

УДК 621.532.4

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.1-52.1.18>

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИКИДІВ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ ПІД ЧАС БУРІННЯ СВЕРДЛОВИН

Кривенко Г.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
вул. Карпатська, 15, 76019, м. Івано-Франківськ
galyakrivenko73@gmail.com

Для гарантування безпеки держави у воєнний час потрібна злагоджена робота нафтогазового комплексу. Нафтогазове виробництво характерне тим, що на всіх його стадіях здійснюється шкідливий вплив на навколишнє середовище загалом, і на всі його компоненти зокрема. Перед підприємствами нафтогазового комплексу постає завдання щодо здійснення заходів, пов'язаних із запобіганням забрудненню довкілля та раціональним використанням природних ресурсів. Оцінка впливу на довкілля спрямована на запобігання виникнення негативного впливу на навколишнє природне середовище, гарантування екологічної безпеки, охорону довкілля. Влаштування нових нафтогазових свердловин дасть змогу покращити енергетичний потенціал держави. Але створює негативний вплив на навколишнє середовище. Під час буріння свердловин недостатньо враховується їх вплив на довкілля, а також оцінюються та аналізуються небезпеки, пов'язані зі специфікою їх роботи. Отже, аналіз викидів забруднюючих речовин під час буріння свердловин є актуальним. Метою даної роботи є оцінка викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря під час буріння свердловин. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі досліджень: аналіз сумарних викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря під час буріння свердловин; оцінка техногенного впливу на повітряний басейн та заходи щодо їх мінімізації. Об'єктом дослідження є свердловини в процесі буріння на промисловому майданчику. Предмет досліджень: речовини, які забруднюють навколишнє середовище під час буріння. Розглянуто організовані та неорганізовані джерела викиду забруднюючих речовин у процесі буріння свердловин. Проведено аналіз сумарних викидів забруднюючих речовин під час буріння свердловини. Основну частку складають викиди діоксиду азоту, сірчистого ангідриду та оксиду вуглецю. Проаналізовано викиди з організованих джерел. Джерелами впливу на повітряне середовище при бурінні свердловини є продукти згорання дизельного палива двигунів бурової установки. Визначено валові викиди, що надходять у атмосферу з димовими газами, та виконано порівняльний аналіз. Розраховано комплексний індекс забруднення атмосфери. Концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, з урахуванням існуючого фонового забруднення, на межі нормативної санітарно-захисної зони не перевищують гігієнічних нормативів. Запропоновані рекомендації щодо мінімізації впливу забруднюючих речовин на атмосферне повітря. *Ключові слова:* безпека, довкілля, забруднюючі речовини, джерела викиду, продукти згорання, індекс забруднення.

Assessment of the effect of pollutants emissions on atmospheric air during well drilling. Kryvenko G.

To guarantee the state's security in wartime, the coordinated operation of the oil and gas complex is required. Oil and gas production is characterized by the fact that at all its stages it harms the environment in general, and on all its spheres in particular. The enterprises of the oil and gas complex are faced with the task of implementing measures related to the prevention of environmental pollution and the rational use of natural resources. Environmental impact assessment is aimed at preventing negative impacts on the natural environment, guaranteeing environmental safety, and environmental protection. The construction of new oil and gas wells will make it possible to improve the energy potential of the state. But it creates a negative impact on the environment. The impact on the environment during well drilling as well as the dangers associated with the specifics of their work are not sufficiently taken into account. Therefore, the analysis of pollutant emissions during well drilling is relevant. The purpose of this work is to estimate emissions of pollutants into atmospheric air during well drilling. To achieve the goal, the following research tasks were formulated: analysis of total emissions of pollutants into atmospheric air during well drilling; assessment of man-made impact on the air basin and measures to minimize it. The object of the study is wells in the process of drilling at an industrial site. The subject of research: substances that pollute the environment during drilling. Organized and unorganized sources of emissions of pollutants in the process of well drilling are considered. An analysis of total pollutant emissions during well drilling was carried out. Emissions of nitrogen dioxide, sulfur dioxide, and carbon monoxide make up the main share. Emissions from organized sources were analyzed. The sources of impact on the air environment during well drilling are the combustion products of diesel fuel from the engines of the drilling rig. Gross emissions entering the atmosphere with flue gases were determined, and a comparative analysis was performed. A complex air pollution index was calculated. Concentrations of pollutants in the atmospheric air, taking into account the existing background pollution, at the border of the regulatory sanitary protection zone do not exceed hygienic standards. Proposed recommendations for minimizing the impact of pollutants on atmospheric air. *Key words:* safety, environment, pollutants, emission sources, combustion products, pollution index.

