

УДК 711.25: 69.059

[https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7\(17\)-20](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2022-7(17)-20)

**АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ПОРУШЕНИХ
ТЕРИТОРІЙ ГІРНИЧОДОБУВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

**ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF USING DISTURBED
TERRITORIES OF MINING ENTERPRISES**

**Філатьєва Е.М., Ph.D., Філатьєв М.В. д.т.н., проф.,
Соколенко В.М., к.т.н., доц., Соколенко К.В., аспірант
(Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля,
м. Сєверодонецьк)**

**Filatieva E.M. Ph.D., Filatiev M.V., Sc.D. in Engineering, Associate
Professor, Sokolenko V. M., Ph.D. in Engineering, Sokolenko K.V.,
postgraduate student (Volodymyr Dahl East Ukrainian National
University, Sievierodonetsk)**

Розглянуто територіальний та екологічний вплив гірничодобувних підприємств, що розташовані у межах міської забудови. Наведені небезпечні властивості відходів гірничої промисловості. Наведений аналіз впливу шахтних териконів на екологічну та територіальну складову міста.

During the operation of an ordinary mine, landscape changes are formed, the mining and geological structure changes. Capital buildings, infrastructure facilities, the planning framework of cities have existed for a longer time. After coal mining, the difficulties and tasks of exploitation and development of territories affected by the production activities of mining companies change. The tendency to leave the solution of problems "for later" to conditional descendants is quite natural for any socio-economic conditions. This leads to the conclusion that measures for adaptation and reclamation of disturbed areas should be planned in a short time, at the stage of the enterprise closure process.

One of the urgent environmental problems of the coal-mining regions of Ukraine is the negative phenomena and processes that accompany the liquidation of mines and cuts. They are of a multi-vector nature and in one way or another are connected with the restoration of the natural levels of groundwater, arboreal during the period of operation. The main ones are flooding and swamping of the earth's surface, changes in the chemical composition of ground and surface waters, activation of the shift of the earth's surface above workings, deterioration of the physical and mechanical properties of rocks, as well as extrusion of mine gases. Changes in hydrogeological conditions give rise to the following negative changes in the geological environment and ecosystem: depletion of groundwater reserves; extraction of gravitational water from waterproof rocks; drainage of wells, streams and reservoirs; violation of the water-salt regime of rocks in the aeration zone; deterioration of the quality of ground and surface waters.

The territorial and ecological impact of mining enterprises located within urban areas are considered. The hazardous properties of mining waste are presented. The analysis of the influence of mine heaps on the ecological and territorial component of the city is given. It is proposed to determine the nature of the use of territories, the main indicators and parameters put forward as basic requirements, and to carry out adaptation and reclamation measures, taking into account potential zoning. It is advisable to determine the main functions. Sanitary and ecological gaps, zones, buffer zones, areas of exclusively industrial use. The possibility of using similar areas for defense and defense purposes is subject to additional assessment.

Ключові слова: місто, агломерація, урбоекологія, реконструкція міської забудови, реконструкція території.

Keywords: city, agglomeration, urban ecology, urban redevelopment, territory reconstruction.

Постановка проблеми. Досвід експлуатації та закриття вугледобувних підприємств показали принципову відмінність між процесами, що супроводжують їхню діяльність на цих стадіях у частині впливу на навколишнє середовище та стан земної поверхні. Особливої актуальності набуває це питання, якщо підприємства вугледобувної галузі розташоване у межах міста.

При експлуатації вугільної шахти у звичайному режимі основна увага приділяється створенню безпечних умов ведення підземних гірничих робіт, оскільки вони завжди відносяться до особливо небезпечних. Ці ризики пов'язані як з безпосередніми технологічними операціями, так і з необхідністю створення умов, прийнятних для життєдіяльності людини у підземних умовах. Ці умови забезпечуються, насамперед, провітрюванням гірничих виробок і відкачуванням води на земну поверхню. Ці вимушені технологічні процеси протягом тривалого часу експлуатації вугільного підприємства викликають зміни як у стані порід, які вмщають вугільні пласти, так і впливають на екологічну обстановку на прилеглих територіях. Слід відзначити, що у період функціонування вугільної шахти, витрати на дотримання та забезпечення безпечних умов є частиною собівартості. На етапі закриття та реструктуризації вугледобувного підприємства схема та джерело фінансування змінюється.

