

УДК 55:504(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/geotech2024.38.06>**Вергельська Н.В., Вергельська В.В.**

Вергельська Н.В., доктор геологічних наук, завідувач відділу, Державна установа «Науковий центр гірничої геології, геоecології та розвитку інфраструктури Національної академії наук України», ORCID:0000-0002-1440-6082, vnata09@meta.ua

Вергельська В.В., аспірант, Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища Національної академії наук України», ORCID:0000-0002-6206-710X

ФОРМУВАННЯ ТЕХНОГЕННО НАВАНТАЖЕНОГО СЕРЕДОВИЩА У ВУГЛЕВИДОБУВНИХ РЕГІОНАХ

Формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах складається із двох взаємопов'язаних процесів, які стосуються порушення верхнього шару літосфери гірничими виробками та виведення на денну поверхню осадових порід. Зміни геологічного середовища під дією вуглевидобувних робіт набувають масштабів геологічних явищ як у гірничих виробках, так і у вугільних териконах. Вуглевидобувні регіони мають корінні, у переважній більшості незворотні, зміни для верхнього шару літосфери, утворюючи нові структури. Наслідком понад двоохотрічних вуглевидобувних робіт є виведені на земну поверхню значні маси вилучених із глибин порід і вугілля, які спричинили формування нових геолого-техногенних структур та призвели до прискорення низхідних переміщень і посилення опускання приповерхневих товщ, їх деформацію, що фіксуються інженерно-геологічними та топогеодезичними спостереженнями. Зважаючи на основні вимоги нормативних документів, які діють у сфері використання надр: Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Кодексу України про надра, дослідження формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах є актуальними. У більшості випадків, визначаючи вплив вуглевидобувних підприємств на екологію регіону, розглядають насамперед породи, виведені на денну поверхню. Проте протікання геологічних процесів у териконах залишається малодослідженими. Новоутворені природно-техногенні та техногенні горизонти (ділянки) включаються в ендегенні й екзогенні процеси планетарного рівня. Геологічний процес структуроутворення зазнав значних змін у зв'язку з гірничо-видобувними роботами, які мають вплив на глибину до 2000 м. Процеси, які протікають у природно-техногенних горизонтах вуглепородних масивів, доповнюють і певною мірою змінюють перебіг попередніх геологічних процесів, але поки що їх впливів на довкілля не фіксується. Незважаючи на це, саме процеси, активізовані вуглевидобуванням у верхніх горизонтах літосфери, є визначальними для формування техногенно навантаженого середовища і мають не менший негативний вплив на довкілля, ніж терикони.

Ключові слова: техногенно навантажене середовище, вуглевидобувні регіони, природно-техногенні горизонти.

Вступ. Видобуток вугілля призводить до формування нових інженерно-геологічних, геохімічних, гідро-геологічних та біологічних умов, які мають незворотній характер змін довкілля й виражені в порушенні рельєфу, ландшафту, забрудненні атмосфери, ґрунтів, підземних і поверхневих вод. Формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах складається із двох взаємопов'язаних процесів, які стосуються порушення верхнього шару літосфери гірничими виробками та виведення на денну поверхню осадових порід. Зміни геологічного середовища під дією вуглевидобувних робіт набувають масштабів геологічних явищ як у гірничих виробках, так і у вугільних териконах.

Розвиток вуглевидобувної промисловості призвів до значного антропогенного навантаження у межах вугільних басейнів і вугленосних площ, унаслідок чого сформовано природно-техногенні та техногенні ландшафти. Природно-техногенні та техногенні зміни надр Землі та її поверхні набирають особливо значного розмаху через інтенсифікацію видобувних робіт і поглиблення горизонту вуглевидобувних виробок.

