

## **СТВОРЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРИ РОЗРОБЦІ НЕРУДНИХ РОДОВИЩ ІЗ ЗМЕНШЕНОЮ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЮ ЗОНОЮ**

Рассмотрены условия разработки нерудных месторождений, при которых обеспечивается безопасность жизнедеятельности населения вблизи горнодобывающих предприятий. Описаны технологические мероприятия, используемые на данных производствах для их экологосберегающей работы при уменьшенных размерах санитарно-защитных зон.

Розглянуто умови розробки нерудних родовищ, при яких забезпечується безпека життєдіяльності населення поблизу гірничодобувних підприємств. Описано технологічні заходи, які застосовуються на даних виробництвах для їх екологосберегаючої роботи при зменшених розмірах санітарно-захисних зон.

The conditions for the development of non-metallic deposits, which provide life safety of the population near the mining industry. We describe the technological measures used in these industries for their environmental work with the small size of buffer zones.

Україна має велику мінерально-сировинну базу для відкритої розробки нерудних корисних копалин. Із близько 730 розвіданих родовищ понад 580 представлені твердими, скельними (кристалічними), гірськими породами: граніти, мігматити, базальти, вапняки, діорити, андезити, пісковик, гнейси, сієніти, амфіболіти, та інші. Усі вони розробляються за технологією, яка передбачає подрібнення порід в масиві шляхом їх підривання вибуховими речовинами (ВР) в довгих свердловинних зарядах. Наявність масових висаджень корисних копалин промисловими ВР, які супроводжуються залповими викидами пилу, газоподібних речовин, ударною і сейсмічними хвилями та розлітанням шматків роздрібнених гірських порід на значні відстані, обумовлює необхідність виділення навколо гірничодобувного виробництва певної санітарно-захисної зони (СЗЗ).

Відповідно до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів [1] для зазначених виробництв встановлені розміри СЗЗ 1500 м. Аналіз місця розташування родовищ твердих нерудних корисних копалин показує, що серед тих родовищ, які перебувають в експлуатації і ще не розробляються, близько 35-37% знаходяться неподалік населених пунктів (від 300-400м до 800-1200м). Тобто, при їх експлуатації гірничодобувні підприємства функціонують із зменшеною СЗЗ, відносно встановлених нормативами [1] розмірів. Безсумнівно те, що ведення гірничодобувних і переробних процесів на таких підприємствах повинно виконуватися з дотриманням специфічних технологічних заходів в двох напрямках.

По-перше, ці заходи повинні забезпечити захист людей, які проживають в найближчих населених пунктах (в їх житлових зонах) від екологічного негативно впливу гірничих робіт, процесів переробки видобутої сировини на готову продукцію, відвантаження та транспортування такої продукції до споживачів, а також складування і утилізації виробничих відходів. Безпека життєдіяльності населення, що проживає в межах меншої за розмірами нормативно встановленої СЗЗ [1], не

повинна суттєво відрізнятися від умов, коли житлові забудови розташовані за 1500 м і більше від джерел шкідливого впливу. Цей вплив на безпечну життєдіяльність людей проявляється не лише вищезазначеними факторами (пов'язаними з підриванням гірських порід), а й такими як: шум і вібрація; електромагнітні та радіоактивні випромінювання; зсув масиву бортів кар'єрів і їх деформування з загрозливими параметрами розповсюдження цих геомеханічних порушень на житлові забудови і сельбищні території.

По-друге, прийняті технологічні заходи на гірничодобувних підприємствах також повинні забезпечити охорону навколишнього геологічного, водного, атмосферного і біологічного середовищ. В цілому ж для безпечної роботи підприємств в обох напрямках потрібно досягти наступного: концентрації шкідливих забруднюючих речовин (пилу неорганічного і абразивного, оксиду вуглецю, двоокису азоту, вуглеводних, оксидів марганцю та заліза, формальдегідів, сажі, альдегідів, бензопирена та інших) на межі житлових забудов і сельбищних територій не повинні перевищувати граничнодопустимі концентрації (ГДК); ударна і сейсмічні хвилі повинні на цій межі бути мінімально допустимими, або ж повністю затухати; радіус розлітання шматків гірських порід – не досягати межі житлових забудов і інших охоронних об'єктів; тиск звукових хвиль від шуму гірничотранспортних механізмів і переробного устаткування – не перевищувати нормативні значення (вдень – 55 дБ, вночі – 45 дБ [2]); аналогічно меншими за гранично допустимі значення повинні бути радіоактивність, вплив вібрації, електромагнітних хвиль та інших чинників.

