

## НОВІ НАПРЯМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

УДК 504.054:622.012:(550.42:556.5)(477.6)

Г.А. Лівенцева, В.В. Вергельська, В.В. Мельник

### ЕКОЛОГО-ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ВИКЛИКИ ВУГЛЕДОБУВНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Еколого-гідрогеологічні умови регіону дуже складні, що пов'язано з його тектонічними особливостями й літологічним складом водовмісних порід. Живлення водоносних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається здебільшого завдяки атмосферним опадам і перетіканню води з горизонтів, що залягають вище. Водоносні горизонти вуглепромислових районів Донбасу впливають на розробку вугільних пластів на різних глибинах у вуглепородному масиві та трансформуються у відпрацьованому просторі виробок у зв'язку зі зміною гідрогеологічного режиму після техногенного впливу. Водоносні горизонти вугленосних районів являють собою переважно систему складних басейнів тріщинно-пластових вод, які ускладнюють відпрацювання корисної копалини в гірничих виробках. Водоносні горизонти пов'язані з пісковиками, вапняками, рідше алевролітами.

*Ключові слова:* еколого-гідрогеологічні умови, Донбас, водоносний горизонт, вуглевидобувні райони.

**Вступ.** Сучасна вугільна галузь України нараховує сотні підприємств – робочих і закритих шахт, збагачувальних фабрик, відомчих ТЕС і ТЕЦ, котелень, заводів різного профілю, шахтобудівних підприємств, зосереджених на порівняно невеликих територіях на Донбасі (Донецька й Луганська області), у Дніпропетровській, Львівській, Волинській, Кіровоградській і Черкаській областях. Концентрація підприємств вугільної галузі зумовлює значний вплив на довкілля, особливо на Донбасі, та спричиняє порушення екологічної рівноваги, які проявляються в поєднанні таких явищ: виснаження й забруднення підземних і поверхневих вод, а на окремих підроблених гірничими роботами ділянках затоплення й заболочування прилеглих до підприємств територій, засолення ґрунтів, вилучення земельних площ зі сфери сільськогосподарського використання, деформації земної поверхні, забруднення атмосфери пило-газовими викидами поверхневих комплексів шахт.

Гідрогеологічні умови регіону дуже складні, що пов'язано з його тектонічними особливостями й літологічним складом водовмісних порід. Живлення водоносних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається переважно завдяки атмосферним опадам і перетіканню води з горизонтів, що залягають вище. Однак зі збільшенням глибин залягання в їхньому живленні зростає роль напірних вод глибоких горизонтів, розвантаження яких відбувається зонами глибинних розломів.

*Мета дослідження:* Визначення особливостей хімічного складу вод ДП ВК «Краснолиманська» та з'ясування їхнього впливу на довкілля.

**Матеріали та методи дослідження.** У роботі для вирішення поставлених завдань з використанням системного підходу застосовано комплексний метод досліджень, який поєднував збирання, аналізування й узагальнення матеріалів геологічного знімання вуглепородних масивів і шахтних вод Красноармійського геолого-промислового району; відбирання проб шахтних вод ДП ВК «Краснолиманська», «Курахівська», «Гірняк», «Свято-Покровська».

#### **Виклад основного матеріалу.**

##### *Огляд попередніх досліджень*

Вивчення особливостей гідрогеології вуглепородних масивів і впливу шахтних вод на довкілля в останні роки стало одним із провідних напрямів досліджень на вугледобувних підприємствах.

У статті С.Г. Ізмайлова й В.І. Онищенко, що ґрунтується на аналізі величезного обсягу інформації (зокрема й результатів досліджень ДП УкрДГРІ) про склад шахтних вод Донбасу, особливо заслуговують на увагу пропонувані способи поліпшення водопостачання низки районів з гострим дефіцитом питних вод завдяки безпосередньому використанню виведе-

© Г.А. Лівенцева, В.В. Вергельська, В.В. Мельник, 2019

них на поверхню мінералізованих шахтних вод, а також завдяки резерву, створюваному внаслідок припинення нецільового використання дефіцитних питних вод. Крім того, використання поданих на поверхню шахтних вод для задоволення різних споживацьких потреб дає змогу знизити їхній негативний вплив на природне середовище басейну. [5].