Відходи вугільної промисловості у вигляді териконів та відвалів вугільних шахт і збагачувальних фабрик відносяться до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, оскільки є не тільки джерелами постійного виділення шкідливих речовин, а й у ряді випадків причиною зсувів із переміщенням породної маси на значні відстані. Особливу увагу потрібно приділити териконам, розташованим у міському середовищі [1-3].

Аналіз відомих досліджень і публікацій. Історія розвитку Донбасу перевищує 200 років. З надр вилучено понад 21 млрд. т (до 12 км³)

гірських порід, зокрема, вугілля – близько 15 млрд. т (10 км^3). В результаті такої діяльності відбулися деформації з порушенням геомеханічної рівноваги та суцільності 600 км^3 масиву порід у зонах впливу гірничих робіт, а на 50% площі осідання денної поверхні склало в середньому $1,5 \div 2,0 \text{ м}$ з одночасним збільшенням проникності порід та посиленням взаємодії поверхневих і підземних вод [4].

Закриття вугільних шахт призводить до зміни співвідношення впливу зазначених факторів на стан екосистеми. Це пов'язано зі скороченням викидів в атмосферу пило- та газоподібних продуктів, підвищенням рівня підземних вод та їх впливом на стійкість порід у зонах погашених виробок, а також підтопленням прилеглих територій. Достовірне прогнозування можливих екологічних наслідків закриття шахт неможливе без встановлення вихідного стану екосистеми, що сформувалася внаслідок виробничої діяльності.

Мета статті. На меті ставиться дослідження впливу експлуатації вугледобувних підприємств та відходів вугільної промисловості на міське середовище. Проаналізувати вплив експлуатації вугледобувних підприємств, що розташовані у межах міста. Проаналізувати вплив відвалів та териконів вугільних шахт на міське середовище.

Виклад основного матеріалу. Зі стану питання випливає, що основними факторами, що визначають екологічну обстановку в результаті виробничої діяльності вугледобувних підприємств, є забруднення атмосфери пило- та газоподібними продуктами, зміна водного балансу в результаті змішування поверхневих і підземних вод, деформації земної поверхні з утворенням мульд зрушення.

До елементів біосфери, які не володіють здатністю до відтворення, відносяться ландшафт і надра [5]. Зміна ландшафту земної поверхні викликана вилученням вугільних пластів різної потужності та на різних глибинах. Зрушення земної поверхні під час очисних робіт викликає деформацію розташованих на вугленосних територіях різних споруд та об'єктів. При веденні гірничих робіт під обводненими породами, водоймами та водотоками деформування гірських порід призводить до утворення водопровідних (наскрізних) тріщин у гірському масиві, проривів води в гірничі виробки та їх затоплення. Осідання земної поверхні під впливом підземних гірничих розробок може спричинити затоплення осілих ділянок земної поверхні ґрунтовими, атмосферними та паводковими водами.

Гідрогеологічний прогноз – це наукове обґрунтування передбачення гідрогеологічних процесів, явищ та їх змін, що відбуваються під впливом природних і штучних факторів [5]. Можливі довгострокові та короткострокові гідрогеологічні прогнози. Для оцінки ступеня зміни природного режиму підземних вод у межах родовища чи басейну важливі

довгострокові гідрогеологічні прогнози, оскільки у природі зміни протікають тривалий час.

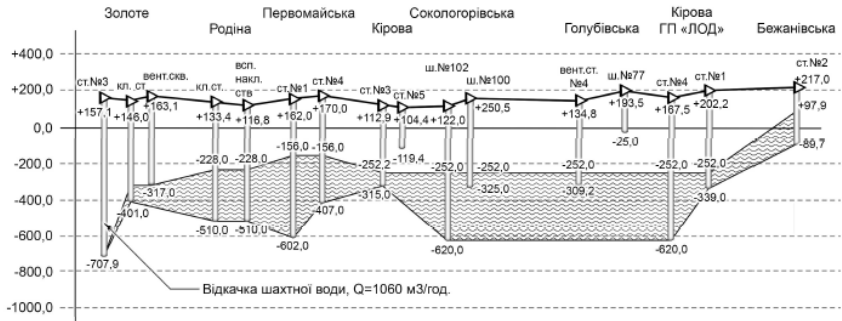
Активність водообміну підземних вод становить близько 330 років, а всієї гідросфери – близько 2800 років. У водоймищах водообмін відбувається через 7 років, ґрунтової вологи – 1 рік. Найбільш швидко водообмін відбувається у річках (близько 11 діб) та парах атмосфери – до 10 діб [6].

