

ГІРНИЧА ГЕОЛОГІЯ / MINING GEOLOGY

УДК 502.1/504.064:622.3

Н.О. Д'яченко

ЕКОЛОГО-ГІДРО-ГЕОМЕХАНІЧНІ НАСЛІДКИ ПЕРЕФОРМУВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ МАСИВУ ГІРСЬКИХ ПОРІД ЗАХІДНОГО ДОНБАСУ

Проведено дослідження з оцінки еколого-гідро-геомеханічних наслідків переформування фільтраційної структури гірничого масиву під час видобутку вугілля на прикладі територій Західного та Центрального районів Донбасу. Визначено комплекс проблем трансформації геологічного середовища під час вуглевидобутку, які пов'язані: з ущільненням осадових відкладів, що викликане відкачкою підземних вод; з ефектом самовільного формування в просторі над гірничими виробками системи суфозійних каналів різного порядку і диференційованої проникності, що ускладнює фільтраційні умови природної структури вуглевмісного масиву; збільшенням тріщинуватості гірничого масиву під впливом горизонтальних знакозмінних деформацій з багаторазовим поетапним заміщенням зон стиснення зонами розтягу та, навпаки, в процесі ведення гірничих робіт та генеруючих квазірегулярну мережу вертикально орієнтованих техногенних колекторів. Встановлено, що в результаті інтенсивної експлуатації підземних вод в ході шахтоосушення і водозабірних заходів утворилися як єдині депресійні поверхні, так і локальні лійки депресії та водопідвищення на різних водовмісних горизонтах. Їх загальні зміни і розміри за останні роки практично не змінюються, що свідчить про квазістаціонарний режим підземних вод та про те, що водозбір на значній території практично компенсується природними ресурсами. Але, за багаторічний період формування депресійної лійки відбулося підтягування контуру підземних вод з півночі (район р. Орель). Таким чином, в умовах розробки вугілля шахтами Західного Донбасу, річка не отримує харчування з водозбірної площі, відбувається її обміління. З іншого боку, «мокра консервація» шахт ще більш знизить прибуткову частину водного балансу річок, тому що велика частина води піде на затоплення. Проблеми з обмілінням відчуває не тільки р. Орель але і р. Самара. У зону локальної депресії потрапляють с. Брагинівка, Петропавлівка і х. Шевченко. Зроблено висновок, що існує необхідність проведення комплексного моніторингу геомеханічних, гідрогеологічних, геохімічних і екологічних процесів як під час завершення розробки вугільних розрізів, так і в період затоплення гірничих виробок. Такий моніторинг дозволить своєчасно оцінити характер і масштаби змін геофільтраційних та геомеханічних характеристик масиву гірських порід, порушеного експлуатаційними роботами протягом тривалого часу.

Ключові слова: гірничі роботи, депресійна лійка, фільтрація, колектор.

© Н.О. Д'яченко, 2021

Вступ

Процес видобутку твердих корисних копалин (КК) підземним способом призводить до зміни гідрогеомеханічних та фільтраційних умов природної структури як вуглевмісного масиву гірських порід, так і поверхневих водних об'єктів, що знаходяться в зоні впливу гірничих робіт.

Накопичений за багато років видобутку КК в різних гірничо-геологічних умовах великий досвід різноманітних досліджень та аналіз багатьох спостережень за гідродинамічними, геомеханічними трансформаціями гірничого масиву свідчить про те, що проблема переформування фільтраційної структури масиву гірських порід, що пов'язана з видобутком кам'яного вугілля існує та потребує комплексного всебічного вивчення. Особливості конкретних гірничо-геологічних, геодинамічних, гідрогеологічних, літологічних умов вносять свої корективи, які не завжди є можливість врахувати в зв'язку з відсутністю комплексних спостережень окремо по кожному чиннику або неможливістю їх комплексувати. Враховуючи тенденції декарбонізації економіки України і необхідності реформування вугільного сектора і трансформації вугледобувних регіонів (програма щодо відмови України від вугілля до 2030 року), потрібно, в першу чергу, бути готовими до наслідків її реалізації.

Тому, ще більш відкритим питанням у реаліях сьогоdnішньої України встає проблема еколого-гідро-геомеханічних наслідків припинення діяльності вугледобувного підприємства у зв'язку з переформуванням фільтраційної структури масиву гірських порід.

Мета. Визначити окремі екологічні проблеми, що виникають у зв'язку з переформуванням фільтраційної структури масиву гірських порід під час підземної розробки вугілля та в умовах припинення діяльності вугледобувного підприємства.

Об'єкт досліджень

Наслідки переформування фільтраційної структури масиву гірських порід з урахуванням конкретних гірничо-геологічних, геодинамічних, гідрогеологічних, літологічних умов Західного Донбасу.

Визначення проблем та виклад результатів дослідження

Найбільш чутливим індикатором техногенної трансформації геологічного середовища, як правило, є гідрогеологічні умови, які в силу значної динамічності підземних вод досить швидко відгукуються на процеси переформування фільтраційної структури масиву гірських порід, що пов'язані з видобутком корисних копалин, зокрема, кам'яного вугілля.

Перша проблема: аналіз матеріалів раніше проведених досліджень [1-4] дозволяє зробити висновки, що негативний вплив техногенного характеру при підземній розробці вугільних родовищ призводить:

- до виснаження водоносних горизонтів, що піддаються дренаванню;
- до утворення депресійних лійок в водоносних горизонтах;
- до порушення режиму живлення невеликих річок, озер і підземних водоносних горизонтів;
- до забруднення води в дренажних річках, озерах і підземних водах, що використовуються для питного водопостачання.

Друга проблема: ущільнення осадових відкладів, яке викликане відкачкою підземних вод в ході експлуатаційних робіт, особливо на територіях, де підземні води укладені в добре проникливі піщано-гравелітові породи з невеликою стисливістю, які перешаровуються з глинистими слабопроникливими, але добре стисливими відкладами. При відкачці знижується тиск підземних вод, що збільшує ефективний тиск на скелет ґрунту і призводить до ущільнення та стиску відкладів [5]. Залежно від характеру відкладів ущільнення порід може бути: переважно пружним, тобто здатним до відновлення при підйомі рівня, або переважно пластичним, тобто призводить до незворотної перебудови структури відкладів. Згідно КД [6] деформацію водонасиченого масиву гірських порід визначають зміною ефективних тисків на скелет при зниженні напорів (ΔH) в водоносному напірному пласті і при зниженні рівнів (Δh) безнапірних водоносних горизонтів. При цьому в максимальному ступені ущільнення схильні до відкладів породи піщано-глинистого складу, які представлені чергуванням водоносних пластів і відносних водоупорів.