За тривалий період вуглевидобутку накопичений значний фактичний матеріал про гірничо-геологічні умови на різних глибинах видобутку, тектоніку, гідрогеологію та шахтні води, що дало змогу визначити основні фактори формування техногенно навантаженого середовища. Значний доробок у дослідження та розробку цього напрямку було внесено А. Я. Радзівіллом, Л. І. Пимоненко, В. В. Лукіновим, В. Г. Верховцевим, С. О. Довгим, О. А. Улицьким, М. С. Ковальчуком, І. В. Бучинською, Н. О. Д'яченко, Д. П. Гунею, О. В. Правоторовою та іншими.

Зважаючи на основні вимоги нормативних документів, які діють у сфері використання надр: Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища» та Кодексу України про надра, дослідження формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах є актуальними.

Метою дослідження є визначення умов формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах і можливості зменшення їх впливу на довкілля.

Аналіз досліджень і публікацій. Тривалий час питання екології у порушених гірничими виробками регіонів є одним з актуальних у світі. Незважаючи на це, вуглевидобувні регіони, де чітко виражені прояви безповоротної трансформації геологічного середовища у техногенне геологічне середовище, залишаються недостатньо дослідженими. За останнє десятиріччя видано ряд монографічних праць і наукових публікацій щодо оцінки екологічних ризиків, на нашу думку, найбільш інформативні щодо вуглевидобувних регіонів та оцінки екологічних ризиків такі.

У монографії «Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні» розглядається освоєння мінерально-сировинної бази як важливий фактор розвитку держави й окремих регіонів, яка тісно пов'язана з екологічними наслідками. На думку авторів монографії, з кожним роком у гірничодобувних регіонах відбувається ряд техногенних змін природного середовища, які деколи набувають форми екологічних криз і катастроф. Вони вказують, що сучасні методики геолого-економічної оцінки сировинної бази не враховують екологічних ризиків під час розробки корисних копалин (Довгий та ін., 2012). На жаль, автори наводять незначні дані щодо впливу гірничих вугільних виробок на літосферу.

У монографії «Методологія оцінювання екологічних ризиків» зазначено, що безпека населення й навколишнього середовища, захист від техногенних і природних небезпек віднесені до пріоритетних завдань національної безпеки держави та суспільства. Автори зазначають, що виробнича та господарська діяльність людства, особливо в таких галузях, як енергетична, хімічна, електронна, транспортна, гірничо-видобувна, будівельних матеріалів тощо, створює неприйнятно високі ризики для здоров'я людей і біологічного різноманіття планети. Також вони зазначають, що методологію оцінювання екологічних ризиків потрібно постійно розвивати й удосконалювати, оскільки вона є інформаційною основою наукового обґрунтування заходів безпеки, що стають підґрунтям прийняття оптимальних управлінських рішень (Лисиченко та ін., 2011).

У монографії «Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної безпеки навколишнього середовища в умовах реформування вугільної галузі» висвітлено питання закономірностей впливу вугільних шахт, що закриваються, на зміни гідрогеологічних, геомеханічних та екологічних параметрів навколишнього середовища. Авторами встановлено, що різні фактори впливу вугільних шахт на довкілля, серед яких міграція високомінералізованих шахтних вод, дегазація вуглевмісних шарів, геодинамічні зрушення у масивах гірських порід та інші, обумовлюються ендегенними, екзогенними й техногенними процесами. За результатами досліджень автори пропонують концепцію управління екологічною безпекою у вугледобувних регіонах, де відбувається масова ліквідація шахт (Улицький та ін., 2014).

Матеріали та методи дослідження. Проведено узагальнення попередніх і власних досліджень умов

формування техногенно навантаженого середовища у вуглевидобувних регіонах України. Польові дослідження вугільних виробок, териконів, буровугільних кар'єрів проведено в Донецькому басейні (2019–2021 рр.) (рис. 1), Львівсько-Волинському басейні (2022 р.), Дніпровському буровугільному басейні (2008–2020 рр.) та Закарпатській вугленосній площі (2022 р.). Лабораторні дослідження газової хроматографії проведені у ДП «Укрнаукагеоцентр», м. Полтава, керівник Комплексної лабораторії – кандидат геологічних наук Н. В. Сіра.