Для оцінки зміни режиму водообміну в межах гірничого відводу при експлуатації шахти важливе значення мають короткострокові прогнози, оскільки зміни відбуваються за рухом фронту гірничих робіт [5].

В умовах освоєння вугільного родовища Донбасу протягом понад двохсот років утворилися штучні локально-регіональні депресійні поверхні підземних вод. Фактичне їхнє регіональне розташування можна оцінити за рівнем води у виробках окремих шахт, гідравлічно пов'язаних між собою. Для даного випадку тривалість ведення гірничих робіт у Донбасі (більше 200 років) можна порівняти з тривалістю природного водообміну підземних вод (330 років). Це є однією з причин, через яку процес відновлення рівня підземних вод у регіонах неможливо віднести до короткострокових. Крім цього, необхідно враховувати розташування депресійних поверхонь, що відносяться до шахтних полів як експлуатованих, так і шахт, що затоплюються. Робота водовідливних установок експлуатованих шахт або шахт, які перебувають на сухій консервації, перешкоджає підняттю рівня підземних вод у межах сусідніх полів шахт, що закриваються. При цьому значно збільшується навантаження на водовідливи, що розташовані на глибших горизонтах (рис. 1).

Водовідливний комплекс шахти «Золоте» є єдиним у регіоні першотравневої групи шахт. За його допомогою відводиться води близько 1500 м³ на годину, що забезпечує практично горизонтальне розташування рівня води в стовбурах інших шахт, що закриваються. Виняток становлять гірничі виробки найвіддаленішої шахти «Бежанівська». Де, очевидно, у стовбурі № 2 вже досягнуто природного рівня підземних вод, який знаходиться на глибині близько 109 м. При повному затопленні решти шахт регіону положення верхнього рівня підземних вод для них буде розташовуватися приблизно на такій самій глибині – близько 109 м.

Деякий інший характер рівня підземних вод спостерігається при затопленні шахт північного та південного крил Центрального району Донбасу, де відпрацьовувалися крутопадаючі вугільні пласти (рис. 2 та 3).



Умовні позначення

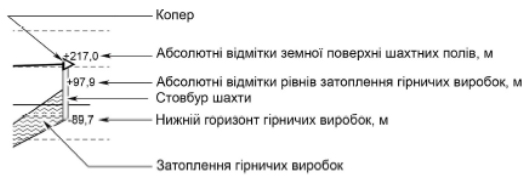
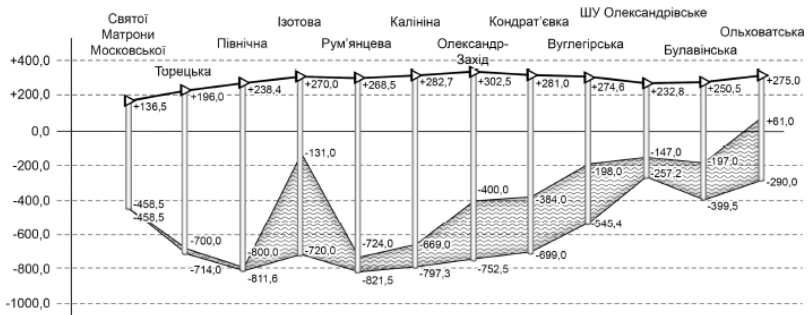


Рис. 1 – Рівень затоплення першотравневої групи вугільних шахт Луганської області станом на 1 листопада 2017 року [7].



