7. Допуск працівників і технічного персоналу в кар'єр після проведення масових вибухів дозволяється тільки після перевірки гірничорятувальниками вмісту шкідливих газів та зниження їх вмісту в атмосфері до санітарних норм, але не раніше ніж через 30 хв після вибуху, розсіювання пилової хмари до повного відновлення видимості та огляду місць роботи посадовою особою, в обов'язки якої покладено здійснення контролю за безпечним виконанням робіт.

Для контролю за станом повітря на кар’єрі кожного кварталу проводиться відбір проб для аналізу повітря на вміст у ньому шкідливих газів та пилу у відповідності з „Інструкцією по визначенню запиленості та загазованості повітря кар’єрів згідно з вимогами ГОСТ 12.1.005 12.1.007.

Для контролю за станом вихлопних газів, які виділяються при роботі кар’єрних машин з двигунами внутрішнього згоряння, кожного місяця проводиться забір проб газу та їх аналіз, а також регулювання двигунів з метою зниження виділення шкідливих газів. Для зменшення забруднення атмосферного повітря шкідливими газами, які виділяються при роботі машин та механізмів з двигунами внутрішнього згоряння, передбачено установку на вітчизняних машинах і механізмах нейтралізаторів вихідних газів. Застосування нейтралізаторів зменшує вміст шкідливих компонентів у відпрацьованих газах до нормативних меж. Усі закордонні машини та механізми обладнані спеціальними установками для пиловловлення та газоочищення.

Для запобігання пилоутворення на кар’єрі та на кар’єрних автодорогах передбачено в літній час зволоження кар’єрних та під’їзних доріг та вибоїв.

Обмін повітря в кар’єрі між виїмкою та атмосферою, враховуючи його невелику глибину, природний.

При проведенні вказаних заходів концентрація шкідливих речовин і газів у повітрі на межі санітарної зони та на робочих місцях не перевищить допустимі значення, обумовлені вимогами ГОСТ 12.1.007 та ГОСТ 12.1.005 „Повітря робочої зони” та „Правилами безпеки ...”. Цими вимогами встановлено, що повітря робочої зони повинно містити по об’єму 20% кисню і не більше 0,5% вуглекислого газу, а вміст шкідливих газів та речовин повинен знаходитися у зазначених межах:

- окисли азоту – не більше 0,0001 % або 5 мг/м³;

- окис вуглецю – не більше 0,0017 % або 20 мг/м³;

- сірчистий газ – не більше 0,00086 % або 10 мг/м³;

- вуглеводень – не більше 0,00009 % або 0,2 мг/м³ .

Вміст пилу та шкідливих домішок у повітрі робочої зони кар'єру не повинен перевищувати нормативних значень, передбачених санітарними нормами і „Правилами безпеки при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом". Вміст пилу в повітрі на робочих місцях не повинен перевищувати 6 мг/м³ на розкривних уступах.

Один раз на місяць і після злив проводиться аналіз кар'єрної води на вміст у ній розчинних часток (речовин) та мінеральних часток, вміст яких не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій (ГДК).

Контроль за виконанням рекультиваційних робіт здійснюється Земельним управлінням району, а також органами Держнагляду.

Контроль за якістю води, яка використовуються на господарські й питні потреби, повинен регулярно проводитись місцевими органами санітарного нагляду. Періодичність перевірки визначається при експлуатації кар'єру за місцевими умовами.

При розробці кар'єру не виділяються токсичні речовини, які могли б негативно діяти на землі, розташовані навколо кар'єру.

При експлуатації кар'єру для виключення забруднень поверхні уступів, відвалів, складів, автодоріг ПММ і іншими нафтовміщуючими матеріалами їх зберігання передбачається тільки в ємкостях, що щільно закриваються, відповідно до інструкцій які розробляються на підприємстві.