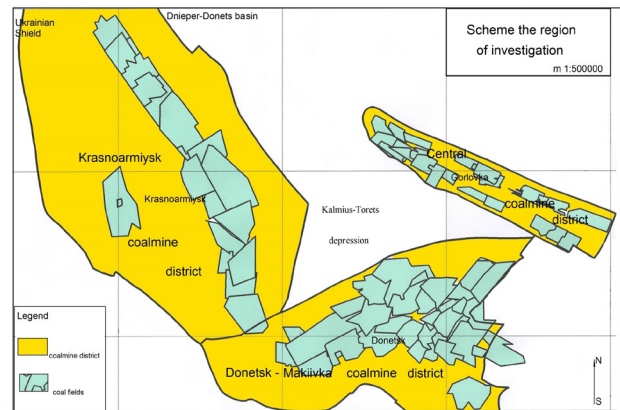


Рис. 1. Райони дослідження в межах Донецького басейну
Fig. 1. Research areas within the Donetsk basin

Виклад основного матеріалу. Техногенні та новітні тектонічні зміни надр Землі та її поверхні набувають значного розмаху через інтенсифікацію гірничо-видобувних робіт у літосфері. Вуглевидобувні регіони мають корінні, у переважній більшості незворотні, зміни для верхнього шару літосфери, утворюючи нові структури. Наслідком понад двохсот п'ятдесятирічних вуглевидобувних робіт є виведені на земну поверхню значні маси вилучених із глибин порід і вугілля, які спричинили формування нових геолого-техногенних структур та призвели до прискорення низхідних переміщень, посилення опускання приповерхневих товщ, їх деформації, що фіксуються інженерно-геологічними та топогеодезичними спостереженнями.

Розглянемо незворотні зміни, спричинені вуглевидобуванням у верхніх шарах літосфери.

Гірничі вугільні виробки сягають глибини до 1850 м на Донбасі та до 750 м у Львівсько-Волинському басейні. Унаслідок розробки вугільних пластів утворюються горизонти «пустот» (вироблених вугільних пластів), які можуть мати від 1 до 5 рівнів (горизонтів) на різних глибинах. Відпрацювання вугільних пластів у Донецькому басейні під кутом (від 3 до 20°, а на окремих шахтах і більше) зменшує просідання поверхні над відпрацьованими ділянками вуглепородних масивів, але створює так звану шагрєневу шкіру. «Шагрєнева шкіра» – неоднорідне, мало виражене на поверхні просідання, яке фіксується аерофотозйомкою місцевості та сприяє сучасним проявам мікротектонічних процесів у породах верхніх шарів літосфери,

у тому числі й формування нових шляхів міграції газів. У Львівсько-Волинському басейні більшість пластів виробляється горизонтально, тому просідання поверхні більш виразні. Над відпрацьованими ділянками вуглепородних масивів розвивається інтенсивне зволоження через підвищення рівня підземних вод, а на раніше зволжених ділянках спостерігається значне заболочення. В окремих випадках утворилися затоплені або заповнені водою округлі або овальні западини – озера, які повністю повторюють вироблений простір гірничих виробок.

Після відпрацювання вугільного пласта, згідно з технологією, у виробку обвалюють покрівлю, тобто потужність новоутвореного техногенного (природно-техногенного) горизонту більша за вугільний пласт, іноді у 2,5 раза. Значно змінена пористість горизонту сприяє його наповненню газом (табл. 1) чи водою, створюючи нові геохімічні, а з глибиною і термобаричні умови. За умови заповнення газом техногенного горизонту, особливо в зонах тектонічних порушень, формуються техногенні газові колектори вуглепородних масивів. Під час заповнення колектора газ починає мігрувати у верхні горизонти, у тому числі і на поверхню Землі. Вільний газ займає поровий простір (гранулярні та тріщинні колектори), де його кількість залежить від пористості породи забутовки, тиску, під яким він перебуває, та температури гірського масиву. Із заповненням пор і тріщин водою кількість газу в них відповідно зменшується. Співвідношення обсягу вільних і сорбованих газів залежить від термобаричних умов гірського масиву, сорбційних властивостей вуглистих порід, ступеня обводненості тощо (Вергельська, 2014; Вергельська та ін., 2015; Лівенцева та ін., 2019).