Умовні позначення

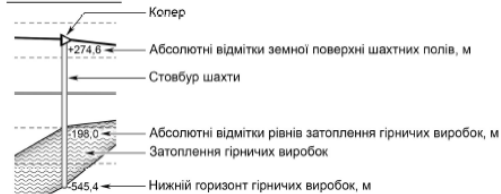


Рис. 2 – Рівень затоплення шахт північного крила Центрального району Донбасу станом на 1 листопада 2017 року [7].

Форма депресійної поверхні навколо пунктів відкачування води змінюється від кола (в однорідних за фільтраційними властивостями породах) до сильно витягнутого овалу (у геологічних порушеннях та неоднорідних за фільтраційними властивостями породах). Лінія перетину депресійної поверхні з вертикальною площиною називається депресійною кривою, яка в однорідних породах має плавні контури [6]. Такий характер депресійної кривої характерний для першотравневої групи шахт (рис. 1).

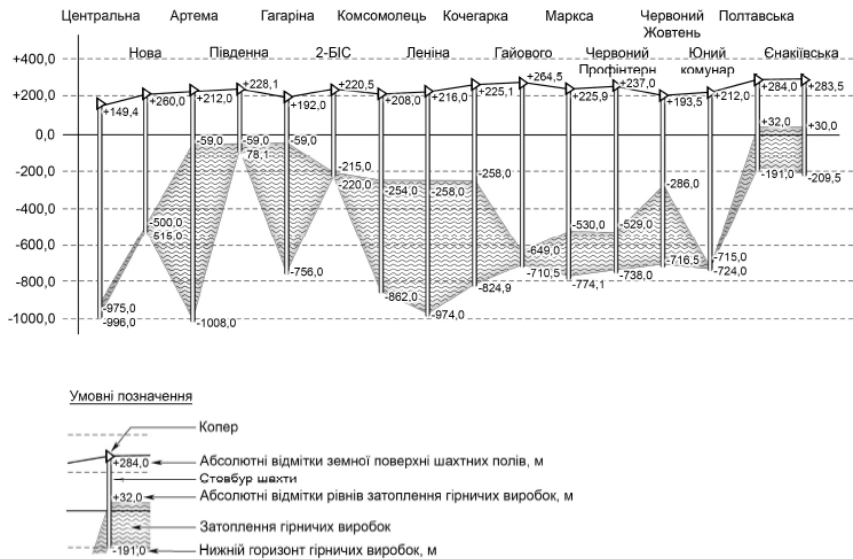


Рис. 3 – Рівень затоплення шахт південного крила Центрального району Донбасу станом на 1 листопада 2017 року [7]

До основних видів зрушень і деформацій, які небезпечні для підроблених споруд і природних об'єктів, слід віднести: осідання (вертикальні переміщення земної поверхні), нахили (різниці вертикальних переміщень сусідніх точок, віднесені до відстані між ними), кривизна (ставлення різниці нахилів сусідніх ділянок до відстані між ними), горизонтальні зрушення (переміщення земної поверхні в горизонтальній площині), горизонтальні деформації (відношення різниці горизонтальних зрушень сусідніх точок до відстані між ними). Нахили земної поверхні викликають нестійкість високих об'єктів і призводять до неприпустимої зміни профілю залізничних колій тощо. Кривизна та горизонтальні деформації земної поверхні можуть спричинити пошкодження будівель, споруд, промислових комплексів, трубопроводів, гірничих виробок та

інших об'єктів. Для вертикальних шахтних стволів та гірничих виробок небезпечні стискання або розтягування порід по вертикалі.