Постановка проблеми. Військове вторгнення в Україну спричинило безпрецедентну енергетичну кризу, стрімкий ріст цін на природний газ та інші енергетичні товари, загальну високу інфляцію. Втім, ЄС спромігся на організацію системної протидії кризі, зокрема у спільних підходах із диверсифікації джерел енергопостачання та посиленні енергетичної безпеки.

Але для гарантування безпеки держави у воєнний час потрібна злагоджена робота нафтогазового комплексу. Нафтогазове виробництво характерне тим, що на всіх його стадіях здійснюється шкідливий вплив на навколишнє середовище загалом, і на всі його компоненти зокрема. Перед підприємствами нафтогазового комплексу постає завдання щодо здійснення превен-

тивних заходів, пов'язаних із запобіганням забрудненню довкілля та раціональним використанням природних ресурсів. Влаштування нових нафтогазових свердловин дасть змогу покращити енергетичний потенціал держави. Але створює негативний вплив на навколишнє середовище. Буріння свердловин негативно впливає на всі складові довкілля. Під час проведення планових робіт потрібно наперед встановити, які чинники довкілля можуть зазнати негативний вплив та провести певні заходи для його мінімізації.

Актуальність дослідження та зв'язок авторського доробку з важливими науково-практичними завданнями. Під час буріння свердловин недостатньо враховується їх вплив на довкілля, а також оцінюються та аналізуються небезпеки, пов'язані зі специфікою їх роботи. Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище необхідно проведення детального аналізу викидів забруднюючих речовин на всіх стадіях влаштування свердловин та заходів з їх мінімізації. Отже, аналіз викидів забруднюючих речовин під час буріння свердловин є актуальним. Аналіз та прогнозування викидів забруднюючих речовин на етапі буріння свердловин дасть змогу своєчасно провести необхідні заходи з попередження виникнення аварійних ситуацій. У цьому полягає практичне значення авторського доробку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі дослідження стану атмосферного повітря та впливу на довкілля викидів забруднюючих речовин присвячені праці багатьох вчених. Екологічна оцінка стану атмосферного повітря наведена у наукових працях [1, 2, 3]. Вплив діяльності промислових підприємств на забруднення довкілля та удосконалення виробничих процесів з метою зменшення техногенного навантаження подано у роботах [4, 5, 6]. Аналіз техногенного навантаження на повітряний басейн висвітлений у роботі [7].

Відомо, що у процесі буріння свердловин вплив на компоненти довкілля можливий не тільки внаслідок аварійних ситуацій, а й за нормальних умов перебігу виробничого процесу. Це, в основному, пов'язано зі значними обсягами викидів у атмосферу шкідливих речовин [8, 9]. У роботі [10] проаналізовано факти надходження із свердловин вуглеводнів та інших супутніх небезпечних речовин у навколишнє природне середовище та наслідки, що виникають. Щодо питання зменшення шкідливих викидів у довкілля, то з певних об'єктивних і суб'єктивних причин на сьогодні воно повністю не вирішене. З аналізу літературних джерел, присвячених проблемам викидів забруднюючих речовин, випливає, що існує необхідність комплексного аналізу викидів, що дасть змогу їх спрогнозувати та вжити ефективні заходи щодо мінімізації забруднення довкілля.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. З джерел, присвячених проблемам забруднення довкілля, випливає, що існує необхідність

у проведенні комплексного аналізу викидів в атмосферне повітря під час буріння свердловин.