Необхідно зазначити, що гірничодобувне підприємство в складі нерудного кар'єру, дробильно-сортувального заводу чи устаткування (ДСЗ, ДСУ), інших відповідних виробничих дільниць (котельня, електрозварювальної, автотранспортна з автозаправочною станцією, ремонтно-механічна майстерня та бурового і бульдозерного обладнання) з річною продуктивністю по готовій продукції (щєбінь, будувий камінь, відсів, відмитий пісок) від 250-300 до 1200-1500 тис. м<sup>3</sup> викидає шкідливих речовин біля 40-180 т в рік. З них 63,5-64% складає пил неорганічний та 35,6-36% вихлопні гази від двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ), які виділяються при роботі машин з дизельним двигуном [3].

Вплив подібного гірничодобувного виробництва на життєдіяльність і довкілля наступний: *а)* запилення в результаті виконання бурових, екскаваційних (виймально-навантажувальних), транспортних робіт, переробки мінеральної сировини на ДСЗ, ДСУ, пилення зовнішніх і внутрішніх відвалів порід розкриття, техногенних складів та складів готової продукції; *б)* викиди газоподібних шкідливих речовин при роботі обладнання від згорання дизпалива та бензину (вихлопних газів); *в)* пило газові викиди при виконанні в кар'єрі масових вибухів; *г)* порушення природного балансу геологічного середовища на визначеній (відведеній) земельній площі та в глибину, як веденням процесів відкритих гірничих робіт, так і відкачуванням підземних вод для пониження їх природнього рівня на кар'єрі; *д)* викиди в атмосферу зварювального аерозолу, оксиду марганцю, білого корунда і інших речовин при роботі допоміжних дільниць (електрозварювальної, ремонт-

но-механічної, котельні). За цими чинниками гірничодобувні нерудні підприємства відносяться до III категорії небезпеки [4].

Проаналізувавши існуючі технології видобутку й переробки нерудних твердих корисних копалин в Державному ВНЗ «НГУ» були розроблені технологічні заходи, які забезпечують безпечну життєдіяльність населення та збереження довкілля навколо працюючих підприємств. [3, 5, 6]. Основна суть зазначених заходів зводиться до наступного.

1. При бурінні свердловин використовуються сучасні бурильні верстати, які оснащені системою пилоотбору. Перед бурінням площадку устя свердловини необхідно зрошувати технічною прісною водою. Ефективність пилеподавлення при реалізації цього заходу досягає 75% [3, 6].

2. Заряджання свердловин здійснюється ВР із позитивним кисневим балансом, наприклад граммоніт 79/21. Він забезпечує зменшення виділення шкідливих газів в 2-2,8 разів менше, ніж при вибуху тротилового заряду. Але найбільшу ефективність стосовно екологоощадності мають сучасні емульсійні ВР типу «Україніт-ПМ», «Ера», «Україніт-ПП1» та інші. Конструкції вертикальних свердловинних зарядів доцільно застосовувати з водяним проміжком в середній його частині, з інертним проміжком (рис. 1) та з набійочним матеріалом, в склад якого введені нейтралізатори або використовувати гідрозабійку. Проміжні детонатори (тротилові шашки Т-400 Г, ТГ-500) розміщуються в верхній і нижній частині заряду. Ініціювання зарядів здійснюється за допомогою хвилеводів НСІ (неелектричної системи типу NONEL, ІМПУЛЬС, «Прима-ЕРА»).