Передбачається недопущення зливу відпрацьованих масел, нафтопродуктів і ін. матеріалів, що забруднюють поверхню рідин на майданчику кар'єру, автодорогах, складах. Вони збираються тільки в спеціальну тару і утилізуються.

Поточний ремонт екскаватора, бульдозера і автосамоскидів передбачається виконувати тільки на спеціальних майданчиках, обладнаних знезаражувальними засобами, ємкостями для збору відпрацьованих нафтопродуктів, відповідно до розроблених для цих цілей на підприємстві вимог. Миття механізмів передбачається проводити тільки в спеціально відведених місцях.

Ліквідація всіх аварій на екскаваторі, бульдозері і ін. механізмах і об’єктах кар’єру повинна виконуватися за планом, який розробляється відповідно до загального виробничого плану ліквідації аварій.

Важливим заходом охорони навколишнього середовища є рекультивація порушених земель, яка в даному проекті виконується паралельно з іншими процесами відкритих гірничих робіт. Тут необхідно також дотримувати вимоги, які полягають в оцінці приживаності певного виду дерев, чагарників і трав’янистих рослин на рекультивованих землях. Якщо якісь види цих дерев і рослин не приживаються їх слід замінити на інші, стійкіші до таких грунтів і умов зростання.

ВИСНОВКИ

1 Проведено аналіз досліджень захисту будівель та споруд від вібрації викликаної вибуховими роботами. Це дозволило встановити, що зниження сейсмоефекту є наслідком перерозподілу вибухової енергії на корисну форму роботи. Одна з причин такого перерозподілу є підвищення часу вибухового навантаження скельного масиву з одночасним зниженням початкового імпульсу вибуху в свердловині, в результаті чого створюються умови досягнення критичного стану стійкості гірських порід при більш низьких навантаженнях.

2 Зроблено аналіз методики моніторингу показників вібрації ґрунту викликаної вибуховими роботами та визначення сейсмобезпечних параметрів вибухових робіт на кар'єрах. Аналіз показав, що методика визначення сейсмобезпечних параметрів буровибухових робіт і безпечних відстаней не дає об'єктивної картини. Складна структура масиву, який підривається, особливості гірських порід на шляху поширення сейсмічних хвиль, конструкція свердловинних зарядів і спосіб їх ініціювання і т.п. може кардинально змінити інтенсивність коливань, що призводить до заниження обсягів масових вибухів, а в деяких випадках ставиться питання навіть про закриття гірничодобувних підприємств.

3 Встановлено, що деформації і динамічні напруження, що діють на будівлю, прямо пропорційні швидкості коливань сейсмічної хвилі і обернено пропорційні частоті власних коливань будівель. Звідси випливає, що оцінку сейсмостійкості будівлі необхідно проводити за допустимою швидкістю коливань частинок її ґрунтової основи, оскільки цей показник найбільш надійно корелює з енергією, яка порушує цілісність будівлі внаслідок сейсмічної дії. Це дозволило встановити допустимі норми вібрації для будівель та споруд м. Запоріжжя, які знаходяться в межах санітарно-захисної зони кар'єру ПРАТ «ЗКУ».

4 Загальними критеріями безпеки об'єктів, які підлягають збереженню під час вибухів, є допустима швидкість сейсмічних коливань ґрунту біля їх фундаменту і величина співвідношення періоду коливання ґрунту і власного періоду коливань будівлі (T/T0) також тривалість сейсмічних коливань ґрунту.

Визначення швидкості сейсмічних коливань ґрунту базується на теоретичному коефіцієнт K, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних вибухових хвиль

За результатами досліджень інтенсивності сейсмічних коливань ґрунту в основі фундаментів житлових будівель та споруд, було встановлено, що цей має дуже велику розбіжність між теоретичними і фактичними значеннями.