Метою даної роботи є оцінка викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря під час буріння свердловин. Для досягнення поставленої мети були сформульовані наступні задачі досліджень: аналіз викидів забруднюючих речовин під час буріння свердловин; оцінка техногенного впливу на повітряний басейн та заходи щодо їх мінімізації. Об'єктом дослідження є свердловини в процесі буріння на промисловому майданчику у межах об'єднаної територіальної громади в Полтавській області. Предмет досліджень: речовини, які забруднюють навколишнє середовище під час буріння.

Новизна та загальнонаукове значення. Новизна полягає у комплексному дослідженні викидів речовин, які забруднюють довкілля, з організованих джерел. Результати наукової роботи в комплексі з іншими дослідженнями дадуть змогу провести відповідні заходи для мінімізації забруднення навколишнього середовища.

Виклад основного матеріалу. Буріння свердловини передбачається в адміністративних межах об'єднаної територіальної громади в Полтавській області. Під буровий майданчик відведено земельну ділянку, на якій розміщується бурове обладнання, споруди, службові та побутові приміщення, з урахуванням екологічних, санітарних, протипожежних вимог. Під час проведення бурових робіт потрібно наперед встановити, які чинники довкілля можуть зазнати негативного впливу (рис. 1) та провести певні заходи для його мінімізації.

Оскільки метою даної роботи є оцінка викидів забруднюючих речовин під час буріння свердловин, то проаналізуємо, як впливатиме даний процес на такий чинник довкілля як атмосферне повітря.

Наведемо і охарактеризуємо джерела викиду забруднюючих речовин у процесі буріння свердловин.

Джерела викидів поділяються на організовані та неорганізовані. До організованих джерел викидів відносяться вихлопні труби дизельних двигунів, дихальні клапани резервуарів.



Рис. 1. Чинники довкілля, які можуть зазнати впливу під час буріння свердловини:

- 1 – здоров'я населення; 2 – кліматичні фактори;
- 3 – атмосферне повітря; 4 – геологічне середовище;
- 5 – підземні горизонти з прісними водами та поверхневі води; 6 – ландшафт; 7 – ґрунт;
- 8 – біорізноманіття; 9 – матеріальні об'єкти, включаючи архітектурну, археологічну та культурну спадщину; 10 – соціально-економічні умови;
- 11 – техногенне середовище

Для приведення в дію ротора бурового верстата та лебідки підйому колони використовується сило-вий блок верстата – два промислові дизельні двигуни з гідродинамічною передачею, що встановлений на естакаді верстата. Для приведення в дію бурового насоса використовується два промислові дизельні двигуни, що встановлені на майданчику бурової. Приведення в дію електрогенераторів здійснюється за допомогою промислового дизельного двигуна, що встановлений на майданчику бурової. Наведені вище двигуни мають індивідуальні вихлопні труби.

Джерелами впливу на повітряне середовище при бурінні свердловини є продукти згорання дизельного палива двигунів бурової установки. У ході ведення технологічного процесу в атмосферне повітря через вихлопні труби генераторів викидаються: речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом, сірчистий ангідрид, діоксид азоту, оксид вуглецю, діоксид вуглецю, оксид азоту, метан, неметанові леткі органічні сполуки (суміш насичених вуглеводнів C_2-C_8 і суміш насичених і ненасичених вуглеводнів C_1-C_4).

На території майданчика встановлено ємність для зберігання дизельного палива, що забезпечує роботу всіх дизельних двигунів на майданчику бурової. Ємність обладнана дихальним клапаном марки СМДК-50. При наповненні ємності та зберіганні дизельного пального в атмосферу через дихальний клапан потрапляють вуглеводні насичені $C_{12}-C_{19}$ (розчинник РПК-26511 та ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець.