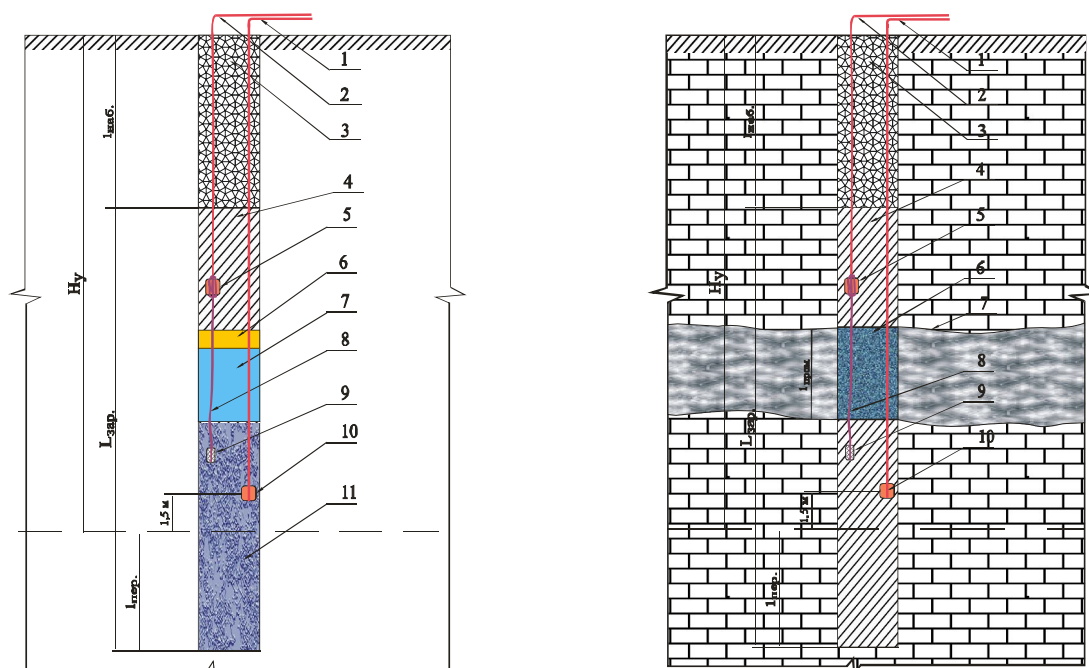


Рис. 1. Конструкція зарядів з водяним (а) та інертним (б) проміжком в середній частині свердловини: 1 – хвилевід неелектричної системи ініціювання нижнього проміжного детонатора; 2 – хвилевід неелектричної системи ініціювання верхнього проміжного детонатора; 3 – набійка; 4 – заряд вибухової речовини; 5 – верхній проміжний детонатор; 6 – прошарок з подрібненого пінопласту або амоніту №6 ЖВ; 7 – водяний (а) чи інертний (б) проміжок; 8 – детоную-

чий шнур; 9 – шматок породи для натягу ДШ; 10 – нижній проміжний детонатор; 11 – заряд вибухової речовини в нижній частині

Доцільно передбачити діагональні схеми комутації і схеми діагональні зі зміщеним врубом. Напрямок відбійки гірничої маси в блоці – в протилежну сторону від населеного пункту. Вищезазначені заходи забезпечують зниження газовиділення при масовому вибуху на 85%, пиловиділення на 60%. Попереднє зрошування масиву блоку перед вибухом знижує пиловиділення на 75%. При проведенні масового вибуху безпосередньо після опадів (дощу, снігу, зливи) викиди газів і пилу зменшуються аналогічно [5, 6]. Крім цього відповідна орієнтація напрямку відбійки порід та застосування неелектричних систем ініціювання скорочують в 2-3 рази зону розлітання шматків породи (до 70-80 м) та зменшують радіус дії ударно-повітряної і сейсмічної хвиль в 2,5-3,2 рази.

