

УДК 504.054

## ХАРАКТЕРИСТИКА ДЖЕРЕЛ УТВОРЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У ПРОЦЕСАХ ПЕРЕСИПАННЯ НА КАР'ЄРАХ

Т.М. Пономаренко  
магістр

Одеський державний екологічний університет  
(Україна, м. Одеса; e-mail: tania23.06p@gmail.com)

Г.М. Вовкодав  
кандидат хімічних наук

Одеський державний екологічний університет  
(Україна, м. Одеса; e-mail: galinakoltykova258@gmail.com)

Стан атмосфери поблизу розташування ЗАТ «Кіровоградграніт» засвідчує зростання техногенного навантаження, що зумовлює процес її деградації. У роботі здійснено оцінку впливу ЗАТ «Кіровоградграніт» на стан атмосфери під час процесів пересипання на кар'єрі у межах Добровеличківського р-ну Кіровоградської обл. Метою дослідження є оцінка впливу забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферу під час процесів пересипання на кар'єрі підприємства за його роботи на повну (проектну) потужність. Об'єкт дослідження — кількісний та якісний склад викидів у атмосферу, що утворюються під час процесів пересипання, на прикладі ЗАТ «Кіровоградграніт». Науковий внесок полягає в удосконаленні чинної методики розрахунку обсягу пиловиділення під час засипання та пересипання і в перевірці розрахунків. Вихідні дані надано лабораторією ЗАТ «Кіровоградграніт» (Помічнянський кар'єр) щодо джерел утворення та складу викидів в атмосферу, які утворюються під час процесів пересипання на підприємстві за період 2012–2016 рр. Нормативно-технічну документацію надано відділом охорони навколишнього природного середовища ЗАТ «Кіровоградграніт». Кількісну та якісну оцінку складу викидів у атмосферу, що утворюються під час процесів пересипання, виконували за чинними методиками. Згідно з отриманими результатами, можна зробити висновок про придатність або непридатність технологічного обладнання, що експлуатується на промисловому майданчику, а також про його відповідність чинним санітарно-гігієнічним нормам і вимогам. Аналіз даних, свідчить, що значне зниження обсягів викидів неорганічного пилу (частка вмісту  $\text{SiO}_2$  в якому становить 70–20%) від джерел основного виробництва можна забезпечити за умови застосування зрошення гірничої маси під час дроблення, а також завдяки забезпеченню пилопригнічення під час перевезення гірничої маси автосамоскидами з кар'єра на подрібнювально-сортувальне виробництво.

**Ключові слова:** склад викидів у атмосферу, кар'єр, подрібнювально-сортувальне виробництво, неорганічний пил, забруднюючі речовини.

**Постановка проблеми.** Промислове підприємство спричиняє викиди в навколишнє природне середовище продуктів технологічного циклу, як от: стічні води, тверді відходи, відпрацьовані гази, до того ж їх якісний склад залежить від профілю підприємства. Із зростанням потужностей виробництва шкідливих викидів стає дедалі більше. Останнім часом розвиток промисловості в Україні характеризується різким зниженням технологічного рівня виробництва, зношенням знарядь праці, скороченням обсягів і асортименту продукції, погіршенням її якості, затуханням інвестиційного та інноваційного процесів.

У складній економічній ситуації одним із важливих аспектів конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та світовому ринках

є відповідність екологічним вимогам. Це положення обумовлено тим, що передові керівники підприємств мають бути зацікавленими в здоров'ї своїх працівників, а також в екологічно безпечному стані навколишнього природного середовища. Одним із найбільших забруднювачів є різна продукція на певних етапах її життєвого циклу. Тому активно впроваджуються різні законодавчі та природоохоронні акти, які перешкоджають появі на внутрішньому ринку продукції, виробництво якої супроводжується забрудненням навколишнього природного середовища. Слід відзначити, що така продукція не обов'язково є неякісною, але вона потенційно шкідлива для довкілля.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Кар'єр багатьма дослідниками розглядається

як складна відкрита система, що характеризується двосторонньою взаємодією між підсистемами. Для оцінки складу викидів у атмосферу, розробки системи управління їх якістю і прогнозування стану важливе значення має розгляд внутрішньосистемних зв'язків між компонентами. Будь-який кар'єр — це територія зі значно перетвореним природним середовищем, яка також оточена ареалом забруднення. Тому на сьогодні надзвичайно гостро поставлено завдання оптимізації навколишнього природного середовища підприємства. Однак вирішення цього питання потребує принципово нових екологічних підходів.

Увага до підвищення ефективності надкористування в Україні з боку як органів влади, так і наукових кіл останнім часом значно посилилась. Теоретичною базою дослідження та сформульованих висновків є праці вчених І.Д. Андрієвського, А.С. Астахова, П.П. Борщевського, С.І. Дорогунцова, А.В. Колосова, М.М. Коржнева, Є.В. Мішеніна, В.С. Міщенко, В.О. Паламарчука та ін. Поряд із тим сьогодні потребує більш послідовного підходу у розв'язанні нагальних проблем вітчизняної гірничодобувної галузі.