С.П. Войтович порівняв кількісні і якісні характеристики хімічного складу шахтних вод Львівсько-Волинського, Донецького й Кузнецького вугільних басейнів, які відрізняються великою різноманітністю. Формування шахтних вод відбувається здебільшого завдяки підземним водам водоносних горизонтів, що розкриваються гірничими виробками. На Донбасі формуються кислі, лужні та нейтральні, а у Львівсько-Волинському басейні й на Кузбасі тільки нейтральні шахтні води. Мінералізація шахтних вод Львівсько-Волинського басейну варіює від 3 до 10 г/дм<sup>3</sup>, а Донбасу й Кузбасу – від 0,3 до 3,5 г/дм<sup>3</sup>. З'ясовано, що домінуючими аніонами в шахтних водах Львівсько-Волинського басейну є іони хлору, на Донбасі – сульфат-іони, а на Кузбасі – гідрокарбонат-іони. Серед катіонів у досліджуваних басейнах переважають іони натрію [4].

На Донбасі (за даними В.Г. Суярко [8]) утворилося понад 500 водоносних горизонтів, у яких виділяються комплекси: четвертинний, неоген-палеогеновий, верхньокрейдний, теригенний крейдний та юрський, тріасовий, нижньопермські галогенової формації, теригенних відкладів нижньої пермі й теригенного карбону, карбонатної товщі нижнього карбону й девонський.

І.В. Удалов проаналізував особливості процесів міграції природних радіонуклідів у підземних водах під час ліквідації вугільних шахт Північно-Східного Донбасу на прикладі шахти «Пролетарська» й Світличанського водозабору. Схарактеризовано геологічні, гідрогеологічні, тектонічні особливості території досліджень. Визначено, що «мокра» консервація шахти «Пролетарська» інтенсифікувала процеси газової міграції й створила загрозу забруднення підземних вод 222Rn. З'ясовано, що шахта «Пролетарська» впливала на якісний склад підземних вод, які експлуатує Світличанський водозабір. Зафіксовано забруднення підземних вод важкими металами, природними радіонуклідами, Cl, Fe і Mn [9].

Унаслідок дослідження, висвітленого в праці Є. В. Чепіги й А. А. Можаровської [10], з'ясовано, що у водоохоронній сфері вугільних регіонів потребують розв'язання такі проблеми й питання щодо поліпшення охорони водних ресурсів підприємствами вугільної галузі, як наприклад: дослідження впливу скидів забруднених шахтних вод, підтоплення земель, що виникають унаслідок осідання земної поверхні після виймання вугільних пластів і підняття рівня ґрунтових вод та впливу на поверхневий стік загалом; розроблення й утілення практичних рекомендацій із запобігання забруднення річок і водойм через створення ставків-накопичувачів шахтних вод, шламонакопичувачів збагачувальних фабрик, систем водовідведення відкачуваних вод, стічних атмосферних вод з породних відвалів, вугільних складів, територій промислових ділянок шахт і збагачувальних фабрик; розроблення високоефективного обладнання для демінералізації шахтних вод; пошук і детальна розвідка полігонів для зворотного закачування мінералізованих шахтних вод у глибокі горизонти; спорудження нових і модернізація наявних ставків-відстійників і ставків-накопичувачів з обов'язковим створенням водотривкого екрана з глини на дні й у бортах; осушення підтоплених територій системою спеціальних гідромеліоративних систем і споруд. Виконання наведених заходів великою мірою сприятиме раціоналізації використання й поліпшення екологічного стану водних об'єктів у вугледобувних регіонах.

#### *Гідрогеологічні умови Красноармійського вуглепромислового району*

Гідрогеологічні умови регіону дуже складні, що пов'язано з його тектонічними особливостями й літологічним складом водомістких порід. Живлення водоносних горизонтів і комплексів, що залягають поблизу земної поверхні, відбувається переважно завдяки атмосферним опадам і перетіканню води з горизонтів, що залягають вище. Однак зі збільшенням глибин залягання в їхньому живленні зростає роль напірних вод глибоких горизонтів, розвантаження яких відбувається зонами глибинних розломів.

У Красноармійському вуглепромисловому районі шахтні води розміщені близько до поверхні й значною мірою характеризують склад і стан природних вод середньокарбонівих

товщ. Основні водоносні горизонти в межах Донецького басейну приурочені до юрських, тріасових, пермських і кам'яновугільних відкладів [3, 4, 5, 10].

Водоносний горизонт юрських і тріасових порід, розвинений на північному заході Донецького басейну, охоплює близько 15% його площі. Водовмісними породами слугують піски, пісковики й вапняки, що перешаровуються з глинами, водопровідність яких змінюється в межах 50–150 м/добу. На площі розвитку цих горизонтів можливе спорудження невеликих водозаборів з продуктивністю в кілька десятків літрів за секунду [1, 2, 3].