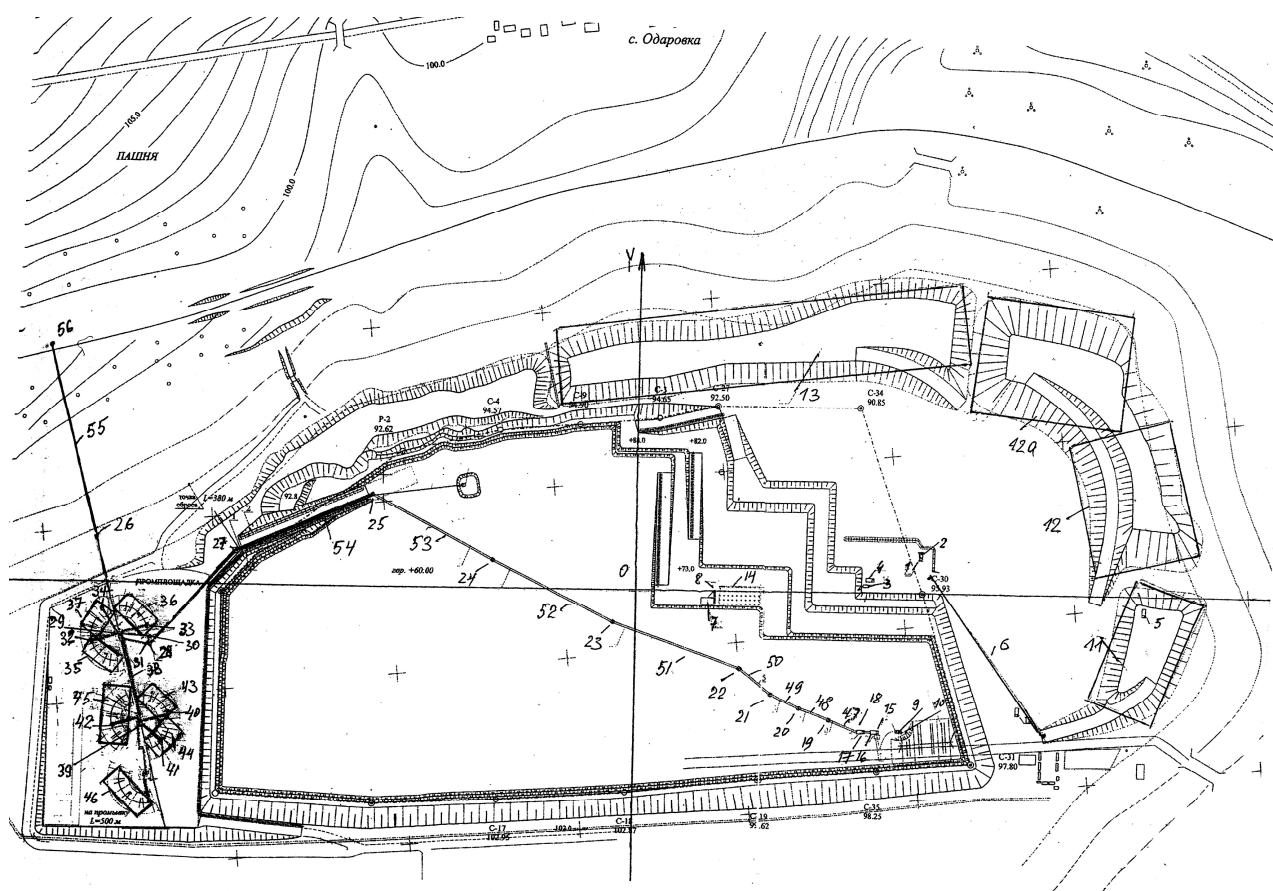
3. Для виключення та значного зменшення викидів шкідливих газів необхідно суттєво знизити ланку транспортування порід автосамоскидами. Це досягається введенням в кар'єри конвеєрного транспорту. Технологічні схеми з доставкою гірничої маси конвеєрами доцільно впроваджувати не лише по еколого-зберігаючим критеріям, а також і по економічним показникам: собівартість транспортування корисної копалини з кар'єру на поверхню зменшується на 7,8-11,6% [3]. Подібні технологічні схеми передбачають транспортування гірничої маси або ж готової, чи частково готової продукції з нижніх горизонтів кар'єру на поверхню конвеєрами. Автомобільний транспорт, чи в його якості фронтальні колісні навантажувачі, переміщують породи від вибою до приймального пристрою внутрішньокар'єрної ланки конвеєра на незначну відстань – до 200-300 м. Тому викиди шкідливих вихлопних газів з дизельних двигунів мінімальні (зменшуються в 1,45-2,04 рази). При цьому внутрішньокар'єрні автотранспортні шляхи систематично зрошуються водою та водно-солевими розчинами [1]. Ефективність пилоподавлення – до 80%.