**Мета дослідження** полягає в оцінці обсягів викидів у атмосферу забруднюючих речовин, що утворюються під час роботи Помішнського кар'єра ЗАТ «Кіровоградграніт».

**Матеріали та методи.** Для досягнення поставленої мети під час виконання поставлених наукових завдань у роботі використовували методи: аналізу — для узагальнення сучасного стану та напрямів удосконалення методів оцінки впливу на атмосферне повітря газів та пилу, утворених унаслідок масових вибухів на гранітних кар'єрах; математичного моделювання — для розрахунку процесів розповсюдження ПГХ; аналізу і синтезу складних систем; порівняння; еколого-економічного аналізу — для оцінки ефективності впровадження результатів дослідження у промисловість.

**Викладення основного матеріалу.** Територіально Помішнський кар'єр ЗАТ «Кіровоградграніт» розташовується в районі с. Кирилівки Добровеличківського р-ну Кіровоградської обл. та межує:

- з півночі — сільгоспугіддя (рілля);
- зі сходу — протікає струмок;
- із заходу — сільгоспугіддя і незабудовані ділянки землі;
- з півдня — гребля.

Відстань від джерел викидів гірничодобувного виробництва кар'єра до найближчої житлової забудови с. Олексіївки становить понад 1000 м, мінімальна відстань від джерел ПДСУ до с. Кирилівка — 750 м.

За санітарної класифікації санітарно-захисна зона від джерел викидів гірничодобувного виробництва підприємства, з урахуванням проведення підричних робіт на кар'єрі, становить 1500 м (клас I A) [1].

Помішнський кар'єр ЗАТ «Кіровоградграніт» спеціалізується на видобутку природного каменю (граніту) вибуховим способом у кар'єрі і виробництві щебеню на дробильно-сортувальній ділянці (ПДСУ).

Річний обсяг виробництва щебеню становить 222,0 тис. м<sup>3</sup>. До складу підприємства входять:

- гранітний кар'єр;
- дробильно-сортувальна ділянка;
- ремонтні майстерні;
- склад ПММ з АЗС;
- транспортне господарство.

Відповідно до здійснюваних технологічних процесів на підприємстві розглядаються шість видів виробництва: гірничодобувне, дробильно-сортувальне, енергетичне, ремонтно-механічне, складське, транспортне.

Гірничодобувне виробництво налічує сукупність технологічних процесів, для видобутку гірської маси (граніту), як-от:

- бурові роботи;
- масовий вибух;
- розробка негабаритів (буріння і вибух);
- відвантаження гірської маси на транспортні засоби.

Бурові роботи виконуються буровим верстатом швидкісного буріння Atlas Copco ROC-860 HC, оснащеним установкою очищення з ефективністю близько 85%. У процесі роботи в атмосферне повітря здійснюється викид пилу неорганічного, до складу якого входить 70–20% діоксиду кремнію (SiO<sub>2</sub>).

Масовий вибух проводиться 4 рази на рік за допомогою вибухових речовин. Внаслідок вибуху гірська порода подрібнюється до розмірів, що надають змогу транспортувати гірничу масу автотранспортом. Під час масового вибуху в атмосферне повітря викидаються оксиди азоту, оксиди вуглецю, неорганічний пил, що містить 70–20% SiO<sub>2</sub>. Все це зумовлює значне забруднення атмосфери, але тривалість емісії є короткою (у межах 10 хв), тому ці викиди відносяться до залпових.

Фрагменти гірської маси великих розмірів (негабариту), які неможливо завантажити на транспортний засіб, підлягають руйнуванню — проводиться розробка негабаритів. Для цього за допомогою ручних перфораторів у камені бувають шурфи і, заклавши невеликі кількості вибухових речовин, підривають. У наслідок цього характер і склад викидів є аналогічним масовому вибуху, а за буріння

шурфів у негабаритах — роботам за допомогою бурових машин.

Підіймально-навантажувальні роботи здійснюються екскаватором ЕКГ-5 з електроприводом. У межах кар'єра працює техніка: бурова машина, бульдозер, кран, різний транспорт. Двигуни вказаних механізмів під час роботи викидають в атмосферу продукти згоряння дизельного палива: оксиди азоту, оксид вуглецю, вуглеводні.

Функція дробильно-сортувального виробництва — переробка гірської маси на щебінь. Гірська маса доставляється автотранспортом і перевантажується в приймальний бункер, а потім у шнекову дробарку для первинного подрібнення. Після етапу подрібнення, стрічковим конвеєром надходить на грохот I, де відсіюються дрібні частинки. Затим частина гірської маси доставляється в конусний подрібнювач для подальшого подрібнення, а частина — на склад щебеню. Подрібнений у конусній дробарці щебінь, за допомогою системи стрічкових конвеєрів надходить на грохоти II і III, де відбувається його поділ — на дрібніші фракції і на відсів.