Таблиця 1. Результати дослідження залишкової газової складової відпрацьованого простору діючих шахт Красноармійського та Донецько-Макіївського вуглепромислових районів

Table 1. Results of the study of the residual gas component of the spent space of the operating mines of the Krasnoarmiysk and Donets-Makiiv coal-mining districts

Газ	в об. %
He	$9,6 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$
CO ₂	0,36 – 8,1 об. %
O ₂	8,7 – 15,3
H ₂	$8,3 \cdot 10^{-3} - 1,4 \cdot 10^{-1}$
CH ₄	0,169 – 15,44
C ₂ H ₆	0,003 – 0,188
C ₂ H ₄	–
C ₃ H ₈	$8,1 \cdot 10^{-4} - 8,0 \cdot 10^{-2}$
C ₃ H ₆	–
iC ₄ H ₁₀	$7,2 \cdot 10^{-5} - 2,7 \cdot 10^{-3}$
nC ₄ H ₁₀	$5,0 \cdot 10^{-5} - 1,2 \cdot 10^{-2}$
neoC ₅ H ₁₂	–
iC ₅ H ₁₂	$7,5 \cdot 10^{-4} - 2,9 \cdot 10^{-3}$
nC ₅ H ₁₂	$8,4 \cdot 10^{-5} - 4,0 \cdot 10^{-3}$
C ₆ H ₁₄	$7,1 \cdot 10^{-5} - 2,9 \cdot 10^{-3}$

Із заповненням колектора водою, тобто закриття шахти «мокрою консервацією», за 5 років горизонт набуває характеристики водо-газоносного (Вергельська та ін., 2015). У цьому випадку газ може мігрувати як на поверхню, так і на суміжні виробки чи шахти як складова шахтних вод.

Зони розуцільнення в земній корі на глибинах призводять до значних переміщень і обміну енергією поглинання тепла з його найактивнішим носієм – воднем – і утворенням ендотермальних сполук, а в зонах стиснення – ендотермічних сполук і режимів екранів. Компоненти з меншою щільністю переміщуються із зон стиснення, заповнюючи більш ємні зони розуцільнення, у тому числі зони, у яких були концентровані вугільні поклади, а нині природно-техногенний горизонт (Радзівілл, 2005).

Видобуток бурого вугілля в наш час відбувається кар'єрами Дніпровського буровугільного басейну та Закарпатської вугленосної площі. Під час видобутку вугілля глибина виробок сягає 15–50 м. Після відпрацювання вугільного пласта зняті породи повертають до кар'єра, незважаючи на це, такий тип видобутку вугілля, на глибину розробки, змінює верхні шари літосфери та гідросфери (підземні води). Видобуток бурого вугілля відкритим способом створює природно-техногенні ділянки на глибину до 50 м на поверхні літосфери, що виражається у зміні рельєфу та створенні штучних водойм.

Новоутворені природно-техногенні та техногенні горизонти (ділянки) включаються в геохімічні процеси, які постійно активізуються розробкою горизонтів, що лежать нижче. Геологічний процес як головний процес структуроутворення зазнав значних змін у зв'язку з гірничо-видобувними роботами. Отже, вуглевидобування на сьогодні незворотно змінило літосферу в глибину на окремих ділянках до 50 чи 500–2000 м.

Розглянемо зміни, спричинені вуглевидобуванням на поверхні Землі.