На основі цих досліджень вдосконалено методику моніторингу та визначення прогнозованої швидкості сейсмічних коливань ґрунту шляхом застосування експериментально отриманого коефіцієнту $\boldsymbol{K}$ по профілю розповсюдження сейсмічних хвиль;

4 Встановлено, що сейсмобезпечна маса вибухових речовин в групі уповільнення з віддаленням від житлової забудови м. Запоріжжя змінюється. На основі розрахунків встановлено залежність зменшення сейсмобезпечної маса вибухових речовин з наближенням до житлової забудови масових вибухів в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ».

$\boldsymbol{Q_1 = (4 \cdot 10^{-6}) \cdot R^3}$ – для Південної ділянки;

$\boldsymbol{Q_2 = (4 \cdot 10^{-6}) \cdot R^{2,94}}$ – для Північної ділянки;

$\boldsymbol{Qc = 58e^{0.0088R}}$ – для Східної ділянки;

$\boldsymbol{Q_З = 58e^{0.006R}}$ – для Західної ділянки;

5 Встановлено, що впровадження сейсмобезпечної технології вибухових робіт на кар'єрі ПРАТ «ЗКУ» дозволить економити кошти за рахунок скорочення простоїв гірничого обладнання через зменшення кількості масових вибухів (з 36 до 12 масових вибухів на рік), поліпшення якості дроблення під час підривання великих обсягів гірничої маси та збільшення продуктивності кар'єрного обладнання при виїмці великих обсягів гірничої маси за рахунок ритмічної роботи всіх ланок технологічного ланцюга.

У суму економії коштів також можна включити скорочення витрат на поточний ремонт і підтримку будівель і споруд, що охороняються, які оцінюються, як економічний ефект від запобігання матеріальним збиткам.

Крім того збільшення продуктивності бурового обладнання за рахунок підвищення ритмічності при обуренні великих блоків, скорочення простоїв у його роботі, зменшення витрат на обробку зменшеної кількості негабариту при великих обсягах блоків також надасть можливість економити кошти.

Річна економія коштів тільки за рахунок скорочення кількості масових вибухів складе близько 0,8 млн грн/рік.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 4704:2008 «Проведення промислових вибухів. Норми сейсмічної безпеки». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2009.– 11 с..

2. ДСТУ 7116:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення фактичної сейсмічної стійкості будинків і споруд». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 6 с.

3. ДСТУ 7117:2009 «Вибухи промислові. Методи визначення тиску на фронті ударної повітряної хвилі та границі безпечної зони». – Київ.: Держспоживстандарт України, 2010.– 9 с.

4. ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» – Київ.: Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. – 110 с.

5. ДСТУ Б В.1.1-28:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Шкала сейсмічної інтенсивності». – Київ.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 79 с.

6. ДСП 173-96. «Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів» Міністерство охорони здоров'я України, 1996 р. Наказ № 173 від 19.06.96 р. м. Київ.

7. Моніторинг сейсмічних коливань ґрунту та розробка антисейсмічних заходів при проведенні масових вибухів на гранітних кар’єрах України. Стрілець О.П. Украинский союз инженеров взрывников, Информационный бюллетень 2 (27), 2015 г. с. 22-25.

8. НПАОП 0.00-1.66-13 «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення».

9. НПАОП 0.00-5.41-14 «Інструкція з безпечної організації та проведення масових вибухів свердловинних зарядів на відкритих гірничих роботах».

10. Нормы технологического проектирования предприятий промышленности нерудных строительных материалов. Л., 1977. 366 с.

11. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий нерудных строительных материалов. ОНТП 18-85. Л.: Министерство промышленности строительных материалов СССР, 1988.

12. Норми технологічного проектування гірничодобувних підприємств із відкритим способом розробки родовищ корисних копалин. СОУ-Н МПП 73.020-078-1:2007. К.: Міністерство промислової політики України, 2007.

13. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам.

14. Новожилов М.Г. Технология открытой разработки, т. 1, 2. М.,1971.

15. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах / Л.М. Бреховских – М. : Наука, 1978. – 343 с.