4. Захист людей в житловій зоні близько розташованій до кар'єру від впливу ударної хвилі масових вибухів, електромагнітного і інших випромінювань та шуму передбачається здійснювати шляхом створення техногенних перешкод на напрямку розповсюдження зазначених ударних, електромагнітних і шумових хвиль та випромінювань. Такими техногенними перешкодами можуть виступати насипи, стінки, забори і інше [2]. Вони забезпечують майже повне гасіння ударної вибухової хвилі, перешкоджають проникненню до житлової зони електромагнітних і інших хвиль та зменшують звуковий тиск від виробничого шуму в 2,8-3 рази. Відповідний захист від шумового впливу також має місце при розташуванні полос лісонасаджень шириною 10-15 м перед житловими будовами (на 5 дБА).

5. Переробка мінеральної сировини на ДСЗ, ДСУ здійснюється в умовах, коли дробарки, грохотильні установки розташовані в кар'єрі. Це забезпечує локалізацію шкідливих впливів від роботи таких дробарок і грохотів межами кар'єру (вібрація, шум, виділення пилу). Найбільш ефективною схемою є технологія з використанням пересувних чи напівстаціонарних дробильних і грохотильних агрегатів, які поступово переносяться чи пересуваються по фронту ро-

бочого борту та в глибину [3]. Переробне обладнання, яке розташоване на борту (на поверхні) повинно бути змонтоване на відповідних фундаментах, які не передають вібрацію від його роботи на масив ґрунтів та порід, а по ним – на об'єкти близько розташованих житлових забудов. Пилоподавлення на дробильно-сортувальних механізмах, місцях пересипання гірничої маси найбільш ефективно (за екологічними та економічними критеріями) здійснювати засобами гідрозрошування [3]. Перспективним є використання водоповітряних ежекторів (ВВЕ), які встановлюються в вузлах пилоутворення. Вони дозволяють знизити виділення пилу на 97-98%.

Результати реалізації вищенаведених технологічних заходів показані на прикладі Одарівського гранітного кар'єру, яким розробляється однойменне родовище мігматитів в Запорізькій обл. (рис. 2).



*Рис. 2.* Схема комплексу кар'єрного обладнання при розробці твердих нерудних копалин з переміщенням їх конвеєрним транспортом: 1,2 – бульдозер Б-170; 3 – екскаватор Zaxis 330 LC3; 4,5,6 – автосамоскид; 7,8 – буровий верстат Atlas Copco L6; 9,10 – колісний навантажувач; 11 – склад родючого ґрунту, 12 відвал піску; 13 – відвал глини; 14 – майданчик проведення вибухових робіт; 15, 16 – приймальний бункер та дробарка СДА-1; 17, 18 – приймальний бункер та дробарка (СДА-2); 18-28 система конвеєрів в кар'єрі; 29 – грохот TRIO 7203; 30 – дробарка Вармас В9100SE; 32-34, 38, 40-55 – конвеєра на ДСЗ; 39 – грохот TRIO 6203; 56 – навантажувальний пункт в залізничні вагони.

Відповідно до технічних рішень робочого проекту на експлуатації Одарівського родовища мігматитів передбачається розробляти понад 750 тис. м<sup>3</sup> корисної копалини (в цілику) за рік. Буріння свердловин здійснюється буровим верстатом Atlas Copco L6 з діаметром 95-152 мм. Вибухова речовина емульсійна типу «Україніт-ПП2», «ЕРА» та інших (допущених Держгірпромнаглядом до промислового використання). Неелектричне ініціювання ВР системами «Імпульс», «Прима – ЕРА». Схема комутації зарядів в блоці діагональна врубова з відбійкою порід в західному і південно-західному напрямках, з урахуванням тріщинуватості порід. Видобувні роботи виконуються колісним навантажувачем БелАЗ-78221 (з ковшем ємкістю 6 м<sup>3</sup>), який транспортує мігматити на відстань до 100-120 м і завантажує бункер самохідного дробильного агрегату (СДА-1) Metso Minerals LT-110E. З нього подрібнені породи поступають на аналогічний дробильний агрегат вторинного подрібнення (СДА-2) цієї ж фірми LT300 GPS Electric. Далі системою пересувних вибійних, сполучних, магістральних і підйомного конвеєрів (ширина стрічки 800 мм) гірнична маса подається на поверхневий грохотильний комплекс ДСЗ (грохоти TR.10ТТН 7203 і TR.10ТТН 6203). Після переробки щебенево-піщана продукція доставляється системою конвеєрів поверхневого комплексу ДСЗ (ширина стрічки 600-800 мм) до пункту перевантаження в залізничні вагони (див. рис. 2).