Найбільші ущільнення характерні для молодих за віком пухких, гідрофільних і водонасичених відкладів, які представлені глинистими, суглинними і сапропелевими породами. Процес ущільнення відбувається повільно у вузьких і менш водопроникних глин. У разі перешарування останніх з піщаними або гравійно-гальковими породами, які мало стискаються, але сприяють швидкому дренаванню товщі при експлуатації, прискорюється процес ущільнення [7]. Породи з високим структурним зчепленням (пісковики, вапняки) практично нестисливі. Зняття гідростатичного тиску води призводить до зміни тиску на пласт і зростанню ефективного тиску шарів, що викликає ущільнення пухких порід [7].

Наприклад, проведені дослідження [8] з метою виявлення особливостей формування лійок депресій в олігоцен-еоценових відкладах Бучацької, Київської, Межигірської та Берегської світ, що представлені піщано-глинистими відкладами, які містять велику кількість підземних вод, зрегульовані у

фільтраційних процесах живлення як кам'яновугільної товщі, так і поверхневих вод та характеризуються коливанням рівня підземних вод в процесі видобутку кам'яного вугілля. За даними гідрогеологічних спостережень 28 свердловин центральної та 23 свердловин східної груп шахт нами зроблені картограми п'єзоізогіпс водоносного комплексу палеогенової системи (в умовах природного і порушеного режиму) та четвертинних відкладів та їх територіального розподілу, які представлені на рис. 1-3.

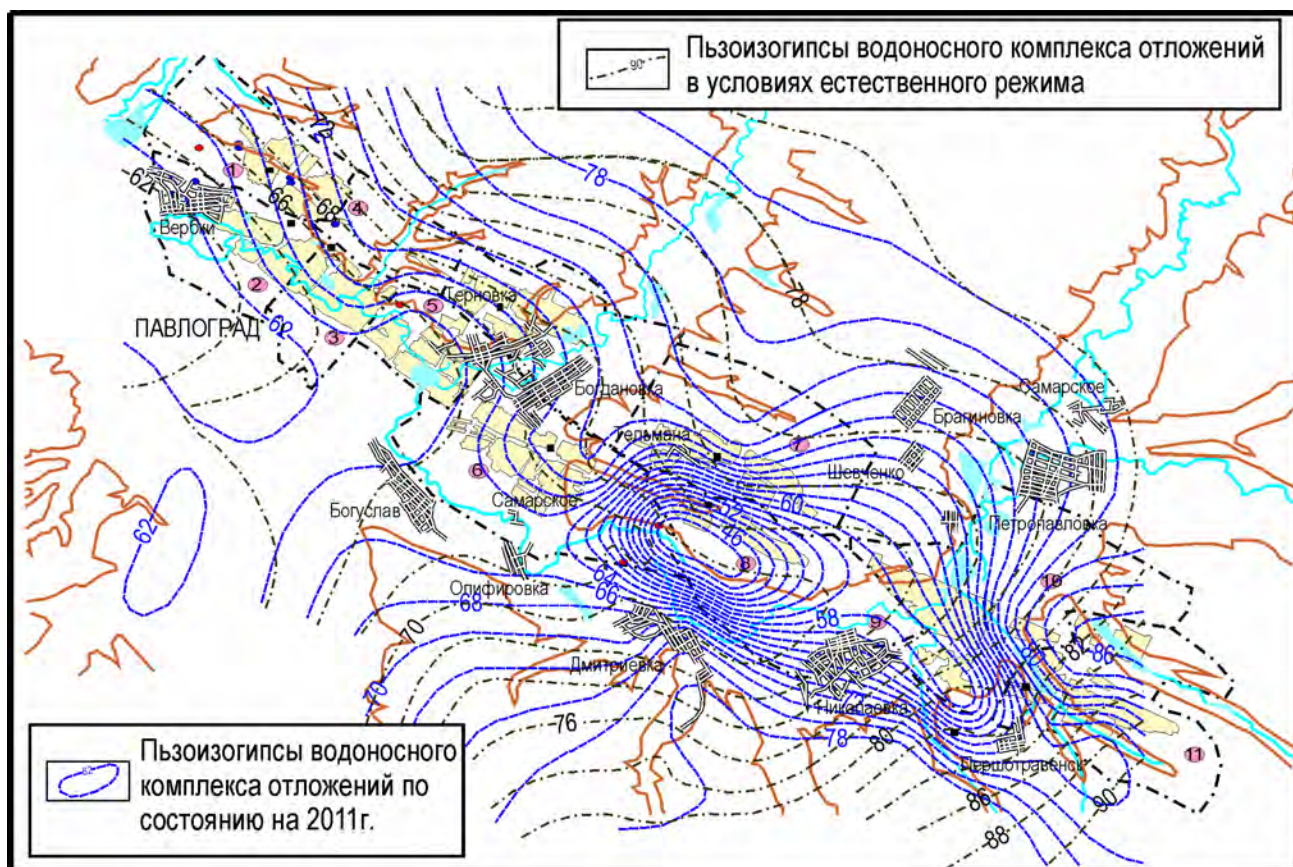


Рис. 1. Картограма п'єзоізогіпсів водоносного комплексу палеогенової системи (в умовах природного і порушеного режиму) [8]

Примітка: Відклади палеогену мають повсюдне поширення й залягають на розмитій поверхні відкладів нижнього карбону. Представлені бучацькими пісками, потужністю від 1 до 34 м; київсько-харківськими шарами: потужність відкладів 0 - 35 м. Піски дуже обводнені.

Четвертинні алювіальні відклади поширені повсюдно й прикривають собою відклади палеогену й неогену. Представлені дрібно- і середньозернистими пісками, суглинками, глинами, мулистими ґрунтами, пісками кварцовими потужністю від 1,5 до 34 м. Характеризуються також високою вологоємністю.