16. Бойко В.В. О критериях сейсмической опасности промышленных взрывов / В.В. Бойко, А.А. Кузьменко, Т.В. Хлевнюк // Вісник Національного технічного університету України "КПІ". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – 2005 – № 12. – С. 45–52.

17. Кугель М. Розробка методів прогнозування і попередження зсувів в укосах на підроблюваних територіях: автореф. дис.на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.15.09 – "Механіка ґрунтів та гірських порід" / Кугель М. – К., 2002. – 20 с.

18. Ржевский В.В. Открытые горные работы, ч. 1, 2. М.: Недра, 1985.

19. Ржевский В. В. Открытые горные работы. Часть I. Производственные процессы: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985. 509 с.

20. Научные основы рационального природопользования при открытой разработке месторождений. Г.Г.Пивняк, И.Л. Гуменик, К.Дребенштедт и др. – Днпропетровск: Национальный горный университет, 2011. – 568с.

21. НПАОП 0.00-1.24-10 «Правила охорони праці під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом».

22. НПАОП 0.00-5.39-14 «Інструкція щодо запобігання, виявлення і ліквідації відмов свердловинних зарядів на відкритих гірничих роботах».

23. НПАОП 0.00-1.66-13 «Правила безпеки під час поводження з вибуховими матеріалами промислового призначення».

24. Швец В.Ю. Разработка технологии сейсмобезопасного взрывания скважинными зарядами на карьерах с учетом перераспределения энергии взрыва на дробление и сейсмоэффект: Дис. к.т.н. 1988. - 141 с.

25. Гуменик І.Л., Стрілець О.П., Швець В.Ю. Визначення оптимальних параметрів сейсмобезпечного виконання буропідривних робіт на Піщанському родовищі мігматитів і гранітів. «Сучасні ресурсое-нергозберігаючі технології гірничого виробництва». Науково-виробничий журнал: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2012. –2(10). – с. 112-119.

26. Symonenko, V., Cherniaiev O., Hrytsenko L. and Korotkov, P. (2017). Overload finished products nonmetal quarries in the main transport consumers. *Zbirnik naukovih prats Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (51), pp. 55-64.

27. Павличенко, А.В., Симоненко, В.І., Черняєв, О.В., Гриценко, Л.С. (2016). Технологічні аспекти екологозберігаючої доробки нерудних кар'єрів при їх ліквідації та консервації. Вісник національного університету водного господарства та природокористування: Зб. наук. пр., (2), 148-158.

28. Symonenko, V. Cherniaiev, O., and Hrytsenko, L., (2016). Organization of non-metallic deposits development by steep excavation layers. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 68-73.

29. Symonenko, V.I., Pavlychenko, A.V., Cherniaiev, O.V., and Gritsenko, L.S. (2015). Ecology saving technology of mineral deposit mining in the conditions of the sanitary protection zone. *Mining of mineral deposits*, 469-476.

30. Strilets O., Pcholkin G. & Oliferuk V. (2015). Monitoring of mass blasting seismic impact on residencial buildings and constructions. *Theoretical and Practical Solutions of Mineral Resources Mining*, 441-443.

31. Гуменик, І.Л., Стрілець, О.П. (2012). Дослідження впливу конструкції свердловинного заряду і питомої витрати вибухових речовин на інтенсивність подрібнення блокового скельного масиву вибухом. Матеріали міжн. конф. «Форум гірників – 2012». Д.: Державний ВНЗ «НГУ», с. 7-12.

32. Стрілець О.П. (2016). Особливості технології буровибухових робіт на кар'єрах будівельної сировини в умовах зменшеної санітарно-захисної зони. Украинский союз инженеров взрывников, бюллетень 3 (31), с. 9-13.

33. Стрілець О.П. (2013). Дослідження впливу водоемульсійного проміжку в конструкції свердловинного заряду емульсійних вибухових речовин на інтенсивність

подрібнення скельних гірських порід. Информационный бюллетень Украинского союза инженеров взрывников № 4 (21). Кривой Рог, с. 21-24.