Під час пересипання і подрібнення гірської маси і щебеню в атмосферне повітря викидається неорганічний пил, що містить 70–20%  $\text{SiO}_2$ .

Щебінь різних фракцій надходить на відкриті склади щебеню і відсіву у фракціях: відсів — до 2 і до 5 мм; щебінь — 5–10, 10–20, 20–40, 40–70 мм. У межах розміщення відкритих складів щебеню відбувається його пересипання з конвеєрів, переміщення після накопичення за допомогою бульдозерів, а також відвантаження на транспортні засоби споживачів. Під час виконання цих робіт в атмосферне повітря викидається неорганічний пил, що містить 70–20%,  $\text{SiO}_2$ , а також продукти згоряння палива в двигунах задіяної техніки — оксиди азоту, оксид вуглецю, вуглеводні.

Технічні засоби виробництва представлені різним промисловим оснащенням та автомобілями — кар'єрними і загального значення. Зони роботи техніки обмежено територією кар'єра — відходи під час бурових, підіймально-навантажувальних, вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт рівномірно розподіляються на всій території кар'єра. Крім зон роботи техніки та автотранспорту, що забезпечують технологічні процеси основного виробництва, на підприємстві є також гальмобокс загального призначення.

Енергетичні потужності виробництва забезпечуються котельнею в приміщенні адміністративно-побутового корпусу, в якій встановлено опалювальний котел.

Як паливо на підприємстві використовується вугілля. Річна витрата палива становить близько 8,0 т.

Відведення продуктів згоряння від котла здійснюється через димову трубу висотою 6 м та діаметром 0,13 м.

Забруднюючі речовини: оксиди азоту, оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, зола, важкі метали (ртуть, мідь, нікель, свинець, хром, цинк, миш'як), а також парникові гази викидаються в атмосферне повітря.

До складського виробництва віднесено відкритий склад вугілля і склад ПММ з АЗС. На складі ПММ зберігається і відпускається паливо для транспортних засобів та іншої техніки; розміщуються ємності для зберігання бензину, дизельного палива і масла, а також паливороздавальні колонки.

У процесі складів у атмосферне повітря викидаються пари бензину, граничних вуглеводнів і мінерального масла, а також вугільний пил.

У структуру ремонтно-механічного виробництва входять майстерні з ремонту та обслуговування техніки, до яких належать токарна ділянка і відкритий пост електрозварювання і різання металу. Відкритий пост електрозварювання є також на території кар'єра. У приміщенні токарної ділянки розміщено заготоввальний верстат. Абразивно-металевий пил, що утворюється під час його роботи викидається в атмосферне повітря за допомогою системи витяжної вентиляції через патрубок вентилятора.

До складу забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря джерелами ремонтно-механічного виробництва входять: абразивно-металевий пил, оксиди заліза, марганець та його сполуки, оксиди азоту, оксид вуглецю.

Всього на промисловому майданчику підприємства налічується 42 джерела викидів, з них два організованих.

*Організованими джерелами викидів є:*

- димова труба опалювального котла;
- патрубок вентилятора системи вентиляції приміщення токарної ділянки (заточний верстат).

*Неорганізованими джерелами є:*

- завантажувальний бункер;
- дробильно-сортувальне обладнання — шнековий і конусний подрібнювачі, грохоти;
- стрічкові конвеєри;
- відкриті склади щебеню;
- пости відвантаження щебеню на автотранспорт;
- двигуни кар'єрної техніки і автотранспорту;

- відкритий склад вугілля;
- ворота стоянкового боксу;
- відкриті пости електрозварювання газового різання металу;
- ємності для зберігання бензину, дизпалива і масел;
- паливозаправні колонки;
- зони виробництва бурових робіт;
- зони проведення підривних робіт;
- підіймально-навантажувальні роботи в кар'єрі (зона роботи екскаватора);
- здійснення пилу під час руху кар'єрного транспорту.

Забруднюючими речовинами, що виділяються в процесі виробництва, є:

- тверді — неорганічний пил, що містить 70–20% SiO<sub>2</sub>, оксиди заліза, марганець та його сполуки, абразивно-металевий пил, вугільний пил, зола; важкі метали — ртуть, мідь, нікель, свинець, хром, цинк, миш'як;
- рідкі і газоподібні — оксиди азоту, оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, бензин (нафтовий), вуглеводні, мінеральне масло (нафтове).

Крім того, внаслідок згоряння вугілля в топці котла в атмосферне повітря виділяються парникові гази: вуглекислий газ, метан, діоксид азоту.

Стандартного пилогазоочисного обладнання на підприємстві немає.

Основними джерелами, що виділяють в атмосферу забруднюючі речовини, є гірничодобувне та дробильно-сортувальне виробництва, а також робота кар'єрної техніки і транспорту безпосередньо на промисловому майданчику підприємства, які здійснюють бурові, вантажно-розвантажувальні, транспортні та інші роботи, що забезпечують технологічні процеси у кар'єрі.