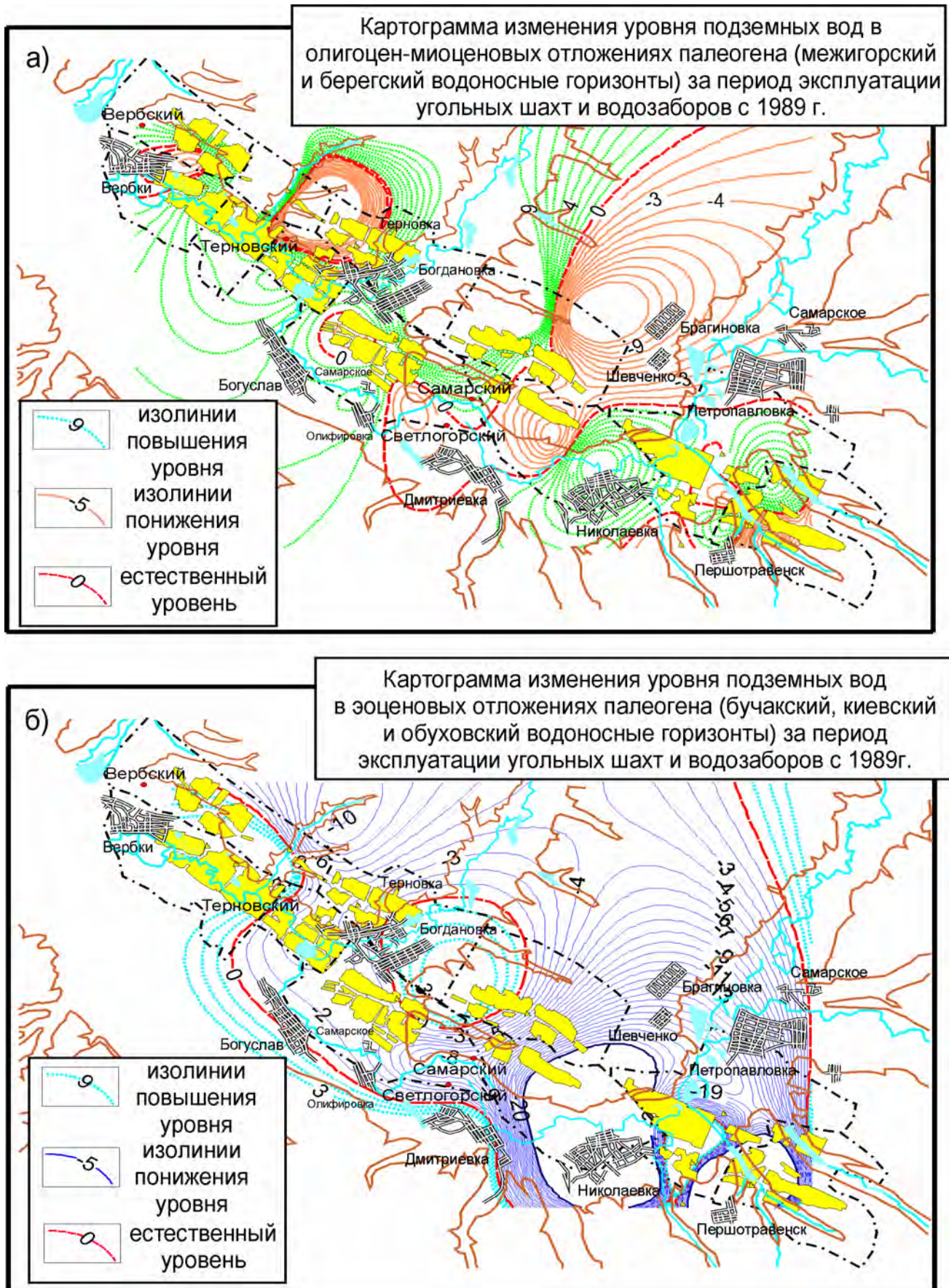


Рис. 2. Картограми зміни рівнів ПВ в олігоцен-міоценових (а) та еоценових (б) відкладах палеогену [8]

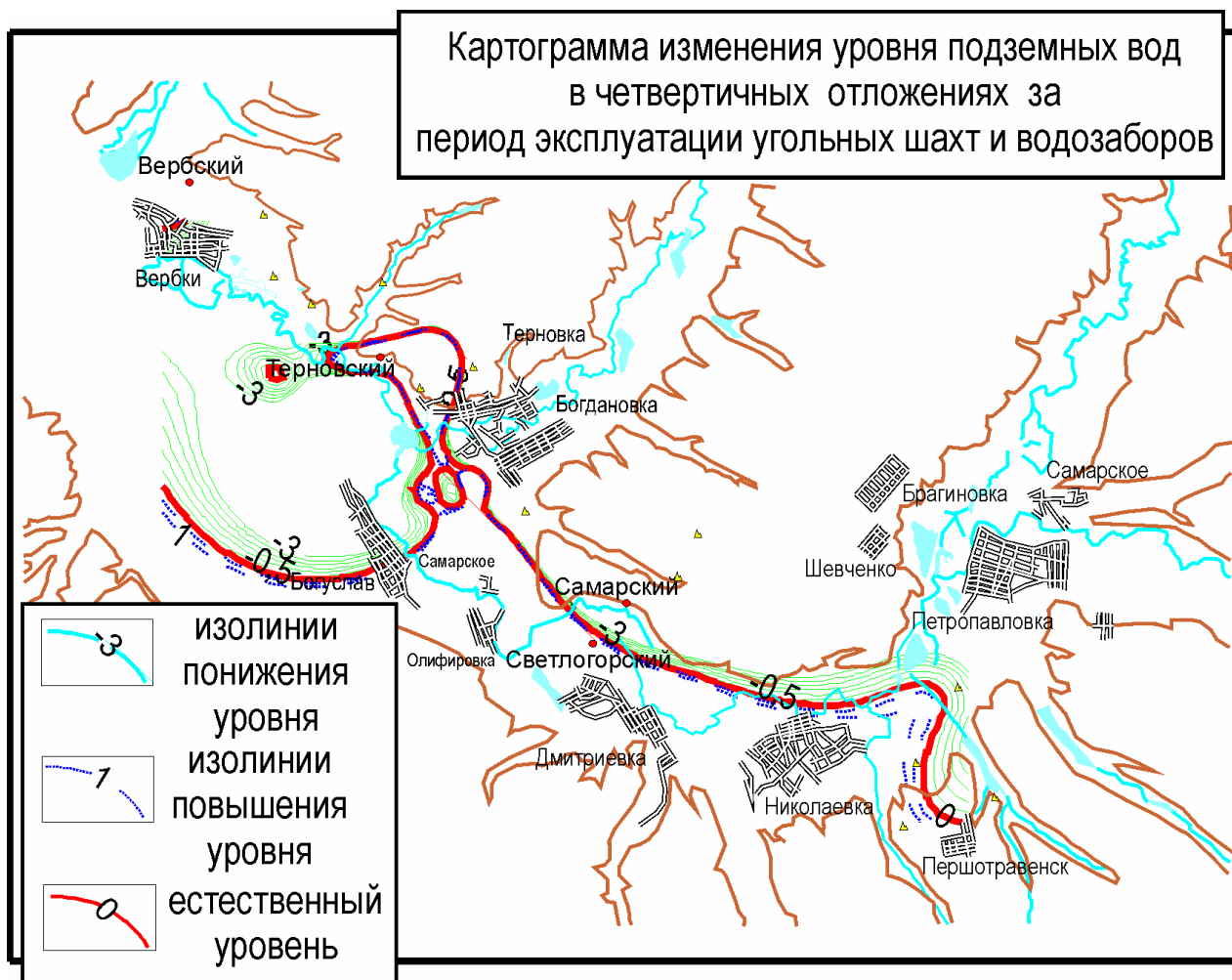


Рис. 3. Картограми зміни рівнів ПВ у четвертинних відкладах [8]