Породи розкриву розробляються екскаватором зворотна механічна лопата Zaxis 320 LC-3 в автосамоскиди КрАЗ-65055 (вантажопідйомність 18 т). Складування розкриву здійснюється в зовнішній бульдозерний відвал, який розташовується на північному і північно-східному бортах кар'єру зі сторони житлових забудов села Одарівка. Висота відвалу 20 м. Відстань від кар'єру до околиць с. Одарівка 400 м, від пункту перевантаження готової продукції до цього села – 200 м. Проектом встановлена зменшена порівняно з нормативною СЗЗ – 300 м. В ньому реалізовані всі технологічні заходи, що наведені були вище в пунктах 1-5, в тому числі: повна конвеєризація екологоощадної доставки сировини від вибою до поверхневого комплексу ДСЗ; мінімальне плече перевезень порід автотранспортними засобами з дизельними двигунами; складування порід розкриву в зовнішній подовжений відвал на межі кар'єрного поля для утворення техногенної перешкоди на шляху розповсюдження ударно-повітряної (після вибухів), електромагнітних, шумових (звукових) хвиль, а також повітряних потоків з пило газозовою хмарою в сторону житлової зони с. Одарівка; локалізація пилогазових викидів від складувально-перевантажувальних робіт по упорядженні різнофракційної готової продукції в межах поверхневого комплексу ДСЗ (її зволоження, гідро зрошування, місцева аспірація пересипних вузлів і т.п.); зменшення радіусу розлітання шматків гірських порід при їх підриванні до 80-120 м (зона розльоту 200 м) та амплітуди і інтенсивності дії сейсмічних хвиль підривних робіт в 3-5 разів (застосування відповідних схем комутації підривної мережі зарядів, їх конструкції з повітряно-водяним проміжком та внутрішньо свердловинним запиранням продуктів вибуху – система «Імпульс», «Прима-ЕРА»); зрошування кар'єрних автошляхів, вибоїв, робочих площадок, підриваємих блоків гірських порід, складів готової продукції водою.

Величини максимальних концентрацій забруднюючих речовин на границі зменшеної СЗЗ та на межі житлової зони с. Одарівка приведені нижче (табл. 1).

Величини тиску звукових хвиль, розраховані відповідно за методикою [2]. Розрахунки впливу шумів на населення становлять взагалі 45,9 дБ. Зниження рівня звуку екранами складає: кар'єр (18 дБА – устаткування під південним бортом кар'єру, 24 дБА – устаткування під північним бортом кар'єру). Зниження рівня звуку смугами зелених насаджень: кар'єр (5дБА), ДСЗ (4 дБА), навантаження в залізничний транспорт (4дБА). Зниження звуку за рахунок погодних умов 2дБА.

Таблиця 1

Максимальні значення концентрацій забруднюючих речовин на границі СЗЗ та межі житлової зони (долі ПДК)

Речовина	На границі СЗЗ	На границі житлової зони
Азота двоокис	0.23/ 0.4	0.17/0.34
Сажа	0.49/ 0.89	0.34/0.74
Ангідрид сірчастий	0.12/0.52	0.081/0.481
Вуглецю окису	0.14/0.54	0.084/0.484
Бенз(а)пірен	0.048/0.448	0.026/0.426
Альдегіди	0.32/0.72	0.19/0.59
Вуглеводень	0.54/0.94	0.37/0.77
Пил неорганічний (SiO <sub>2</sub> більше 70%)	0.35/0.75	0.22/0.62
Пил неорганічний (SiO <sub>2</sub> менш 20%)	0.065/0.465	0.033/0.433

Примітки: 1) чисельник – величини без урахування фону; знаменник – величини з урахуванням фону; 2) ефект сумачії мають двоокис азоту й сірчастий ангідрид – група сумачії 31, максимальні значення концентрацій по групі сумачії складають: на границі СЗЗ – 0,67 ГДК, на межі житлової зони 0,48 ГДК.