Неорганізовані джерела поділяються на зварювальний пост, вогневе різання металу, пости механічної обробки металу та шламовий амбар. Зварювальний пост призначений для ручного дугового зварювання сталі штучними електродами. Під час роботи зварювального посту в атмосферне повітря виділяється: оксид заліза (у перерахунку на залізо), марганець і його сполуки (у перерахунку на двоокис марганцю), аморфний діоксид кремнію, фтористі сполуки, діоксид азоту, оксид вуглецю. У ході ведення технологічного процесу вогневого різання металу в атмосферне повітря надходить: оксид заліза (у перерахунку на залізо), марганець і його сполуки (у перерахунку на двоокис марганцю), діоксид азоту, оксид вуглецю. Пости механічної обробки металу оснащені металообробними машинами та є неорганізованим джерелом викиду. Під час роботи обладнання в атмосферне повітря надходить: пил металевий (легуючих сталей), пил абразивний. На території промислового майданчика присутній блок вивантаження сипкої складової бурового розчину, що є неорганізованим джерелом викиду. Під час вивантажувальних робіт в атмосферне повітря виділяється: речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом. Збір шламових відходів відбувається у два шламових амбари, які облаштовані на промисловому май-

данчику та використовуються одночасно. Амбари є неорганізованими джерелами викиду. Виділення забруднюючих речовин в атмосферу відбувається при відстоюванні шламу, в атмосферне повітря надходять вуглеводні насичені $C_{12}-C_{19}$ (розчинник РПК-26511 та ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець. Сумарний викид забруднюючих речовин у процесі буріння у повітряний басейн складає 2,57 г/с. Для порівняльного аналізу окремих викидів забруднюючих речовин наведено рис. 2 [11].

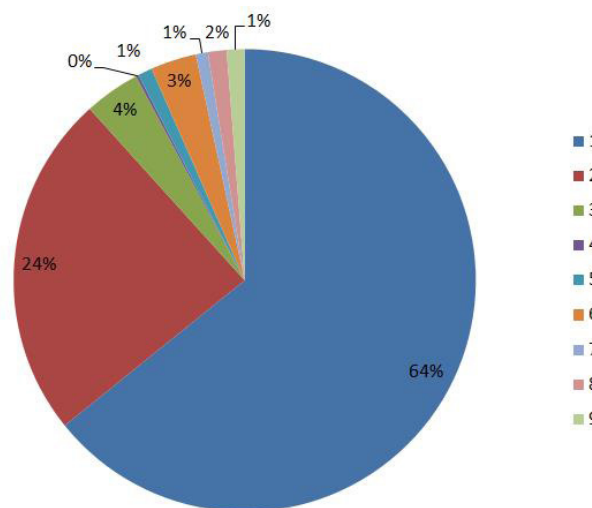


Рис. 2. Викиди забруднюючих речовин під час буріння свердловин: 1 – діоксид азоту; 2 – сірчистий ангідрид; 3 – оксид вуглецю; 4 – метан; 5 – вуглеводні насичені $C_{12}-C_{19}$ (розчинник РПК-26511 та ін.) у перерахунку на сумарний органічний вуглець; 6 – суміш насичених вуглеводнів C_2-C_8 і суміш насичених і ненасичених вуглеводнів C_1-C_4 (неметанові легкі органічні сполуки (НМЛОС); 7 – пил абразивний; 8 – пил металевий; 9 – інші

З аналізу рис. 2 випливає, що під час буріння свердловин у повітрі, в основному, розсіюються такі забруднюючі речовини: діоксид азоту, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю. Кількість діоксиду азоту у викидах складає 64,2 %, сірчистого ангідриду – 24,1 %, оксиду вуглецю – 3,9 %. Інші забруднюючі речовини сумарно складають 1,25 %. До них відносяться такі: речовини у вигляді суспендованих частинок, недиференційованих за складом; оксид заліза (в перерахунку на залізо); марганець та його сполуки (у перерахунку на марганець); аморфний діоксид кремнію; оксид азоту; фтористий водень; фториди добре розчинні та погано розчинні неорганічні.

Забруднення повітря азотовмісними з'єднаннями створює несприятливі умови для імунної системи. Високий вміст оксидів азоту в повітрі збільшує сприйнятливості до вірусних захворювань. Сірчистий ангідрид має властивості подразнюючого чинника, в основному він справляє дію на дихальну систему людини, викликаючи роздратування слизових оболонок бронхів і верхніх дихальних

шляхів, кашель. Оксид вуглецю – це найбільш небезпечний і надзвичайно розповсюджений з газоподібних забруднювачів повітря, токсичність якого зумовлена його реакцією з гемоглобіном крові. Під час буріння свердловини значення його не перевищує фонову концентрацію 0,4 мг/м³ [2].