Аналіз результатів за положенням рівня підземних вод у ЗД (на території гірничих робіт), дозволив виявити особливості формування регіональної лійки депресії, які полягають в наступному:

1. В результаті інтенсивної експлуатації підземних вод в ході шахтоосушення і водозабірних заходів утворилися як єдині депресійні поверхні, так і локальні лійки депресії та водопідвищення на різних водовмісних горизонтах. Їх загальні зміни і розміри за останні роки практично не змінюються, що свідчить про квазістаціонарний режим підземних вод і про те, що водозабір на значній території практично компенсується природними ресурсами.

2. Але зміни гідродинамічного режиму підземних вод експлуатованого палеогенового горизонту виражені локальним підвищенням рівня (до 9 м) в олігоцен-міоценових відкладах в районі заплави р. Тернівка і територіально відповідних компенсуючих зниженнях рівня підземних вод в еоценових відкладах (до 5 м).

3. Найбільш інтенсивно дренуються підземні води еоценових і олігоцен-міоценових відкладів на вододільних ділянках гірничих відводів шахт Дніпровська та Сташкова. За багаторічний період формування депресійної лійки відбулося підтягування контуру підземних вод з півночі (район р. Орель). У зону локальної депресії потрапляють с. Брагинівка, Петропавлівка і х. Шевченко.

4. Тривала робота шахтоосушення та водозаборів привела до зниження рівня на локальних ділянках заплавних відкладів на правому березі р. Самари в четвертинному горизонті до 3 м. Для заплавних відкладів лівобережжя характерний незначний (до 1 м) підйомом рівня води в алювіальних відкладах.

5. У олігоцен-міоценових та в еоценових відкладах території шахти Тернівська стався підйом рівня (до 3,0 м) за рахунок ліквідації Тернівського водозабору.

Такий результат був отриманий у попередні роки. Ситуація згодом не покращилася. Особливу увагу у цих висновках треба приділити формулюванню – «відбулося підтягування контуру підземних вод з півночі (район р. Орель)». Тобто, з одного боку, коли річка не отримує харчування з водозбірної площі, відбувається обміління. З іншого боку, «мокра консервація» шахт ще більш знизить прибуткову частину водного балансу таких річок, тому що велика частина води піде на затоплення. Проблеми зниження рівня води в річках і озерах спостерігаються вже багато десятиліть по всьому світу. Обміління прісних водойм є глобальною загрозою для людства, так як все ж саме ця вода є основним джерелом питного водопостачання.

Хронічні проблеми з обмілінням відчуває і р. Самара. В останнє десятиліття Орель - відносно чиста річка довжиною 350 км, на берегах якої відсутні великі підприємства, стала зрегульована діяльністю людини, що призвело до істотного її обміління. Наприклад, влітку в Царичанському районі глибина Орелі - всього 30 сантиметрів. Саме тому, повстає питання ресурсозбереження.

Третя проблема. У загальній картині деформування масивів одними з найбільш вагомих факторів, що впливають на зміну фільтраційних характеристик масиву є зони водопровідних тріщин (ЗВТ) різної етимології.

ЗВТ - область, де спостерігається сукупність тріщин відшарування від нормально січних тріщин в товщі гірських порід, що підробляється, та які зв'язані з підробленим простором розроблюваного пласта [9]. Тобто, водопровідні тріщини - техногенні тріщини, які перетинають водоносні та водотривкі пласти, що гідравлічно пов'язані з виробленим простором [10, 11]. Тобто, у такій зоні тріщини утворюють єдину гідравлічну систему, активно пов'язану з виробленим простором, причому проникність ЗВТ як мінімум на

порядок перевищує проникність вмiщувальних порід. Тріщини здатні формуватися навіть при мінімальному осiданні елементів масиву; необхідною умовою є визначальна реалізація напружень сколювання. У подробленій частини масиву тріщини обрiзу є техногенними аналогами змішувачів скидів, в безпосередньому і основному ґрунті виробленого простору відбувається формування аналогічних тріщин вже вскидового типу. Більш того, ефект самовільного формування в просторі над гірничими виробками системи суфозійних каналів різного порядку і різко диференційованої проникності тільки ускладнює фільтраційні умови природної структури вуглевмісного масиву. А ще є порожнини вздовж змішувачів діз'юнктивів, які в результаті субвертикального зміщення та розсуву стінок можуть перетворитися у розкриті канали, що теж приведе до зміни фільтраційних властивостей.

Четверта проблема. В процесі ведення гірничих робіт, масив перебуває під впливом горизонтальних знакозмінних деформацій з багаторазовим поетапним заміщенням зон стиснення зонами розтягу та навпаки.

За даними багатьох досліджень, схильність масиву, що відпрацьовується декількома горизонтами в різні часові періоди, до впливу знакозмінних деформацій згідно з теорією формування зон розтягу-стиску попереду або позаду експлуатаційної виробки, які, в процесі багаторазових змін зон стиснення і розтягування, призводять до збільшення їх тріщинуватості і, відповідно, до значної зміни фільтраційних характеристик масиву в цілому. Більш того, довгострокове багаторазове відпрацювання вугільних пластів призводить до утворення в масиві гірських порід просторово-сполучених зон стиснення і розтягування, що чергуються та заміщають одна одну в процесі ведення гірничих робіт та генеруючих квазірегулярну мережу вертикально орієнтованих техногенних колекторів [12-14]. Наприклад, візуалізація зон впливу гірничих робіт по пласту k_5 на основі розрахунку і побудови мульд зрушення за методикою, викладеною в діючих «Правилах подробки» [15] представлена на рис. 5.

Результат моделювання формування в просторі над гірничими виробками системи суфозійних каналів згідно з теорією формування зон розтягу-стиску під час розробки корисних копалин представлено на рис. 6 (стан масиву після 40 років видобутку). Приклад поетапних (за періодами ведення очисних робіт) трансформацій гірського масиву в часі додано на рис. 7.