Обсяг пиловиділення під час насипання та пересипання щебеню ( $M^{MP}$ ) визначали за формулою:

$$M^{MP} = (10^6 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot B \cdot G) / 3600, \text{ г/с}, \quad (1)$$

де:  $k_1$  — частка пилової фракції (від всієї маси пилу) у матеріалі;  $k_2$  — частка пилової фракції (від всієї маси пилу), що переходить в аеро-

золь;  $k_3$  — коефіцієнт, що враховує місцеві метеоумови (залежність від швидкості вітру);  $k_4$  — коефіцієнт, що враховує місцеві умови (ступінь захищеності від зовнішніх впливів);  $k_5$  — коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу;  $k_7$  — коефіцієнт, що враховує крупність матеріалу;  $B$  — коефіцієнт, що враховує висоту пересипання;  $G$  — продуктивність пересипання, т/рік.

Річні викиди ( $M^{Pik}$ ) розраховуються за формулою:

$$M^{Pik} = (M^{MP} \cdot 3600 \cdot T) / 10^6, \text{ т/рік}, \quad (2)$$

де:  $T$  — час роботи за рік, год/рік,  $T = B \cdot G$ ,  $B$  — річний обсяг матеріалу, що переробляється, т/рік;  $G$  — продуктивність процесу, т/год.

Річний обсяг гірської маси, що переробляється, становить 388,5 тис. т.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин під час пересипання в завантажувальний бункер дробильної установки (джерело № 1) і навантажувальних робіт екскаватора в кар'єрі (джерело № 36) наведено в табл. 1.

Для розрахунку розсіювання в атмосфері забруднюючих речовин застосовується коефіцієнт усереднення величини викидів упродовж 20-хвилинного інтервалу. З урахуванням короткотривалості робіт із завантаження бункера (до 2 хв)  $K_{оср} = 20 : 2 = 10$ . Величина максимального разового викиду від джерела № 1 становить:  $M^{MP} = 0,12$  г/с.

З огляду на неодноразовість навантаження щебеню різних фракцій, величини викидів джерелом № 22 становитимуть:  $M^{MP} = 0,21$  г/с;  $M^{Pik} = 1,2948$  т/рік.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин унаслідок дроблення гірської маси і сортування продукції (джерела № 2, 4, 7, 9, 12) виконано відповідно до методичних рекомендацій [13].

Обсяги пилу, що утворюється під час роботи дробильного обладнання та грохотів, розраховується за усередненими показниками виділення пилу для основних технологічних переділів під час виробництва щебеню.

Обсяги викидів (г/с) визначаються за формулою:

Таблиця 1

Обсяги викидів забруднюючих речовин унаслідок процесів пересипання в завантажувальний бункер дробильної установки та навантажувальних робіт екскаватора в кар'єрі

№ джерела	Матеріал	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_7$	$B$	$G$	$T_{пер.}$	$M^{MP}$	$M^{Pik}$
1	Гірська маса (граніт)	0,02	0,04	1,2	1	0,1	0,1	0,6	750	518	1,20	2,24
36	Гірська маса (граніт)	0,02	0,04	1,2	1	0,1	0,1	0,4	300	1295	0,32	1,49

Таблиця 2

Обсяги викидів забруднюючих речовин під час відвантаження готової продукції

№ джерела	Матеріал/фракція, мм	$k_1$	$k_2$	$k_3$	$k_4$	$k_5$	$k_7$	$B$	$G$	$T_{\text{пер}}$	$M^{\text{MP}}$	$M^{\text{Рік}}$
22	Відсів (116,55 тис. т/рік)	0,01	0,01	1,2	1	0,1	0,7	0,5	180	648	0,21	0,49
	Щебінь, 5–10 (58,28 тис. т/рік)	0,01	0,01	1,2	1	0,1	0,6	0,5	180	324	0,18	0,21
	Щебінь, 10–20 (58,28 тис. т/рік)	0,01	0,01	1,2	1	0,1	0,5	0,5	180	324	0,15	0,18
	Щебінь, 20–40 (77,7 тис. т/рік)	0,01	0,01	1,2	1	0,1	0,5	0,5	180	432	0,15	0,23
	Щебінь, 40–70 (77,7 тис. т/рік)	0,01	0,01	1,2	1	0,1	0,4	0,5	180	432	0,12	0,19

$$M^{\text{MP}} = V \cdot C \cdot \kappa, \text{ г/с}, \quad (3)$$

де:  $V$  — обсяг газоповітряної суміші, що викидається за одиницю часу,  $\text{м}^3/\text{с}$ :  $V = G : 3600$ ;  $G$  — продуктивність дробильної установки —  $120 \text{ м}^3/\text{год}$ ;  $C$  — концентрація пилу у викидах,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $\kappa = 0,1$  — коефіцієнт, що враховує вологість матеріалу (зрошення).