Визначимо викиди забруднюючих речовин з організованих джерел під час буріння свердловин. На території об'єкту є організовані джерела забруднення а саме: вихлопні труби двох дизельних двигунів приводу ротора та лебідки; вихлопні труби двох дизельних двигунів приводу бурових насосів, вихлопні труби двох дизельних двигунів приводу електрогенераторів та дихальний клапан ємності дизельного пального. Викиди забруднюючих речовин, що надходять від дизельних двигунів, розраховують відповідно до [12].

Валовий викид j -ї забруднюючої речовини M_j , що надходить у атмосферу з димовими газами теплосилової установки за проміжок часу t , визначається за такою залежністю:

$$M_j = \sum_i M_{ji} = 10^{-6} \sum_i k_{ji} B_i (Q_i^r), \quad (1)$$

де M_{ji} – валовий викид j -ї забруднюючої речовини під час спалювання i -го палива за проміжок часу t ; k_{ji} – показник емісії j -ї забруднюючої речовини для i -го палива, г/ГДж; B_i – витрата i -го палива за проміжок часу t ; $(Q_i^r)_i$ – нижча робоча теплота згоряння i -го палива, МДж/кг.

Враховуються показники емісії таких речовин: оксиду азоту; речовин у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом; сір-

чистого ангідриду; метану; оксиду вуглецю; азоту оксиду; неметанових летких органічних сполук.

Проаналізуємо викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря через вихлопні труби дизельних двигунів. Результати розрахунків викидів забруднюючих речовин через вихлопні труби дизельних двигунів під час буріння свердловини наведено на рис. 3.

Із аналізу рис. 3 випливає, що під час буріння свердловин через вихлопні труби дизельних двигунів спостерігаються такі викиди забруднюючих речовин: діоксид азоту, сірчистий ангідрид, неметанові леткі органічні сполуки, метан, оксид вуглецю, оксид азоту, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок недиференційованих за складом. Слід зауважити, що під час процесу буріння свердловин спостерігається найбільше викидів діоксиду азоту, що складає 2,47 т/рік, сірчистого ангідриду – 0,23 т/рік, неметанових летких органічних сполук – 0,12 т/рік, метану – 0,098 т/рік, оксиду вуглецю – 0,081 т/рік, оксиду азоту та речовини у вигляді суспендованих твердих частинок відповідно 6,15 кг/рік та 9,45 кг/рік.

Оцінка впливу викидів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря здійснюється за результатами розрахунків вмісту забруднюючих речовин у викидах зі стаціонарних джерел.

Гігієнічним критерієм для визначення гранично-допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферу є відповідність їх розрахункових концентрацій на межі санітарно захисної зони (СЗЗ) гігієнічним нормативам.

За результатами проведених розрахунків встановлено, що на межі нормативної СЗЗ розрахункові кон-