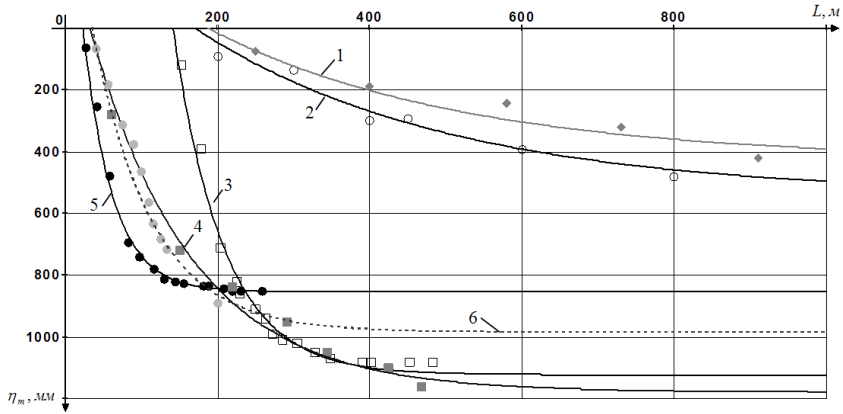
При сучасному розвитку науки і техніки практично неможливо за допомогою приладів зафіксувати початок зсуву земної поверхні під час її підробки вугільними пластами. З цієї причини це питання досі залишається практично невивченим. Найбільш перспективним напрямом прогнозу параметрів зсуву земної поверхні є математичне моделювання. Згідно з відомими математичними моделями [8], що описують процеси тільки над очисним вибоєм, що рухається, не представляється можливим встановити початок зрушення земної поверхні при розвитку очисних робіт для конкретних гірничотехнічних і гірничо-геологічних умов. Актуальність питання пов'язана з розробкою рекомендацій з ліквідації або зведення до мінімуму негативного впливу на земну поверхню відпрацювання вугільних пластів.

Встановлено [9], що в одних гірничо-геологічних умовах максимальне осідання земної поверхні η_m практично функціонально залежить від ступеня розвитку очисних робіт. Це свідчить про те, що в гірничо-геологічних умовах однієї шахти головним фактором, що впливає на параметри зсуву земної поверхні, є розміри очисної виробки (виробленого простору). Інші фактори: потужність розроблюваного пласта (m), глибина ведення гірничих робіт (H) і міцнісні властивості підроблених порід (f) – залишаються постійними або змінюються незначно. Підтвердженням викладеного є графіки залежності $\eta_m = \varphi(L)$ (рис. 4).

Ці залежності для шахт, що розглядаються, добре описуються експоненціальними рівняннями. Кореляційні відносини перебували у діапазоні 0,940÷0,998. Точки перетину графіків рівнянь із віссю абсцис ($\eta_m = 0$) відповідають початку зсуву земної поверхні. Для кожної з шахт визначили лінійний розмір очисної виробки (L_n), який відповідає початку зсуву земної поверхні.

Знання процесів утворення мульди зсуву земної поверхні та пов'язаного з ними ущільнення підроблених порід після виїмання вугільних пластів необхідне для вирішення завдань захисту об'єктів на земній поверхні, а також визначення ступеня відновлення вихідного природного стану підробленого масиву. Дослідження у цій галузі [13, 15] були проведені в період часу, що безпосередньо був пов'язаний із веденням гірничих робіт. Відповідно до чинних нормативних документів тривалість процесів зсуву порід визначається з урахуванням глибини ведення гірничих робіт та швидкості просування очисного вибою. Спостереження припинялися, коли сумарні осідання земної поверхні протягом шести місяців не перевищували 10% максимальних, але не більше ніж 30 мм. З іншого боку, відомо, що тривалість зсуву порід над зупиненим очисним вибоєм може у кілька разів перевищувати період

їхнього зсуву над рухомим. Процеси ущільнення порід під плоским дном мульди зрушення земної поверхні раніше практично не вивчалися. Враховуючи викладене, розгляд теоретичних основ утворення плоского дна мульди зрушення земної поверхні та експериментальна їх перевірка є актуальними не лише для вугільної промисловості, а й для інших галузей господарської діяльності.



◆, ○, □, ■, ●, ● – експериментальні дані максимальних осідань земної поверхні відповідно в умовах шахт ім. М.В.Фрунзе (пласт h_8) [10] ім. П.Л. Войкова (пласт k_5^1) [11], однією з польських шахт [12] ім. Г.Г. Капустина (пласт m_3^H) [13], «Степова» (пласт C_8) [14], «Ювілейна», пласт C'_6 [20]; 1, 2, 3, 4, 5, 6 – емпіричні залежності максимальних осідань земної поверхні.

Рис. 4 – Графік залежності максимального осідання земної поверхні (η_m) при зміні одного з геометричних розмірів виробленого простору (L) для різних гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов.