Валові викиди визначаються за формулою:

$$M^{\text{Рік}} = M^{\text{MP}} \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^6, \text{ т/рік}, \quad (4)$$

де:  $T$  — тривалість процесу, год/рік:  $T = B : G$ , де  $B$  — річні обсяги гірської маси, що переробляється —  $222 \text{ тис. м}^3$ .

Розрахунок викидів забруднюючих речовин унаслідок здування пилу зі стрічкових

конвеєрів (джерела № 3, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 21) виконано на за відповідними методиками (табл. 4) [11; 14].

Максимальні разові викиди розраховували за формулою:

$$M^{\text{MP}} = W \cdot L \cdot I \cdot Y / 1000, \text{ г/с}, \quad (5)$$

де:  $W$  — питомі обсяги пилу, що здувається,  $\text{кг}/\text{м}^2$  за 1 с;  $L$  — ширина стрічки, м;  $I$  — довжина стрічки конвеєра, м;  $Y$  — коефіцієнт подрібнення гірської маси.

Річні обсяги викидів зернового пилу в атмосферу визначаємо за формулою:

$$M^{\text{Рік}} = (M^{\text{MP}} \cdot T \cdot 3600) / 1000000, \text{ т/рік}, \quad (6)$$

де:  $T$  — річний фонд робочого часу, год/рік.

Таблиця 3

Обсяги викидів неорганічного пилу, що містить 70–20%  $\text{SiO}_2$

№ джерела	Обладнання	$V, \text{ м}^3/\text{с}$	$C, \text{ г}/\text{м}^3$	$T, \text{ год}/\text{рік}$	$M^{\text{MP}}, \text{ г/с}$	$M^{\text{Рік}}, \text{ т/рік}$
2	Дробарка шнекова СМД-111	0,033	11,5	1850	0,038	0,253
4	Грохот (I) ГИТ-52	0,033	11,0	1850	0,036	0,242
7	Конусна дробарка КСД-2200	0,033	25,0	1850	0,083	0,549
9	Грохот (II) СМД-122	0,033	11,0	1850	0,036	0,242
12	Грохот (III) СМД-122	0,033	11,0	1850	0,036	0,242

Таблиця 4

Обсяг пиловиділення під час деяких видів робіт підприємства

Обсяг пиловиділення під час розвантаження та пересипання матеріалів, г/с;	$M^{\text{MP}}_{\text{пер}} = (k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_7 \cdot B \cdot G \cdot 10^6) / 3600$
Обсяг пиловиділення за статичного зберігання матеріалів, які розпилюють, г/с;	$M^{\text{MP}}_{30} = k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot k_7 \cdot g \cdot F^*$
Обсяг викидів від відкритих складів матеріалів, які розпилюють, г/с;	$M^{\text{MP}} = M^{\text{MP}}_{\text{пер}} + M^{\text{MP}}_{30}$

\*  $g$  — винесення пилу з  $1 \text{ м}^2$  фактичної поверхні;  $F$  — поверхня запилення в плані.

Таблиця 5

Обсяги викидів забруднюючих речовин унаслідок здування пилу зі стрічкових конвеєрів

№ джерела	№ конвеєра	W, кг/(м <sup>2</sup> /с)	L, м	I, м	У	T, год	M <sub>мр</sub> , г/с	M <sub>рік</sub> , т/рік
Пил неорганічний, уміст SiO <sub>2</sub> — 70–20%								
3	1	3	1,2	12,00	0,2	185	8,6·10 <sup>-8</sup>	5,7·10 <sup>-7</sup>
5	2	3	0,8	27,8	0,6	185	4,0·10 <sup>-7</sup>	2,7·10 <sup>-6</sup>
6	3	3	0,8	26,6	0,2	185	1,3·10 <sup>-7</sup>	8,5·10 <sup>-6</sup>
8	4	3	0,8	28,7	0,4	185	2,8·10 <sup>-7</sup>	1,8·10 <sup>-6</sup>
10	7	3	0,8	7,0	0,2	185	3,4·10 <sup>-8</sup>	2,2·10 <sup>-7</sup>
11	5	3	0,8	18,25	0,5	185	2,2·10 <sup>-7</sup>	1,5·10 <sup>-6</sup>
13	9	3	0,8	30,0	0,5	185	3,6·10 <sup>-7</sup>	2,4·10 <sup>-6</sup>
14	8	3	0,8	21,4	0,6	185	3,1·10 <sup>-7</sup>	2,1·10 <sup>-6</sup>
15	10	3	0,8	35,3	0,7	185	5,9·10 <sup>-7</sup>	3,9·10 <sup>-6</sup>
21	6	3	0,8	36,6	0,5	185	4,4·10 <sup>-7</sup>	2,9·10 <sup>-7</sup>

Розрахунки наведено в таблиці 5.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин від місць пересипання і зберігання матеріалів, які розпилюють (джерела № 16–20), виконано відповідним методом [11].