Останні приклади були наведені для умов Центрального району Донбасу. При цьому принцип формування змін у подробленому масиві ЗД та ЦД буде однаковий.

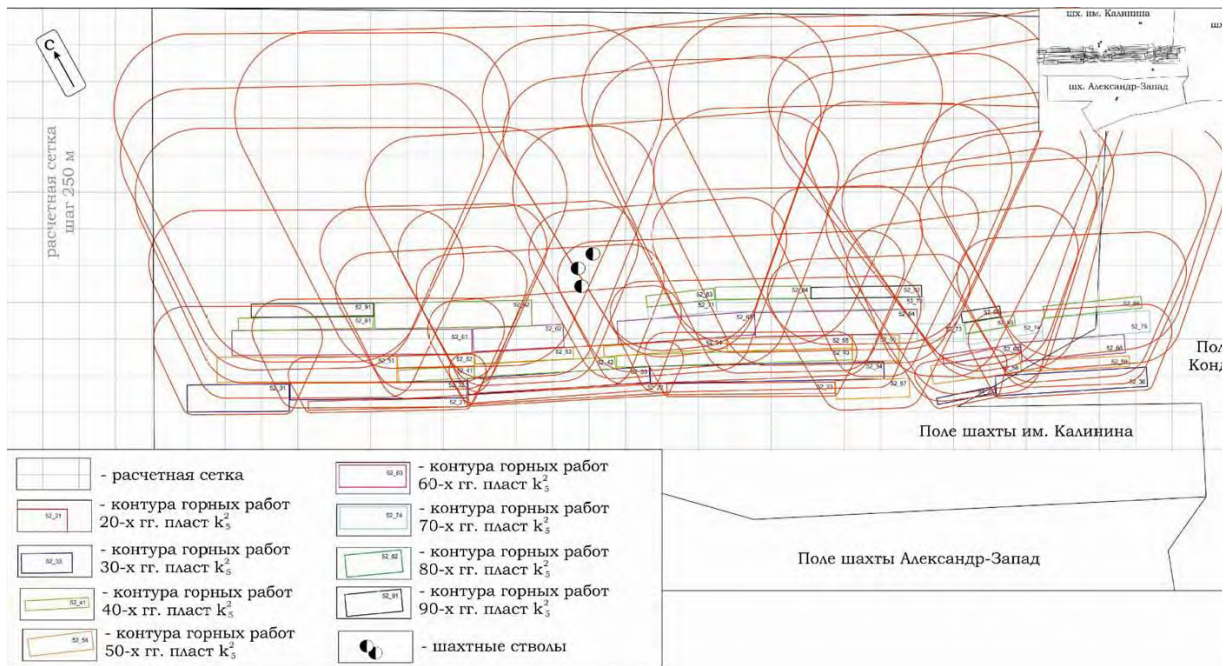


Рис. 5. Зони впливу гірничих робіт по пласту k_5 [13]

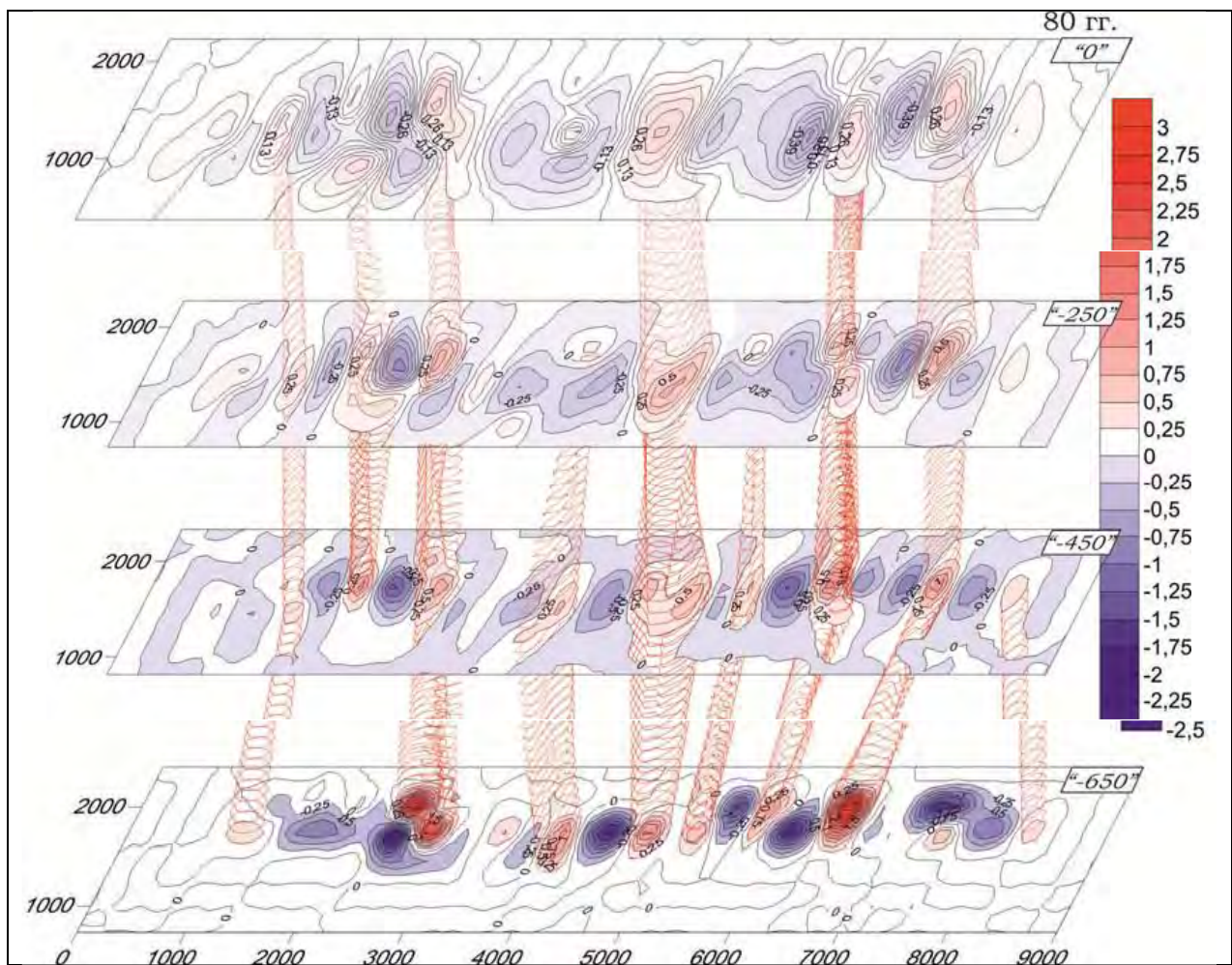


Рис. 6. Формування вертикально орієнтованих техногенних колекторів [12]