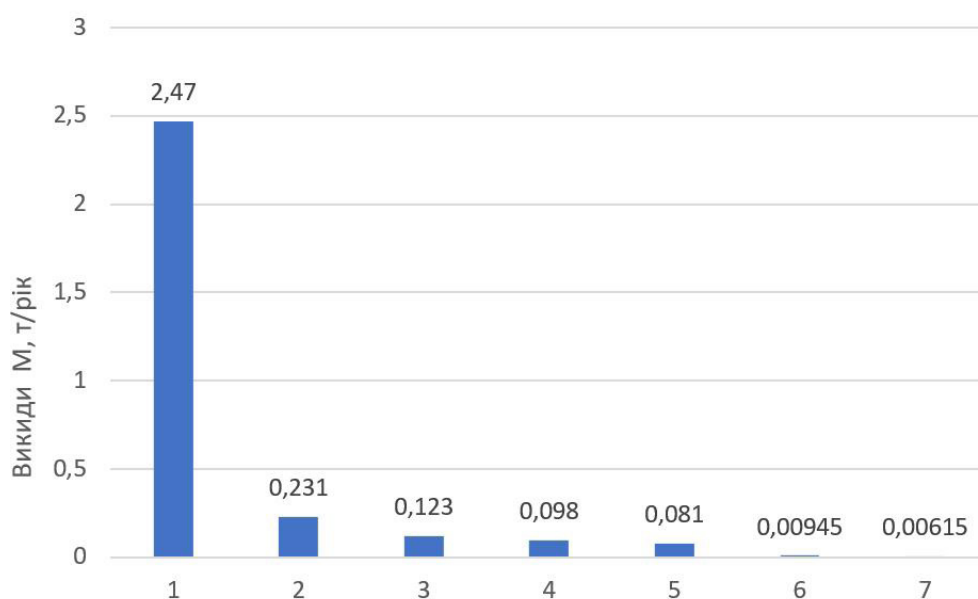


Рис. 3. Викиди забруднюючих речовин через вихлопні труби дизельних двигунів під час буріння свердловини: 1 – діоксид азоту; 2 – сірчистий ангідрид; 3 – неметанові легкі органічні сполуки; 4 – метан; 5 – оксид вуглецю; 6 – речовини у вигляді суспендованих твердих частинок; 7 – оксид азоту

центрації всіх забруднюючих речовин не перевищують величин граничнодопустимих концентрацій (ГДК).

Доцільність розрахунку розсіювання викидів шкідливих речовин в атмосферу визначається співвідношенням [13]:

$$M / ГДК > \Phi,$$

$$\Phi = 0,1, \text{ при } H \leq 10 \text{ м, } \Phi = 0,01 H, \text{ при } H > 10 \text{ м,}$$

де M – сумарна величина викиду забруднюючої речовини від усіх джерел підприємства, г/с; $ГДК$ – максимальна разова граничнодопустима концентрація забруднюючої речовини, мг/м³; H – середня висота джерел викиду, м.

На етапі буріння свердловини за результатами перевірки недоцільно проведення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин.

Оцінка техногенного впливу на атмосферне повітря визначається індексами забруднення атмосфери (ІЗА) за методикою, наведеною у [14].

Комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА) розраховують за формулою:

$$I = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{q}{ГДК_c} \right)^{C_i} \right), \quad (2)$$

де q – середня концентрації забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, мг/м³; C_i – константа, що приймає значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки забруднюючих речовин і дозволяє привести ступінь шкідливості i -ої забруднюючої речовини до ступеня шкідливості SO_2 .

Клас небезпеки і величини ГДК забруднюючих речовин, що виділяються в атмосферу, прийняті згідно «Списку гранично допустимих концентрацій і орієнтовних безпечних рівнів діяння забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць».

Результати розрахунків індексів забруднення атмосфери шкідливими речовинами наведено в табл. 1.

Комплексний індекс забруднення атмосфери дорівнює 0,97. Отже, $I_5 < 2,5$ – чисте атмосферне повітря під час проведення бурових робіт [14].

Під час проведення бурових робіт викиди мають тимчасовий характер.

З метою скорочення викидів забруднюючих речовин у повітряне середовище рекомендується здійснювати такі заходи: заборонити роботу двигунів на форсованому режимі; підсилити контроль за дотриманням точного регламенту виробничої діяльності; розподілити в часі роботу обладнання, яке пов'язане з безперервним технологічним процесом. Здійснення цих та інших заходів дозволить знизити викиди на буровому майданчику. З метою попередження неконтрольованого виходу газу на поверхню густина бурового розчину вибирається з умови забезпечення створення протитиску на газонасичені пласти. Під час провадження робіт з буріння свердловини вживатимуться заходи щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин і зменшення впливу фізичних чинників.

Висновки. Проведено аналіз сумарних викидів забруднюючих речовин під час буріння свердловини. Викиди у повітряний басейн діоксиду азоту складають 64,2 %; сірчистого ангідриду – 24,1 %; оксиду вуглецю – 3,9 %.

Під час буріння свердловин спостерігаються викиди з організованих джерел. Визначено валові викиди що надходить у атмосферу з димовими газами, та виконано порівняльний аналіз. Валовий викид діоксиду азоту складає 2,470 т/рік, сірчистого ангідриду – 0,231 т/рік, неметанових летких органічних сполук – 0,12 т/рік.

Концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, з урахуванням існуючого фонових забруднення, на межі нормативної санітарно-захисної зони не перевищують гігієнічних нормативів. Комплексний індекс забруднення атмосфери дорівнює 0,97. Запропоновані рекомендації щодо мінімізації впливу забруднюючих речовин на атмосферне повітря.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати наукових досліджень, викладені у цій статті, можуть використовуватися для вирішення питань, пов'язаних зі забрудненням довкілля під час буріння нафтогазових свердловин. Подальші дослідження передбачають комплексну оцінку викидів забруднюючих речовин на об'єктах нафтогазової галузі.

Таблиця 1

Значення індексів забруднення атмосфери

Назва забруднюючих речовин	Клас небезпеки	ГДК, мг/м ³	Значення фонових концентрацій, мг/м ³	Значення індексів забруднення атмосфери
Діоксид азоту	3	0,2	0,008	0,4
Сірчистий ангідрид	3	0,5	0,02	0,04
Сірководень	2	0,008	0,0005	0,027
Оксид вуглецю	4	5	0,4	0,103
Пил абразивно-металевий	4	0,4	0,16	0,4
Комплексний індекс забруднення атмосфери				0,97

Література

1. Adamenko Ya. The Methodology of Environmental Impacts Assessment of Environmentally Hazardous Facilities. *Environmental Problems*, Publishing House of Lviv Polytechnic National University. 2017. 2(1) P. 19–23.
2. Семчук Я. М., Савчук Л. Я. Захист атмосферного повітря від забруднень. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 2019. 198 с.
3. Гулай Л. Д., Караїм О. А., Синюк А. Ю. Екологічна оцінка стану атмосферного повітря у м. Нововолинськ. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2016. Вип. 14. С. 58–65. URL: <https://periodicals.karazin.ua/ecology/article/view/6337/5870>.
4. Баскакова Л. В., Кравченко Н. Б., Сафонова О. О. Вплив діяльності Новокраматорського машинобудівного заводу на навколишнє природне середовище. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія»*. 2017. № 17. С. 89–98. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2017-17-10>.
5. Кривенко Г. М., Возняк М. П., Возняк Л. В., Кривенко С. О. Дослідження впливу діаметра трубопроводу на поширення ударної хвилі у аварійних ситуаціях *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 1(36). 2014. С. 110–117.
6. Galyna Kryvenko. Emissions of Pollutants into the Atmospheric Air by Stationary Sources. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 2021. Volume 8. No. 2. P. 301–310.
7. Чугай А. В., Чернякова О. І., Базика Ю. В. Аналіз техногенного навантаження на повітряний басейн окремих промислово-міських агломерацій Східної України (на прикладі міста Дніпро). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2018. № 19. С. 75–81. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2018-19-07>.
8. Хомин, В. Р. Екологічні ризики під час буріння та освоєння свердловин. *Науковий вісник НЛТУ України. Екологія та довкілля*. 2015. Вип. 25.4 2. С. 110–114.
9. Деревська К., Руденко К., Шевчук М., Мирижук Є. Оцінка екологічного стану навколишнього середовища Іллінецької імпактної структури. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*. 2022. Вип. 3. С. 66–72. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.98.08>.
10. Яцишин Т. М., Савик В. М. Дослідження впливу основних технологічних операцій процесу буріння нафтогазових свердловин на атмосферне повітря. *Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАН України*. 2012. № 62. С. 54–59.
11. Звіт з оцінки впливу на довкілля буріння свердловин. СП «Полтавська газонафтова компанія». 2022. 499 с.
12. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Український науковий центр технічної екології. 2004. Том I. 184 с.
13. Караїм О. А., Гулай Л. Д., Юрченко О. М., Бакараєв О. А., Джам О. А., Музиченко О. С., Лавринюк З. В. Оцінка впливу на довкілля викидів забруднюючих речовин ДП «Колківське ЛГ». *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна серія «Екологія»*. 2021. вип. 24 С. 66–78.
14. Чугай А. В., Сафранов. Т. А. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля. 2021. 118 с.