Річний обсяг зберігання і пересипання становить:

- щебінь, фракція до 5 мм (відсів) — 66,6 тис. м<sup>3</sup>/рік
- щебінь, фракція 5–10 мм — 33,3 тис. м<sup>3</sup>/рік
- щебінь, фракція 10–20 мм — 33,3 тис. м<sup>3</sup>/рік
- щебінь, фракція 20–40 мм — 44,4 тис. м<sup>3</sup>/рік
- щебінь, фракція 40–70 мм — 44,4 тис. м<sup>3</sup>/рік

Результати розрахунків наведено в таблиці 6.

Річні викиди розраховуються за формулою:

$$M_{рік} = (M_{мр} \cdot 3600 \cdot T) / 10^6, \text{ т/рік}, \quad (7)$$

де: T — тривалість робіт упродовж року, год/рік.

Розрахунок викидів забруднюючих речовин унаслідок роботи навантажувальної та кар'єрної техніки від двигунів працюючих машин виконано відповідно до інструкції щодо встановлених допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Максимальні разові викиди (г/с) розраховували за формулою:

$$M_{мр} = G_{xx}^i \cdot A_{сп} / (t_{в} / t_{у}), \quad (8)$$

де: G<sup>i</sup><sub>xx</sub> — маса викиду i-ої забруднюючої речовини за повний цикл роботи одного трактора (заведення, прогріву двигуна і маневрування), г/с:

$$G_{xx}^i = 1,3 \cdot Q \cdot p \cdot \Pi_{xx}, \quad (9)$$

де: Q — нормативні витрати палива на 1 км шляху, л/км; p — густина палива, для дизпа-

Таблиця 6

Обсяги викидів пилу, що містить 70–20% SiO<sub>2</sub>, під час пересипання та зберігання матеріалів (відкриті склади)

№ джерела	Матеріал/фракція, мм	M <sub>пер</sub> <sup>мр</sup>	M <sub>зб</sub> <sup>мр</sup>	M <sub>мр</sub>	M <sub>рік</sub>
16	Відсів	0,07	0,02	0,09	0,71
17	Відсів	0,07	0,04	0,12	1,18
18	Щебінь, 5–10	0,06	0,03	0,09	0,87
19	Щебінь, 10–20	0,05	0,03	0,09	0,88
20	Щебінь, 20–40	0,14	0,03	0,17	1,28
	Щебінь, 40–70	0,11	0,02	0,14	

Таблиця 7

Значення коефіцієнта  $P_{xx}$ 

Вид палива	Значення $P_{xx}$		
	СО	СН	NO <sub>x</sub>
Дизельне паливо	0,1	0,06	0,03

Таблиця 8

Річні викиди забруднюючих речовин

№ джерела	Вид і марка автотранспорту	Кількість машин	I <sub>c</sub> , с	Тривалість, днів	Паливо	Q, л/км	Мпр, г/с			Мрік, т/рік		
							СО	СН	NO <sub>x</sub>	СО	СН	NO <sub>x</sub>
23	Навантажувач CATERPILLAR	1	18000	260	ДТ	1,2	0,02	0,01	0,01	0,61	0,37	0,18
	Бульдозер Т-170	1	28800	130	ДТ	1,7	0,03	0,02	0,01	0,69	0,42	0,21
	Всього за джерелом № 23:						<b>0,05</b>	<b>0,03</b>	<b>0,02</b>	<b>1,31</b>	<b>0,79</b>	<b>0,39</b>
34	Бурова машина	1	4763	130	ДТ	1,2	0,02	0,01	0,01	0,08	0,05	0,02
40	Бульдозер Т-170	1	28800	130	ДТ	1,7	0,03	0,02	0,01	0,69	0,42	0,21
41	Кран КРАЗ	1	28800	260	ДТ	0,5	0,01	0,01	0,01	0,38	0,23	0,11

лива  $p = 0,825$  кг/л;  $P_{xx}$  — коефіцієнт, що характеризує співвідношення маси забруднюючої речовини, яка виділилася, і маси використаного палива;  $A_{сп}$  — кількість машин певної марки;  $t_B$  — тривалість періоду виходу на лінію, хв ( $t_B = 20$  хв);  $t_y$  — час інтервалів усереднення:  $t_y = 20$  хв.

Річні викиди (т/рік) розраховуються за формулою:

$$M_{рік}^i = G_{xx}^i \cdot A_{сп} \cdot I_c \cdot T_p \cdot 10^{-6}, \quad (10)$$

де:  $I_c$  — середньодобовий час роботи двигуна, с;  $T_p$  — кількість робочих днів у році.