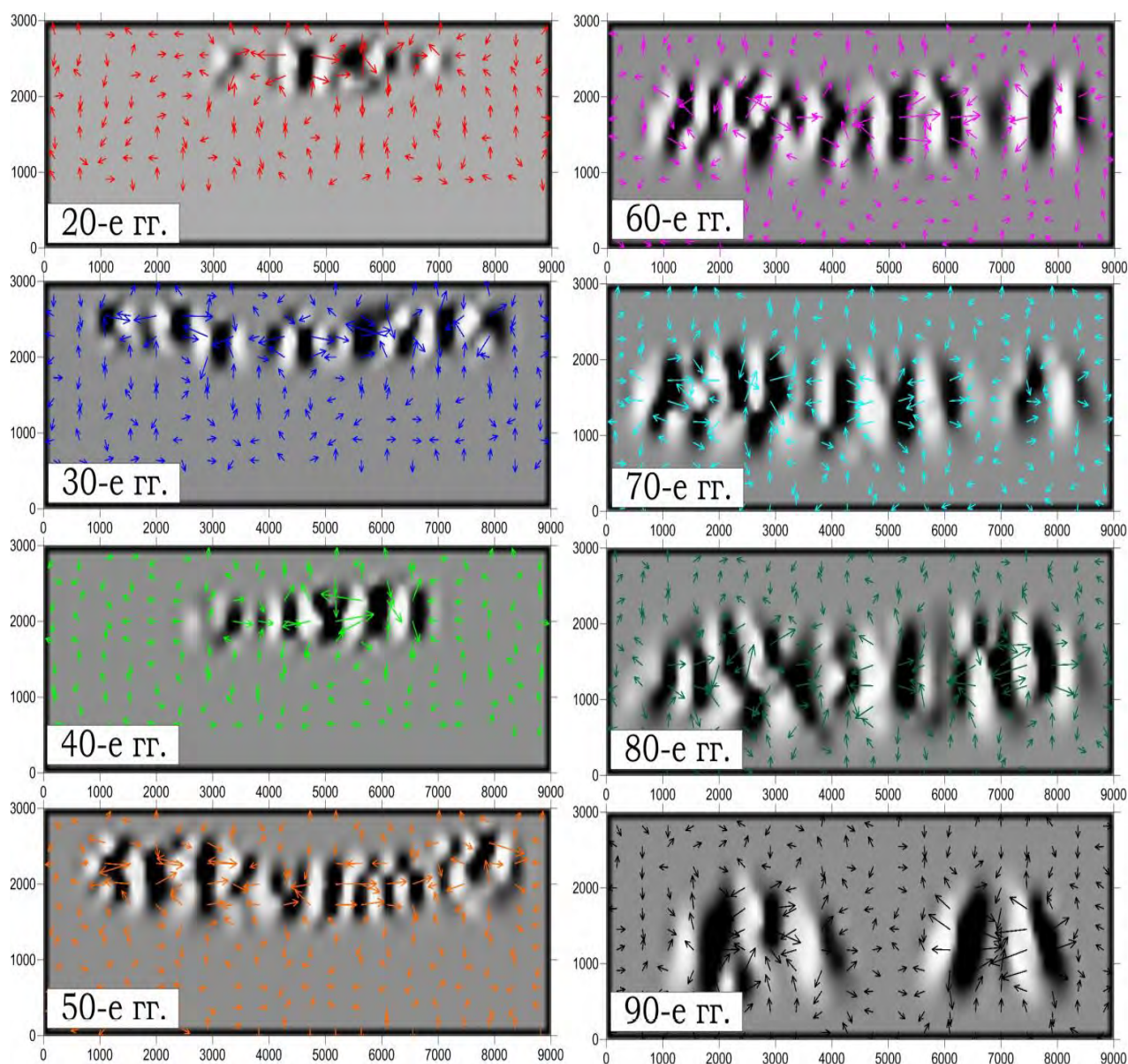


Рис. 7. Векторні діаграми покрокових змін деформованого стану підробленого масиву в часі [13]

Ускладнення переформування структури фільтраційних характеристик у ЗД додає ще й велика потужність так званих наносів – відкладів палеогену та неогену, які практично відсутні в умовах ЦД.

Під техногенними колекторами будемо розуміти поглибинно з'єднані зони граничних і поза межних горизонтальних деформацій розтягу, в межах яких відбувається руйнування гірських порід з утворенням нових систем тріщин, які утворюють області підвищеної проникності, є міграційними коридорами, що сприяють проникненню можливих забруднювачів на більш глибокі горизонти.

З огляду на вищевикладене, усі перераховані проблеми стосуються великих вугільних регіонів України, та у т. ч. Західного Донбасу (ЗД).

Видобуток кам'яного вугілля на території ЗД ведеться з 1959 р (шахта Тернівська). Згодом з 1963 р по 1975 р в експлуатацію були введені ще 10 вугільних шахт. В даний час відпрацювання вугільних запасів проводиться 10 шахтами. Основна частина освоєваних вугільних запасів перебуває під заплавою і надзаплавними терасами р. Самара на глибинах 120 - 460 м від поверхні землі. Але, усталений фільтраційний режим вуглепородного масиву, який за тривалий час експлуатації вугільних родовищ перетворився на масив, що зазнав граничне деформування, яке характеризується незворотністю стану, має деяку тимчасову пасивність з точки зору фільтраційних характеристик масиву. Тобто, якщо після проходження циклу розтягнення-стиснення, сумарні деформації близькі до нуля, то це аж ніяк не означає відсутність пошкодження, оскільки тріщини після появи не «заліковуються».

Тобто мають місце незворотні деформації, які не обмежуються лише розкриттям вже існуючих тріщин. В процесі незворотного деформування поряд з розкриттям початкових тріщин відбувається зростання і активне утворення нових систем тріщинуватості. В той же час, за даними дослідників цих процесів, добре проникні гірські породи під впливом граничних і позамежних деформацій істотно не змінюють своїх властивостей, тобто відбуваються лише незначні зміни. Однак слабо проникливі і вельми слабо проникливі породи більш уразливі до дії «великих» деформацій розтягу, які змінюють їх проникність на два, три і п'ять порядків. Інші дослідження свідчать про те, що незалежно від початкової проникності порід, що зазнали граничне і позамежне деформування, масив трансформується в середовище з високою і практично однаковою (квазіоднорідною) проникністю. Під час видобутку вугілля можна рахувати, що фільтраційні гідро-геомеханічні процеси мають деяку тимчасову пасивність.