З наведених результатів розрахунків видно, що вплив виробничих процесів на життєдіяльність населення за межею зменшеної до 300 м СЗЗ (до житлової зони – 400 м) та на навколишнє середовище є мінімальним. Перевищення ГДК на зазначених межах СЗЗ та житлової зони по всім інгредієнтам відсутнє. Зазначене вказує на екологічну та економічну доцільність розробки нерудних родовищ в умовах зменшеної СЗЗ при застосуванні вищерозглянутих відповідних інженерно-технічних та технологічних заходів.

#### Список літератури:

1. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів: ДСП 173-96 / К.: Мінохоронздоров'я України: Введено 19.06.96. – 84 с.
2. Строительные нормы и правила. Защита от шума; СНиП II-12-77/ Госстрой СССР: Введ. 0107.78. – М.: Стройиздат, 1978.
3. Симоненко В.І. Розробити технологічні основи еколого- й енергозберігаючого виробництва при видобутку твердої нерудної сировини в межах санітарно-захисних зон [текст] / Звіт про НДР (заключний) / Державний ВНЗ «НГУ». – Керівник В.І. Симоненко. – №ДР 011U000532. – Дніпропетровськ, 2011. – 308 с.

4. Про визначення категорій складності об'єктів будівництва / Мінрегіонрозвитку та будівництва України: Введ. 04.04.2011. – №24-10/2759/0/6-11. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України.

5. Симоненко В.І. Екологічні проблеми розробки скельних будівельних матеріалів в районах прилеглих до житлових забудов [текст] /В.І. Симоненко, С.В. Пацьора, В.Ю. Швець, З.В. Воропаєва // Науковий вісник НГУ. – 2009. – №3– С.12-16.

6. Симоненко В.И. Технологические решения снижающие воздействие горного производства на природную среду при разработке гранитных месторождений Украины [текст] /В.И. Симоненко, А.В. Черняев, А.В. Мостыка, С.В. Пацьора / Проблемы открытой разработки месторождений полезных ископаемых: мат-лы международной науч.-техн. конф. 29-30 ноября 2007г., г.Екатеринбург (Хохряковские чтения, посвященные памяти проф. В.С. Хохрякова) – Екатеринбург: изд-во УТГУ, 2010. – С.284-289.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Голіньком В.І.  
Надійшла до редакції 25.07.2012*

УДК 622. 807

© А.А. Юрченко

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАХВАТА АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ КАПЛЯМИ ВОДЫ ПРИ ОРОШЕНИИ**

Наведені результати теоретичних досліджень коефіцієнта захвату часток пилу краплями води при зрошуванні пилової хмари. Розраховані його значення для часток залізорудного пилу різних фракцій і діаметрів водяних крапель.

Приведены результаты теоретических исследований коэффициента захвата частиц пыли каплями воды при орошении пылевого облака. Рассчитаны его значения для частиц железорудной пыли различных фракций и диаметров водяных капель.

The results of theoretical researches of coefficient of capture of particles of soaring dust are resulted by drops of water at irrigation of dust cloud. His values for the particles of ferroordust of different fractions and diameters of aquatic drops are expected.

**Введение.** Технологические процессы многих отраслей промышленности сопровождаются значительным пылеобразованием. Наиболее широко распространенным методом пылеподавления является орошение запылённой атмосферы в месте образования пылевого облака. При этом основным параметром орошения является эффективность пылеподавления, которая в общем случае определяется способностью улавливания пылевых частиц диспергированной водой [1, 2, 3] Эта способность характеризуется коэффициентом захвата пылинок сферической каплей воды.

**Постановка задачи.** При решении вопросов организации пылеподавления путём орошения пылевого облака необходимо установить, какие размеры капель воды наиболее эффективно улавливают частицы взвешенной пыли. Кроме этого, капли воды определённого диаметра не одинаково улавливают частицы пыли различных фракций. Все эти факторы учитывает суммарный коэффициент захвата