Зважаючи на відмінності у кліматичних умовах, глибину відпрацювання вугільних пластів та об'єми породи, виведеної на денну поверхню, терикони вуглевидобувних підприємств Львівсько-Волинського басейну відрізняються від териконів Донбасу. Висоти териконів Донбасу в окремих випадках сягають понад 50–70 м (рис. 2), а Львівсько-Волинського басейну – до 30 м. Насамперед до негативних наслідків доцільно віднести горіння териконів, яке більш характерне для Львівсько-Волинського басейну (рис. 3), тоді як у Донецькому такі процеси поодинокі (рис. 4) та мають меншу інтенсивність на менших площах (Скопиченко та ін., 2022). Під час дослідження газової складової в породах териконів було встановлено, що вуглисті та безвуглисті породи мають різний газовий склад: безвуглисті породи мають вищий вміст вуглеводневих газів, ніж вуглисті. На окремих ділянках вуглистих порід відбувається концентрація вуглеводнів і загоряння териконів. У зонах горіння териконів до газової суміші входять ненасичені вуглеводні: ацетилен

характерний для териконів Донбасу, а етилен – для Львівсько-Волинського басейну.



Рис. 2. Терикон шахти «Добропільська», Донбас. Google map
Fig. 2. Slagheap mine “Dobropilska”, Donets basin Google map



Рис. 3. Фрагмент горіння терикону шахта Великомоствівська, Львівсько-Волинський басейн
Fig. 3. Fragment of burning slagheap of Velykomostivska mine, Lviv-Volyn basin

На териконах у Донецькому басейні можна спостерігати процеси руйнування порід, піднятих на денну поверхню, та їх перенесення на суміжні території, які здебільшого представлені населеними пунктами або сільськогосподарськими угіддями. Варто зазначити, що породи, які потрапляють на терикон після збагачувальної фабрики, руйнуванню та горінню практично не піддаються.

У більшості випадків, визначаючи вплив вуглеводобувних підприємств на екологію регіону, розглядають передусім породи, виведені на денну поверхню. Незважаючи на це, протікання геологічних процесів у териконах залишається малодослідженим.

Формування техногенно навантаженого середовища у вуглеводобувних регіонах.

Вуглеводобування на території України триває понад двісті п'ятдесят років. За це час на поверхню виведені значні маси порід, які включені в екзогенні процеси та мають значний вплив на суміжні з вуглеводобувними



Рис. 4. Фрагмент терикону закритої шахти «Родинська» з місцем горіння

Fig. 4. A fragment of the slagheap of the closed Rodynska mine with a burning place

підприємствами території, у тому числі на поверхневі та підземні води. Опали виносять до поверхневих вод невеликі тверді частини та гази, якими насичені породи терикону. Таким чином породи териконів поширюються на прилеглі до вуглеводобувних підприємств території. Для зменшення впливу на прилеглі території доцільно заліснювати терикони, що спостерігається на старих териконах Львівсько-Волинського басейну.

Процеси, які протікають у відпрацьованих вугільних виробках (природно-техногенних горизонтах), доповнюють і певною мірою змінюють сучасні геологічні процеси, але поки що закономірності їх проявів та впливів на довкілля не фіксується. Незважаючи на це, саме процеси, активізовані вуглеводобуванням у верхніх горизонтах літосфери, є визначальними для формування техногенно навантаженого середовища і мають не менший негативний вплив на довкілля, ніж терикони.

Для зменшення негативного впливу газової міграції варто розглянути як основу дегазацію відпрацьованого простору діючих шахт і видобування газу із закритих шахт. Відкачування шахтних вод на поверхню є ще одним екологічно небезпечним процесом. Зважаючи на якісні характеристики шахтних вод, їх виведення на поверхню небезпечно без попереднього очищення (Вергельська та ін., 2020).

Висновки

Новоутворені природно-техногенні та техногенні горизонти (ділянки) включаються в ендегенні й екзогенні процеси планетарного рівня. Геологічний процес структуроутворення зазнав значних змін у зв'язку з гірничо-видобувними роботами, які мають вплив на глибину до 2000 м.