Експериментальні дані свідчать про те, що в багатьох випадках процеси зсуву порід та земної поверхні після припинення очисних робіт далекі від свого завершення і не відповідають припущенням, прийнятим у нормативному документі [16]. Найбільш близьким співвідношення η_m/m до одиниці (0,95) спостерігалось при виїмці пласта низького ступеня метаморфізму (марка Г) та незначної глибини ведення гірничих робіт (110 м). Таке значення η_m/m , в умовах шахти «Степова» [14], вказує на високий ступінь ущільнення порід, але не свідчить про відновлення земної поверхні, так як в аналогічних умовах утворюються тріщини шириною до 0,8 м та глибиною понад 4,0 м [17].

До головних факторів, що впливають на закінчення процесів зсуву порід та їх ущільнення після припинення очисних робіт, імовірно можна віднести глибину ведення гірничих робіт, властивості міцності порід і потужність пласта, що розробляється.

Протягом останніх кількох десятиків років на Донбасі вугільні пласти, як правило, відпрацьовували у низхідному порядку, тому у багатьох випадках земна поверхня до ведення очисних робіт на глибших горизонтах неодноразово підроблялася. На вищерозташованих горизонтах вугілля видобували 50 - 80 років тому.

Вплив наступних підробок через тривалий період на зміни параметрів мульд зрушення земної поверхні не вивчався. Досі відсутні експериментальні та теоретичні дослідження, на підставі яких можна було б оцінити спільну дію відпрацювання кількох пластів у різний час на стан земної поверхні. Знання розглянутих питань необхідне для розробки заходів із захисту об'єктів на земній поверхні й у гірничих виробках, а також вирішення інших завдань, що пов'язані з проявом гірського тиску і зрушенням підроблених порід.

Вплив наслідків відпрацювання вугільних пластів на земну поверхню оцінюється нині лише з позицій охорони споруд та об'єктів від руйнування чи забезпечення їх функціонування у нормальному режимі [16]. Можливість відновлення природного стану земної поверхні (повного чи часткового) нормативними документами не розглядається. Знання цього питання необхідне для вирішення екологічних проблем. Наприклад, відновлення водного балансу поблизу земної поверхні та пов'язаного з ним рослинного світу.

В експертному середовищі існує положення, що термін функціонування пересічної шахти становить 100 років. За цей час формуються зміни ландшафту, зокрема й терикони, змінюється гірничо-геологічна структура. Капітальні будівлі, об'єкти інфраструктури, планувальний каркас міст існує більш тривалий час. Після видобутку вугілля змінюються проблеми та завдання експлуатації та розвитку територій, порушених виробничою діяльністю гірничо-видобувних підприємств. Схильність залишати вирішення проблем «на потім», умовним нащадкам, є цілком природною для будь-яких соціально-економічних умов. Це доводить до висновку, що заходи з адаптації та рекультивациі порушених територій мають плануватись у стислий термін, на етапі процесу закриття підприємства.

Висновки. Встановлено, що фактична тривалість процесів зрушення порід, що підробляються, і земної поверхні значно перевищує рекомендовану нормативним документом. При відпрацюванні антрацитового пласта вона становила понад десять років. Максимальне осідання земної поверхні відбувається над серединою виробленого простору раніше відпрацьованих лав, що свідчить про активізацію зсуву

порід через 40-50 років після їхньої первинної підробки. Після повторної підробки максимальне осідання земної поверхні переважно залежить від розмірів виробленого простору раніше відпрацьованих пластів. Процеси, що визначають екологічні наслідки при експлуатації вугільних шахт та після їх закриття, суттєво відрізняються між собою. При експлуатації вугільних шахт цей вплив визначається відкачуванням води з гірничих виробок і її дренаванням з порід, які підробляються, що призводить до зниження рівня підземних вод. Ліквідація шахт викликає відновлення цього рівня у змінених умовах стану підроблених порід та рельєфу земної поверхні.

Закриття та ліквідація шахт викликали порушення стану екосистеми у регіонах. Після закриття сусідніх шахт, які ще експлуатуються в даний час, екологічні наслідки непередбачувані. Для достовірного прогнозу екологічних наслідків необхідно встановити остаточні параметри зсуву земної поверхні після припинення всіх гірничих робіт у регіоні.