Саме тому виникає питання: «А що чекає цей масив після закриття вугільних шахт?». Енергетична компанія ДТЕК в цьому році завершить роботу шахт Благодатна і Сташкова, в 2024-25 роках будуть закриті шахти Степова і Ювілейна. Саме тому, важливим завданням є оцінка еколого-гідрогеологічних та геомеханічних наслідків припинення діяльності групи видобувних підприємств.

Практика свідчить про невисоку якість прогнозованих оцінок, слабкої керованості гірничо-геологічними, гідрогеологічними, геомеханічними умовами та екологічними наслідками. Є гостра потреба в підвищенні ефективності вирішення цих проблем.

Висновки

Стає очевидним необхідність проведення комплексного моніторингу геомеханічних, гідродинамічних і геохімічних перетворювань в період завершення розробки вугільних розрізів. Такий моніторинг дозволить своєчасно

оцінити характер і масштаби змін геофільтраційних та геомеханічних характеристик масиву гірських порід, що порушений експлуатаційними роботами протягом тривалого часу. І, більш того, дає можливість оцінити міграційні процеси поширення шахтних забруднювачів після ліквідації гірничих підприємств, тенденцію зміни проникності масиву в умовах особливої гірничо-геологічної будови (потужність наносів, тектонічні порушення і т. і). Велика площа сільськогосподарських земель, водні ресурси та людське життя можуть опинитися перед загрозою існування.

Необхідна консолідація установ НАН України, вугледобувних виробничих об'єднань, державних служб нагляду, міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України та цільова програма з вирішення питання постліквідаційної безпеки навколишнього середовища вугледобувних регіонів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Барановский В.И., Беляев Е.В., Кариман С.А. Комплексный подход к изучению процесса сдвижения горных пород. *Уголь*. 1981. № 8. С. 62–63.
2. Гидрогеология СССР. Т. VI. Донбасс. М.: Недра, 1971. 480 с.
3. ГСТУ 101.00159226.001- 2003. Правила подрібтки зданий, сооружений и природных объектов при добыче угля подземным способом [Текст]. - Введ. 01.01.2004. К.: 2004. 128 с.
4. Дрибан В. А., Грищенко Н. Н., Дуброва Н. А. Особенности деформирования массивов горных пород ЦРД при многократной долгосрочной подрібтке. Форум гірників 2013: матеріали міжнародної конференції. Дніпропетровськ, 2013. Т. 2. С. 226-232.
5. Дуброва Н. А., Дьяченко Н. А. Влияние тектонических структур на ореолы рассеяния загрязняющих веществ в подрібтанном массиве горных пород. *Наукові праці УкрНДМІ НАН України* : зб. наук. пр. Донецьк. 2011. № 9. С. 485- 501.
6. Дьяченко Н.А. Особенности формирования региональных воронок депрессии в отложениях палеогена под влиянием шахтоосушения и водозабора (Западный Донбасс). *Наукові праці УкрНДМІ НАН України*. 2013. № 12. С. 291-305.
7. Евграфкина Г.П. Оценка влияния горнодобывающей промышленности на гидрогеологические условия Западного Донбасса. *Сб. науч. Труд. национального горного университета*. Днепропетровск. 2003. № 17. Т. 1. С. 148-151.
8. Имайкин А.К. Прогноз изменения режима подземных и шахтных вод на территории Кизеловского угольного бассейна [Электронный ресурс] Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 2 (22). Режим доступа: URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Imaykin-2012_2\(22\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Imaykin-2012_2(22).pdf).

9. КД 12.01.01.201-98 Расположение, охрана и поддержание горных выработок при отработке угольных пластов на шахтах. Методические указания: Руководящий нормативный документ Министерства угольной промышленности Украины. Издание официальное. Министерство угольной промышленности Украины. Киев. 1998. 149 с.
10. Ковалевский В.С. Исследования режима подземных вод в связи с их эксплуатацией. М.: Недра. 1986. 198 с.
11. Коноплянец А.А., Ярцева-Попова Е. Н. Оседание поверхности земли в связи с понижением уровня подземных вод. М.: ВИЭМС. 1983. 48 с.
12. Кузнецов Г.Н. Взаимодействие боковых пород и крепи в очистных выработках пологопадающих пластов каменного угля. В кн.: Исследования по вопросам горного и маркшейдерского дела. М.: Углетехиздат, 1953. С. 43-49.
13. Подрезенко И.Н., Краснопольский И.А. О факторах, влияющих на гидрохимический и гидрогеологический режимы гидросферы при эксплуатации угольных шахт западного Донбасса. *Екологія і природокористування*. 2010. Вип. 13. С. 155–163.
14. Пугач С.Л. Прогнозные ресурсы, запасы, добыча и качество подземных вод по федеральным округам и основным речным бассейнам России [Электронный ресурс]. Центр ГМСН ФГУГП «Гидроспецгеология». Режим доступа : URL: http://ecca-water.net/file/S_L_Pugach.pdf

REFERENCES

1. Baranovsky V.I., Belyaev E.V., Kariman S.A. (1981). An integrated approach to the study of the process of rock displacement. *Coal*. (8). P. 62–63. – in Russian
2. Diachenko N.A. (2013). Peculiarities of formation of regional funnels of depression in Paleogene sediments under the influence of mine drainage and water intake (Western Donbass). *Scientific works of UkrNDMI NAS of Ukraine*. (1). P. 291–305. – in Russian
3. Driban, V.A., Grishchenkov N.N., Dubrova N.A. (2013). Peculiarities of deformation of the massifs of rocks of the central heating zone with repeated long-term additional working. *Materials Miners Forum Conferences with international participation* (2). P. 226-232. – in Russian
4. Driban, V.A., Grishchenkov N.N., Khodyrev E.D., Dubrova N.A. (2013). Features of the formation of technogenic reservoirs during the development of coal seams in the CRD. *Scientific works of UkrNDMI NAS of Ukraine*. 13 (1). P. 220-237. – in Russian
5. Dubrova N.A., Diachenko N.A. (2011). Influence of tectonic structures on dispersion halos of pollutants in underworked rock mass. *Scientific works of UkrNDMI NAS of Ukraine*. (9). P. 485- 501. – in Russian
6. Evgrashkina G.P. (2003). Assessment of the impact of the mining industry on the hydrogeological conditions of the Western Donbass. Coll. Science. Proceedings of the National Mining University. (17). P. 148-151. – in Russian