Процеси, які протікають у природно-техногенних горизонтах вуглепородних масивів, доповнюють і певною мірою змінюють перебіг попередніх геологічних процесів, але поки що їх впливів на довкілля не фіксується. Незважаючи на це, саме процеси, активізовані вуглевидобуванням у верхніх горизонтах літосфери, є визначальними для формування техногенно навантаженого середовища і мають не менший негативний вплив на довкілля, ніж терикони.

Вуглевидобувна галузь Україна перебуває у стані глибоких технологічних, техногенних і соціальних змін, тому результати дослідження формування техногенно навантаженого середовища сприятимуть розробці наукових основ природокористування і збереження довкілля.

Література

1. Вергельська Н. В., Думенко С. С., Вергельська В. В., Соболев М. Ю. Геолого-структурні особливості газоносності відпрацьованого простору діючих шахт. *Матеріали міжнародної конференції «Геологія горючих копалин: досягнення та перспективи матеріали»* (Київ, 2–4 вересня 2015 р.). Київ, 2015. С. 194–197.
2. Довгий С. О., Коржнев М. М., Курило М. М., Ляшенко О. І., Малахов О. І., Трофимчук О. М., Чумаченко С. М., Яковлев Є. О., Захарій Н. В., Сухина О. М. Екологічні ризики, збитки та раціональні межі використання надр в Україні. Київ : Ніка-Центр, 2012. 316 с.
3. Лівенцева Г. А., Вергельська В. В., Мельник В. В. Еколого-гідрогеологічні проблеми вугледобувних регіонів України. *Тектоніка і стратиграфія*. 2019. Вип. 46. С. 133–140.
4. Лисиченко Г. В., Хміль Г. А., Барбашев С. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків. Одеса : Астропринт. 2011. 368 с.
5. Радзівіл А. Я. Роль структур стиску і розтягу різних рангів у перерозподілі речовини і енергії тектоносфери та у формуванні покладів корисних копалин. *Наук. праці ІФД*. 2005. Вип. 9. С. 11–19.
6. Скопиченко Є. І., Вергельська В. В., Вергельська Н. В., Головченко Д. М., Озірська С. М. Моніторинг впливу вугільних териконів на атмосферу вуглевидобувних регіонів. *Гірнична геологія та геоecологія*. 2022. № 2 (5). С. 39–49. DOI: [https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2\(5\).276082](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2(5).276082).
7. Улицький О. А., Єрмаков В. М., Бузило В. І., Павличенко А. В. Гідрогеологічні та геомеханічні фактори екологічної

безпеки навколишнього середовища в умовах реформування вугільної галузі. Донецьк : ТОВ «Літограф», 2014. 200 с.

8. Vergelska N.V. Geological prerequisites to evaluate gas-bearingness of the Krasnoarmiysk coalmine district, Donbass. *Tectonics and stratigraphy*. 2014. Is. 41. P. 41–46.
9. Vergelska N., Vergelska V., Melnyk V. Influence of spent coal workings on the environment. *Collection of scientific works IX International Geomechanics conference*, September 7–11, 2020. Varna, Bulgaria. 2020. P. 304–310.