Порушені території становлять проблему у майбутньому. Виникає системна проблема у координатах час/територія. Програма рекультивациі території працюватиме на визначений період. Масштаб фінансування, планові показники витрат можуть бути визначені кваліметричною оцінкою рівня деградації (порушення) територій, обсягом заходів, що їх буде визначено для відтворення якостей території. Вважаємо за доцільне враховувати майбутній характер використання порушених територій вуглевидобувних підприємств у містобудівному форматі. Відновити повноту первинного ресурсного потенціалу ділянок територій, а тим більше – природно-геологічного масиву ділянки неможливо та й недоцільно. Бажано визначити характер використання територій, головні показники та параметри, що висуваються у якості базових вимог, та здійснювати адаптаційно-рекультивацийні заходи з урахуванням потенційного зонування. На етапі зонування територій, визначення оцінок впливу на навколишнє середовище подібний аналіз є актуальним. Визначити доцільно базові функції. Санітарно - екологічні розриви, зони, охоронні зони, ділянки виключно промислового використання. Підлягають додатковій оцінці можливості використання подібних ділянок для цілей оборони та захисту.

References

1. Kanin V.A. Kompleksnoe reshenie jekologicheskikh problem v krupnyh promyshlennyh regionah / V.A Kanin, M.G. Tirkel', I.N. Kiselev // Ugol' Ukrainy. – 2004. - № 9. – s. 44-46
2. Majdukov G.L. Ugol'noe proizvodstvo kak istochnik tehnogenного vozdejstvija na zemnuju atmosferu / G.L. Majdukov // Ugol' Ukrainy. – 2008. - №2. – s. 27-34.

3. Zubov A.R. Vlijanie jerozionnyh processov na poverhnosti terrikonov na okružhajushhuju sredu / A.R. Zubov, L.G. Zubova, S.G. Vorob'ev i [dr.] // Ugol' Ukrainy. – 2009. – №7. – s. 28-30.

4. Sljadnev V.A., Jakovlev E.A., Jurkova N.A. Shahtnye vody kak faktor tehnogennoho riska izmenenija sostojanija geologicheskoy sredy // Ugol' Ukrainy. – 2007. – №3. – S. 43-46.

5. Gornaja jenciklopedija. Tom 2. Geosfera-Kenaj. M.: Izd-vo «Sovetskaja jenciklopedija» - 1986. – 575s.

6. Gornaja jenciklopedija. Tom 1. Aa – Lava – Geosistema. Moskva : Izd-vo «Sovetskaja jenciklopedija». 1984. 560s.

7. Shherbak V.V., Arsenjuk S.Ju. Analiz zagroz i ekologichnih rizikov, shho vinikajut' vnaslidok urazhennja girnichodobuvnih pidpriemstv v zoni lokal'nogo vijs'kovogo konfliktu na Shodi Ukraïni. Zbirnik naukovih prac' Donbas'kogo derzhavnogo tehničnogo universitetu. 2018. Vip. 1 (47). S.40-46.

8. Kulibaba S. B., Rozhko M. D., Hohlov B. V. Harakter razvitija processa sdvizhenija zemnoj poverhnosti vo vremeni nad dvizhushhimsja ochistnym zaboem. Naukovi prac'i UkrNDMI NAN Ukraïni. 2010. № 7. S. 40–54.

9. Filat'ev M.V. Vlijanie stepeni razvitija ochistnyh rabot na maksimal'noe osedanie zemnoj poverhnosti. Ugol' Ukrainy. 2011. № 4. S.12-16.

10. Averin G.A., Kir'jazev N.N., Docenko O.G. Vlijanie sloistosti na osedanie zemnoj poverhnosti. Ugol' Ukrainy. 2010. № 10. S. 34-35.

11. Borzyh A.F., Gorovoj E.P. Vlijanie shiriny vyrabotannogo prostranstva na aktivizaciju sdvizhenija uglenosnogo massiva. Ugol' Ukrainy. 1999. № 9. S. 26-30.

12. Babenko E. V. Nastrojka modeli dlja modelirovanija sejsmicheskikh sobytij tehnogennoj prirody. Problemi girs'kogo tisku, DonNTU. 2009. № 17. S. 67–93.