34. ДСТ 53778-2010 «Будинки і споруди. Правила обстеження і моніторингу технічного стану».

35. Методичних рекомендацій для студентів спеціальності 184 Гірництво, спеціалізація «Відкрита розробка родовищ». Б.Ю. Собко, Г.Д. Пчолкін, О.В. Ложніков, Дніпро: ДВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. 38 с.

Додаток А

Відгук керівника на кваліфікаційну роботу магістра
студентки групи 184м-20-7 ІП Сєдова Валерії Олегівни
на тему: «Оцінка впливу вібрації на будівлі та споруди м. Запоріжжя при проведенні масових вибухів в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ»

Керівник роботи,
доцент каф. Відкритих гірничих робіт *А.Ю. Череп*

Додаток Б

Зовнішня рецензія
на кваліфікаційну роботу магістра
студентки групи 184м-20-7 ІП Сєдова Валерії Олегівни
на тему: «Оцінка впливу вібрації на будівлі та споруди м. Запоріжжя при проведенні масових вибухів в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ»

Розробка родовищ корисних копалин відкритим способом з застосуванням вибухових робіт в умовах житлової забудови міст та сіл обумовлює зменшення санітарно-захисної зони. Це в свою чергу накладає додаткові витрати на технологію гірничих робіт і вимагає застосування різних способів зменшення сейсмічного впливу вибухових робіт.

Мета роботи: полягає у вдосконаленні методу оцінки вібрації викликаної короткоуповільненим підриванням свердловинних зарядів, заснованого на визначенні максимальної маси вибухової речовини в групі уповільнення для розрахунку схем комутації блоків в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ», які забезпечать допустимі значення швидкості коливань ґрунту для будівель і споруд м. Запоріжжя.

Дипломна робота студентки групи 184м-20-7 ІП Сєдова Валерії Олегівни, є дослідницькою роботою. В цій роботі поставлено і вирішено актуальну науково-практичну задачу:

- вдосконалено методику розрахунку сейсмобезпечної маса вибухових речовин в групі уповільнення на основі експериментального визначення коефіцієнта К, який залежить від умов проведення вибуху та поширення сейсмічних хвиль;
- зроблено прогнозування параметрів вібрації (швидкості сейсмічних коливань) ґрунту в основі будівель та споруд, яка може бути викликана короткоуповільненим підриванням свердловинних зарядів, в залежності від схем комутації блоків (маси вибухових речовин в найбільшій групі уповільнення) в кар'єрі.

Вирішуючи поставлені завдання в дипломній роботі наведено загальні відомості щодо сучасного стану гірничих та буровибухових робіт в кар'єрі ПРАТ «ЗКУ», основні параметри системи розробки, розкривні та відвальні роботи.

В дослідницьких розділах зроблено аналіз наукових робіт та нормативних документів щодо мети і завдань досліджень. Встановлено допустимі норми вібрації для будівель та споруд. Обґрунтовано методику та зроблено дослідження інтенсивності вібрації ґрунту в основі фундаментів житлових будівель і споруд в залежності від їх розташування відносно вибухового блоку. Розраховано сейсмобезпечну масу вибухових речовин в ступені уповільнення для умов кар'єру ПРАТ «ЗКУ» в залежності від розташування блоку відносно будівель та споруд. Приведена економічна оцінка прийнятих технологічних рішень.

Ступінь проведених досліджень має високий рівень, що підтверджується отриманими результатами. Робота є завершеною та відповідає встановленим вимогам.

Аналізуючи обсяг виконаної роботи, підходи до вирішення завдань, значимість отриманих результатів, вважаю, що студентка групи 184м-20-7 ІП Сєдова Валерія Олегівна заслуговує присудження їй кваліфікаційного звання «магістр».

Директор Центру
з проблем вибухових робіт
НТУ «Дніпровська політехніка» О.П. Стрілець