**Висновки.** Встановлено, що технологічне обладнання, яке експлуатується на промислового майданчику, загалом відповідає чинним санітарно-гігієнічним нормам і вимогам. Значне зниження обсягів викидів неорганічного пилу, що містить 70–20% SiO<sub>2</sub>, від джерел основного виробництва можна забезпечити за умови застосування зрошення гірничої маси під час дроблення, а також запровадження новітніх технологій пилоподавлення і перевезення гірничої маси автосамоскидами з кар'єру на подрібнювально-сортувальне виробництво.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс України про надра // Відомості Верховної Ради України. 1994. № 36. 340 с.
2. Постанова Верховної Ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» № 188/98-ВР від 05.03.1998 р. // Відомості Верховної Ради України. 1998. № 38–39.
3. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» № 2059-VIII від 23 травня 2017 року // Голос України. 2017. № 110.
4. Закон України «Про рослинний світ» № 591-XIV від 09.04.1999 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/591-14>.
5. Закон України «Про тваринний світ» № 2894-III від 13 грудня 2001 р. // Відомості Верховної Ради України. 2002. № 14. Ст. 97
6. Закон України «Про землеустрій» № 858 від 25.10.2011 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua>.
7. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» № 1264-XII від 25.06.1991 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>.

8. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» // Відомості Верховної Ради України. 1992. № 50. Ст. 678.
9. Земельний кодекс України № 2768-III від 25.10.2001 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2768-14>.
10. Закон України «Про благоустрій населених пунктів» № 2807-IV від 06.09.2005 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2807-15>.
11. Временное методическое пособие по расчету выбросов от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов. Новороссийск: ЗАО «НИПИОТСТРОМ», 2000. 27 с.
12. Отраслевая методика расчета количества отходящих, уловленных и выбрасываемых в атмосферу вредных веществ предприятиями по добыче и переработке угля. Пермь: ФГУП МНИИЭКО ТЭК, 2003. 24 с.
13. Методические указания по расчету валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу предприятиями министерства строительства в северных и западных районах СССР. Часть 5. Предприятия нерудных материалов и пористых заполнителей. М.: ПТИОМЭС Минстроя СССР, 1973. 42 с.
14. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986, С. 104.
15. Ільїна В.Г., Чугай А.В. «Аналіз якості довкілля» для магістрантів V курсу денної форми навчання за спеціальністю «Екологія та охорона навколишнього середовища»: збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни. Одеса: ОДЕКУ, 2007. 139 с.
16. Вовк О.О., Печак О.О., Сидоренко Н.А. Вплив гірничодобувного комплексу України на стан довкілля // Вісник НАУ. 2008. № 1. С. 131–134.
17. Мельников Н.В. Краткий справочник по открытым горным работам. М.: Недра, 1968. 315 с.

#### Інформація про авторів

**Пономаренко Тетяна Михайлівна** — магістр кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологічного університету (Україна, 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15; e-mail: [tania23.06p@gmail.com](mailto:tania23.06p@gmail.com));

**Вовкодав Галина Миколаївна** — кандидат хімічних наук, доцент кафедри екології та охорони довкілля Одеського державного екологічного університету (Україна, 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15; e-mail: [galinakoltykova258@gmail.com](mailto:galinakoltykova258@gmail.com))

T.M. Ponomarenko  
Master

Odessa State Environmental University  
(Ukraine, Odessa, e-mail: [tania23.06p@gmail.com](mailto:tania23.06p@gmail.com))

G.M. Vovkodav

Ph.D. in Chemical Sciences

Odessa State Environmental University

(Ukraine, Odessa; e-mail: [galinakoltykova258@gmail.com](mailto:galinakoltykova258@gmail.com))

#### CHARACTERISTICS OF SOURCES FOR THE DEVELOPMENT AND CALCULATION OF POLLUTING SUBSTANCES EMISSIONS AT THE CAREERS PERFORMANCE PROCESS

*The state of the atmosphere near the location of JSC «Kirovogradgranit» reflects the increase in the man-caused load, which determines the process of its degradation. The work evaluates the influence of «Kirovogradgranit» CJSC on the state of the atmosphere during the processes of overflashing in a career within the Dobrovelichkovsky district of the Kirovograd region. The purpose of the study is to assess the impact of pollutants entering the atmosphere during the processes of overflashing in the company's career for its work on the full (design) power. The object of the study is quantitative and qualitative composition of emissions into the atmosphere, which are formed during processes overeating on an example JSC «Kirovogradgranit». The scientific contribution is to improve the current calculation methodology the volume of evacuation during the mildew and overeating and in checking the calculations. Initial data provided by the laboratory of JSC Kirovogradgranit Pomichnyansky quarry on sources of emissions and composition emissions into the atmosphere, which are formed during processes overflashing at the plant for the period from 2012 to 2016. Normative-technical documentation provided by the Environmental Protection Department of JSC «Kirovogradgranit». Quantitative and qualitative assessments of the amount of emissions into the atmosphere that are generated during the processes overeating performed according to valid methods. According to the results, we can conclude about suitability or non-suitability technological equipment, which is operated on the industrial site, it corresponds to the current sanitary and hygienic norms and requirements or not. Data analysis shows that a significant reduction in the volumes of inorganic dust containing SiO<sub>2</sub> 70–20%, from the sources of basic production can be provided under*