13. Iofis M. A., Shmeljov A. I. Inzhenernaja geomehanika pri podzemnyh razrabotkah. Moskva : Nedra, 1985. 248 s.

14. Larchenko V. G. Vlijanie podzemnoj razrabotki ugol'nyh plastov na sostojanie zemnoj poverhnosti. Vestnik MANJeB. 1998. № 4 (12). S. 39–41.

15. Sdvizhenie gornyh porod pri podzemnoj razrabotke ugol'nyh i slancevyh mestorozhdenij / A. G. Akimov i dr. Moskva : Nedra, 1970. 224 s.

16. GSTU 101.001592226.001 – 2003. Pravila pidrobki budivel', sporud i prirodnih ob'ektiv pri vidobuvanni vugillja pidzemnim sposobom. Vid. Ofic. Kii'v, 2004. 128 s.

17. Larchenko V. G. Fakty, podtverzhdashhie teoriju mehanizma sdvizhenija tolshhi gornyh porod. Vestnik MANJeB. 2002. T. 7, № 7 (55). S. 70–73.

Список використаної літератури

1. Канин В.А. Комплексное решение экологических проблем в крупных промышленных регионах / В.А Канин, М.Г. Тиркель, И.Н. Киселев // Уголь Украины. – 2004. - № 9. – с. 44-46
2. Майдуков Г.Л. Угольное производство как источник техногенного воздействия на земную атмосферу / Г.Л. Майдуков // Уголь Украины. 2008. №2. С. 27-34.
3. Зубов А.Р. Влияние эрозионных процессов на поверхности терриконов на окружающую среду / А.Р. Зубов, Л.Г. Зубова, С.Г. Воробьев и [др.] // Уголь Украины. 2009. №7. С. 28-30.
4. Сляднев В.А., Яковлев Е.А., Юркова Н.А. Шахтные воды как фактор техногенного риска изменения состояния геологической среды // Уголь Украины. 2007. №3. С. 43-46.
5. Горная энциклопедия. Том 2. Геосфера-Кенай. М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1986. 575с.
6. Горная энциклопедия. Том 1. Аа – Лава. Геосистема. Москва : Изд-во «Советская энциклопедия». 1984. 560с.
7. Щербак В.В., Арсенюк С.Ю. Аналіз загроз і екологічних ризиків, що виникають внаслідок ураження гірничодобувних підприємств в зоні локального військового конфлікту на Сході України. Збірник наукових праць Донбаського державного технічного університету. 2018. Вип. 1 (47). С. 40-46.
8. Кулибаба С. Б., Рожко М. Д., Хохлов Б. В. Характер развития процесса сдвижения земной поверхности во времени над движущимся очистным забоем. Наукові праці УкрНДМІ НАН України. 2010. № 7. С. 40–54.
9. Филатьев М.В. Влияние степени развития очистных работ на максимальное оседание земной поверхности. Уголь Украины. 2011. № 4. С.12-16.
10. Аверин Г.А., Кирьязов Н.Н., Доценко О.Г. Влияние слоистости на оседание земной поверхности. Уголь Украины. 2010. № 10. С. 34-35.
11. Борзых А.Ф., Горовой Е.П. Влияние ширины выработанного пространства на активизацию сдвижения угленосного массива. Уголь Украины, 1999. № 9. С. 26-30.
12. Бабенко Е. В. Настройка модели для моделирования сейсмических событий техногенной природы. Проблеми гірського тиску, ДонНТУ. 2009. № 17. С. 67–93.
13. Иофис М. А., Шмелёв А. И. Инженерная геомеханика при подземных разработках. Москва : Недра, 1985. 248 с.
14. Ларченко В. Г. Влияние подземной разработки угольных пластов на состояние земной поверхности. Вестник МАНЭБ. 1998. № 4 (12). С. 39–41.
15. Сдвижение горных пород при подземной разработке угольных и сланцевых месторождений / А. Г. Акимов и др. Москва : Недра, 1970. 224 с.
16. ГСТУ 101.001592226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. Вид. офіц. Київ, 2004. 128 с.
17. Ларченко В. Г. Факты, подтверждающие теорию механизма сдвижения толщи горных пород. Вестник МАНЭБ. 2002. Т. 7, № 7 (55). С. 70–73.