7. GD 12.01.01.201-98. Methodical instructions. *Location, protection and maintenance of mine workings during the development of coal seams in mines*. Ministry of the Coal Industry of Ukraine. 149 p. – in Russian
8. Hydrogeology of the USSR. (1971). Donbass (VI). 480 p. – in Russian
9. Imaykin (2012). Forecast of changes in the regime of underground and mine waters in the territory of the Kizelovsky coal basin. *Internet bulletin VolgGASU*. 2 (22). – [Electronic resource]. - Access mode [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Imaykin-2012_2\(22\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/Imaykin-2012_2(22).pdf). – in Russian
10. Konoplyantsev A.A., Yartseva-Popova E.N. (1983). *Subsidence of the earth's surface due to a decrease in the level of groundwater*. Moscow: VIEMS. 48 p. – in Russian
11. Kovalevsky V.S. (1986). Investigation of the groundwater regime in connection with their exploitation. 198 p. – in Russian
12. Kuznetsov G.N. (1953). *Interaction of side rocks and lining in stope workings of gently dipping coal seams*. Research on mining and mine surveying. P. 43-49. – in Russian
13. Podrezenko I.N., Krasnopol'skiy I.A. (2010). On the factors affecting the hydrochemical and hydrogeological regimes of the hydrosphere during the operation of coal mines in the Western Donbass. *Ecology and nature management* (13). P. 155—163. – in Russian
14. Pugach S.L. Inferred resources, reserves, production and quality of groundwater by federal districts and main river basins of Russia. *Center HMSN FSUE Gidrospeetsgeologiya*. [Electronic resource]. Access mode http://ecca-water.net/file/S_L_Pugach.pdf – in Russian
15. State standard 101.00159226.001-2003. (2004). *Rules for forgery of buildings, structures and natural objects in underground coal mining*. 128 p. – in Russian

Н. А. Дьяченко

ЭКОЛОГО-ГИДРО-ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

Проведено исследование по оценке эколого-гидро-геомеханических последствий переформирования фильтрационной структуры горного массива при подземной добыче угля на примере территорий Западного и Центрального районов Донбасса. Определен комплекс проблем трансформации геологической среды при уледобыче, связанные: с уплотнением осадочных отложений, вызванным откачкой подземных вод; с эффектом самовольного формирования в пространстве над горными выработками системы суффозионных каналов разного порядка и дифференцированной проницаемости, которые изменяют фильтрационные условия естественной структуры углесодержащего массива; с

увеличением трещиноватости горного массива под влиянием горизонтальных знакопеременных деформаций с многократным поэтапным замещением зон сжатия зонами растяжения и, наоборот, в процессе ведения горных работ и генерирующих квазирегулярную сеть вертикально ориентированных техногенных коллекторов. Установлено, что в результате интенсивной эксплуатации подземных вод в ходе шахтоосушения и водозаборных мероприятий образовались как единые депрессионные поверхности, так и локальные воронки депрессии и водоповышение на различных водовмещающих горизонтах. Их общие изменения и размеры за последние годы практически не меняются, что свидетельствует о квазистационарном режиме подземных вод и о том, что водозабор на значительной территории практически компенсируется природными ресурсами. Доведено, что за многолетний период формирования депрессионной воронки произошло подтягивание контура подземных вод с севера (район р. Орель). Таким образом, в условиях разработки угля шахтами Западного Донбасса, река не получает питания с водосборной площади, происходит ее обмеление. С другой стороны, «мокрая консервация» шахт еще более снизит доходную часть водного баланса рек, так как большая часть воды уйдет на затопление. Проблемы с обмелением испытывает не только р. Орель но и р. Самара. В зону локальной депрессии попадают с. Брагиновка, Петропавловка и х. Шевченко. Сделан вывод, что существует необходимость проведения комплексного мониторинга геомеханических, гидрогеологических, геохимических и экологических процессов как при завершении разработки угольных разрезов, так и в период затопления горных выработок. Такой мониторинг позволит своевременно оценить характер и масштабы изменений геофильтрационных и геомеханических характеристик массива горных пород, нарушенного эксплуатационными работами в течение длительного времени.

Ключевые слова: горные работы, депрессионная воронка, фильтрация, коллектор.

N. O. Diachenko

ECOLOGICAL-HYDRO-GEOMECHANICAL CONSEQUENCES OF THE FILTRATION STRUCTURE REFORMING IN THE ROCK MASSIF OF THE WESTERN DONBAS

A study was carried out to assess the ecological-hydro-geomechanical consequences of the filtration structure reformation of the rock massif during underground coal mining, using as an example the territories of Western and Central Donbas regions. A complex of problems of the geological environment transformation during mining has been determined. They are associated with: compaction of sedimentary deposits caused by groundwater pumping out; effect of unauthorized formation of suffusion channels system with a different order and differentiated permeability that occurred in the space

above the mine workings, which complicates the filtration conditions of the coal-bearing massif natural structure; increase in rock mass fracturing under the influence of horizontal alternating deformations with multiple stage-by-stage substitution of compression zones with extension zones and vice versa (in the process of mining) and generating a quasi-regular network of vertically oriented man-made reservoirs. It has been established that as a result of the groundwater intensive exploitation in the course of mine drainage and water intake activities, both single depression surfaces as well as local depression craters and water rise in various water-bearing horizons were formed. Their general changes and sizes have practically not changed in recent years, which indicates a quasi-stationary regime of groundwater and that water intake in a large area is practically compensated by natural resources. It has been reported that during the long-term period of the depression funnel formation, the groundwater contour was pulled up from the north (the area of the Orel River). Thus, in the conditions of coal mining in the mines of Western Donbass, the river does not receive feeding from the catchment area and becomes shallow. On the other hand, the "wet conservation" of mines will further reduce the revenue side of the river's water balance, since most of the water will be used for flooding. Problems with shallowing are not only experienced by Orel River but also by Samara River. In the zone of local depression fall villages Braginovka and Petropavlovka, and Shevchenko farm. It is concluded that there is a need for comprehensive monitoring of geomechanical, hydrogeological, geochemical and environmental processes both at the completion of the coal mines development and during the mine workings flooding. Such monitoring will make it possible to assess in a timely manner the nature and scale of changes of the geofiltrational and geomechanical characteristics in the rock mass, disturbed by operational work for a long time.

Key words: mining, depression funnel, filtration, collector.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління. м. Київ Україна

Наталія Д'яченко

кандидат геологічних наук

e-mail: natalidyachenko1969@gmail.com

<https://orcid/0000-0002-4852-0203>

Стаття надійшла: 26.04.2021