References

1. Vergelska N.V., Dumenko S.S., Vergelska V.V., Sobolev M.Yu. (2015). Geological and structural features of the gas carrying capacity of the exhausted space of active mines. Materials of the international conference “Geology of combustible fossils: achievements and prospects materials” (Kyiv, 2–4.09.2015) Kyiv. P. 194–197.
2. Dovgiiy S.O., Korzhnev M.M., Kurylo M.M., Lyashenko O.I., Malakhov O.I., Trofymchuk O.M., Chumachenko S.M., Yakovlev E.O., Zaharii N.V., Sukhina O.M. (2012). Environmental risks, damages and rational limits of subsoil use in Ukraine. Kyiv: Nika-Center. 316 p.
3. Liventseva H.A., Vergelska V.V., Melnyk V.V. (2019). Ecological and hydrogeological challenges of coal mining regions of Ukraine. *Tectonics and stratigraphy*. Is. 46, pp. 133–140.
4. Lysyuchenko G.V., Khmil G.A., Barbashev S.V. (2011). Methodology of environmental risk assessment. Odesa: Astroprint. 368 p.
5. Radzivill A.Ya. (2005). The role of compression and tension structures of various ranks in the redistribution of matter and energy of the tectonosphere and in the formation of mineral deposits. *Science works of the IFS*. Vol. 9. P. 11–19.
6. Skopychenko E.I., Vergelska V.V., Vergelska N.V., Golovchenko D.M., Ozirska S.M. (2022). Monitoring of the influence of coal man-made landscapes on the atmosphere of coal-mining regions. *Mining geology and geoecology*. No. 2 (5). P. 39–49. DOI: [https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2\(5\).276082](https://doi.org/10.59911/mgg.2786-7994.2022.2(5).276082).
7. Ulytsky O.A., Ermakov V.M., Buzylo V.I., Pavlychenko A.V. (2014). Hydrogeological and geomechanical factors of ecological safety of the environment in the conditions of reforming the coal industry. Donetsk: Litograf LLC. 200 p.
8. Vergelska N.V. (2014). Geological prerequisites to evaluate gas-bearingness of the Krasnoarmiysk coalmine district, Donbass. *Tectonics and stratigraphy*. Is. 41. P. 41–46.
9. Vergelska N., Vergelska V., Melnyk V. (2020). Influence of spent coal workings on the environment. *Collection of scientific works IX International Geomechanics conference*, September 7–11, 2020. Varna, Bulgaria. P. 304–310.

FORMATION OF TECHNOGENICALLY LOADED ENVIRONMENT IN COAL-MINING REGIONS

Vergelska N.V., Vergelska V.V.

Vergelska N.V., Doctor of Geological Sciences, Head of the department, State Institution “Scientific Center of Mining Geology, Geoecology and Infrastructure Development of National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID:0000-0002-1440-6082, vnata09@meta.ua
Vergelska V.V., Postgraduate, State Institution “The Institute of Environmental Geochemistry of National Academy of Sciences of Ukraine”, ORCID:0000-0002-6206-710X, vvikal10@meta.ua

The formation of a technologically loaded environment in coal mining regions consists of two interrelated processes, which include the disturbance of the upper lithosphere by mine workings and the exposure of sedimentary rocks to the surface. Changes in the geological environment under the influence of coal mining operations are of a geological phenomenon scale both in mine workings and coal spoil heaps. Coal-mining regions have fundamental, mostly irreversible changes in the upper layer of the lithosphere, creating new structures. As a result of more than two hundred years of coal mining operations, significant masses of rocks and coal extracted from the depths have been brought to the surface and have caused the formation of new geological and technogenic structures, which have accelerated downward movements and increased subsidence of the near-surface strata and their deformation, as recorded by engineering geological and topographic observations. Given the requirements of the regulatory documents in force in the field of subsoil use: The Law of Ukraine “On Environmental Protection” and the Subsoil Code of Ukraine, the study of the formation of a technologically loaded environment in coal mining regions is relevant. In most cases, when determining the impact of coal mining enterprises on the environment of a region, the rocks exposed to the surface are considered first and foremost. Despite this, geological processes in waste heaps remain poorly understood. The newly formed natural-man-made and man-made horizons (sections) are included in endogenous and exogenous processes at the planetary level. The geological process of structure formation has undergone significant changes due to mining operations that have an impact on the depth of up to 2000 m. The processes occurring in the natural and anthropogenic horizons of the coal-bearing massifs complement and to some extent change the course of previous geological processes, but so far their environmental impact has not been recorded. Despite this, it is the processes activated by coal mining in the upper horizons of the lithosphere that are crucial for the formation of a technologically loaded environment and have no less negative impact on the environment than waste heaps.

Key words: technologically loaded environment, coal-mining regions, natural-man-made horizons.