*the condition of application of irrigation of the rock mass during crushing, as well as in the provision of dust suppression and the transport of mines by dump trucks from the quarry to the crushing and sorting production.*

*Keywords: composition of emissions into atmosphere, quarry, crushing and sorting, inorganic dust, polluting substances.*

#### REFERENCES

1. The Verkhovna Rada of Ukraine (1994), «Code of Ukraine «On subsoil», [Electronic source]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-вр> (Accessed 27 December 2018).
2. The Verkhovna Rada of Ukraine (1998), «Resolution «On main directions of the state policy of Ukraine in the field of environmental protection, use of natural resources and ensuring environmental safety», [Electronic source]. URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/188/98-вр> (Accessed 21 December 2018).
3. The Verkhovna Rada of Ukraine (2017), The Law of Ukraine «About the assessment of the environmental impact», [Electronic source]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19> (Accessed 27 December 2018).
4. The Verkhovna Rada of Ukraine (1999), The Law of Ukraine «On plant world», [Electronic source]. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/591-14> (Accessed 29 December 2018).
5. The Verkhovna Rada of Ukraine (2001), The Law of Ukraine «About the animal world», [Electronic source]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2894-14> (Accessed 22 December 2018).
6. The Verkhovna Rada of Ukraine (2011), The Law of Ukraine «On land system», [Electronic source]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/858-15> (Accessed 25 December 2018).
7. The Verkhovna Rada of Ukraine (1991), The Law of Ukraine «On protection of the environment», [Electronic source]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (Accessed 24 December 2018).
8. The Verkhovna Rada of Ukraine (1992), The Law of Ukraine «About the protection of atmospheric air», [Electronic source]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (Accessed 25 December 2018).
9. The Verkhovna Rada of Ukraine (2001), «Code of Ukraine «Land Code», [Electronic source]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2768-14> (Accessed 26 December 2018).
10. The Verkhovna Rada of Ukraine (2005), The Law of Ukraine «On the improvement of settlements», available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2807-15> (Accessed 26 December 2018).
11. Vremennoye metodicheskoye posobiye po raschetu vybrosov ot neorganizovannykh istochnikov v promyshlennosti stroitel'nykh materialov [Temporary methodological guide for calculating emissions from unorganized sources in the building materials industry]. Novorossiysk: ZAO «NIPIOSTROM», 2000. 27 p.
12. Otrasl'evaya metodika rascheta kolichestva otkhodyashchikh, ulovlennykh i vybrasyvayemykh v atmosferu vrednykh veshchestv predpriyatiyami po dobyche i pererabotke uglya [Sectoral methodology for calculating the amount of waste, captured and released into the atmosphere of harmful substances by enterprises for the extraction and processing of coal]. Perm: FSUE MNIIEKO FEC, 2003. 24 p.
13. Metodicheskiye ukazaniya po raschetu valovykh vybrosov zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferu predpriyatiyami ministerstva stroitel'stva v severnykh i zapadnykh rayonakh SSSR. Chast' 5. Predpriyatiya nerudnykh materialov i poristykh zapolniteley [Guidelines for calculating the gross emissions of pollutants into the atmosphere by enterprises of the Ministry of Construction in the northern and western regions of the USSR. Part 5. Enterprises of non-metallic materials and porous aggregates]. Moscow: PTIOMES Minstroy USSR, 1973. 42 p.
14. Sbornik metodik po raschetu vybrosov v atmosferu zagryaznyayushchikh veshchestv razlichnymi proizvodstvami [Collection of methods for calculating emissions of pollutants into the atmosphere by various industries]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986.
15. Ilyina, V.G., Chugai, A.V. (2007). Collection of methodical guidelines for practical work on the discipline «Environmental quality analysis» for undergraduate students of the V course of full-time education for specialty «Ecology and Environmental Protection». Odessa: ODEKU, 139. (In Ukr.)
16. Vovk, O.O., Pechak, O.O. & Sydorenko, N.A. (2008). Vplyv hirnychodobuvnoho kompleksu Ukrayiny na stan dovkillya [Influence of Ukraine's Mining Complex on the state of the environment]. *Visnyk Natsional'noho Aviatsiynoho Universytetu* [Bulletin of the National Aviation University], 1, 131–134. (In Ukr.)
17. Mel'nikov, N.V. (1968). *Kratkiy spravochnik po otkrytym gornym robotam* [Quick reference guide to open pit mining]. Moscow: Nedra. 315. (in Russ.)

#### Authors

**Ponomarenko Tetiana Mykhailivna** — the Master of the Department of Ecology and Environmental Protection of the Odessa State Environmental University (Ukraine, 65016, Odessa, 15 Lvivska St.; e-mail: [tania23.06p@gmail.com](mailto:tania23.06p@gmail.com));

**Vovkodav Halyna Mykolaivna** — Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Environmental Protection of the Odessa State Ecological University (Ukraine, 65016, Odessa, 15 Lvivska St.; e-mail: [galinakoltykova258@gmail.com](mailto:galinakoltykova258@gmail.com))