Пермський водоносний горизонт поширений на незначній площі в північно-західній частині Донбасу й характеризується невисокою багатоводністю, водопровідністю порід, що не перевищує 10–20 м/добу. На площі поширення хомогенної товщі мінералізація підземних вод перевищує 10 г/дм<sup>3</sup> і вони не можуть бути використані для водопостачання без попереднього опріснення [1, 2, 3].

Близько 70% площі Донецького басейну охоплюють водоносні горизонти кам'яновугільних відкладів, які виходять на денну поверхню або переkritі невеликим шаром четвертинних утворень. Відклади представлені перемежованими пісковиками, аргілітами, алевролітами, вапняками й вугіллям. Підземні води приурочені до прошарків пісковиків, які займають від 10 до 50% розрізу. Породи характеризуються переважно невисокою багатоводністю; водопровідність їх змінюється від 20 до 100 м/добу; можливі дебіти групових водозаборів, як правило, не перевищують 20 дм<sup>3</sup>/с. Ділянка підвищеної багатоводності, що охоплює всього близько 15% території Донбасу, розміщена на півдні, де на поверхню виходить вапнякова товща нижньокам'яновугільного віку, що містить тріщинно-карстові води. Водопровідність порід у долинах річок тут сягає кількох сотень квадратних метрів на добу, а дебіти джерел (Кипуча Криниця) – 100–200 дм<sup>3</sup>/добу.

Потужний покрив слабопроникних суглинків і глин ускладнює водообмін і сприяє доволі високій мінералізації підземних вод кам'яновугільних відкладів і осадів, що їх перекривають. Основним чинником, що визначає умови й шляхи формування хімічного складу шахтних вод, є штучно створені в гірничих виробках різко окиснювальні умови, до яких потрапляють підземні води, що циркулювали до того у водоносних шарах переважно у поновному середовищі.

Під час досліджень породи карбону вивчали в інтервалі глибин 300–1400 м, що відповідає вугільним пластам m<sub>4</sub><sup>2</sup> та l<sub>3</sub> ДП ВК «Краснолиманська». Це дає змогу розглянути особливості поширення тисків пластових вод, динаміку вод глибинних горизонтів, порівняти взаємозв'язок газового й сольового складу вод та їхні особливості залежно від гідродинамічних умов.

Четвертинний водоносний горизонт – верховодка – поширений на вододілах і в знижених частинах рельєфу – долинах річок і великих балок, що належать до опісочених проверстків суглинків і глин. Рівень верховодки – непостійний і піддається різким коливанням залежно від гідрометеорологічних умов.

Води дуже мінералізовані (сухий залишок становить 4–5 г/л), тверді (загальна твердість становить 25–32 ммоль/дм<sup>3</sup>).

За даними геологічного висновку очікуваний приплив води в шахту становитиме до 400 м<sup>3</sup>/год у разі повного розвитку гірничих робіт. Гідрогеологічні умови пласта l<sub>3</sub> загалом складні, до того ж найтриваліші припливи, як показали спостереження, будуть з пісковиків, зокрема й з підвищеною температурою. Крім проривів з окремих водоносних горизонтів на поле шахти, можливі прориви води із зон тектонічних порушень. Прориви води матимуть короткочасний характер від кількох годин до кількох тижнів. Величина прориву води в шахту становитиме 80 м<sup>3</sup>/год. Згодом дебет проривів зменшуватиметься до незначних, у зв'язку із цим у разі підходу гірських вироблень до тектонічних порушень варто проводити попереднє буріння.

За хімічним складом підземні води до глибини 200 м належать до хлорид-сульфатокальцієвого типу з мінералізацією 1,9–3,3 г/л, лужні й слабколужні рН-8, 3,5-7,7. Загальна

твердість змінюється від 20 до 32,94 ммоль/дм<sup>3</sup>. Усі води спінюються й під час кип'ятіння відкладають велику кількість осаду.

Згідно з генетичною класифікацією А.В. Судіна, у районі визначено чотири генетичні типи: сульфато-натрієві, гідрокарбонатно-натрієві, хлормагнієві й хлоркальцієві.

Згідно із зональністю, у складі нижньокам'яновугільного комплексу сульфато-натрієвий і гідрокарбонатно-натрієвий типи вод змінюються на хлоркальцієві.

Мінералізація сульфато-натрієвих вод коливається від 5,5 до 12,64 г/дм<sup>3</sup>. Питома вага – у межах 1,0014–1,0079 г/см<sup>3</sup>.

У деяких місцях спостерігається відхилення від наявної гідрохімічної зональності. В інтервалі 327–346 м визначено гідрокарбонатно-натрієвий тип вод, нижче розрізом в інтервалі 475–889 м – сульфато-натрієвий з наступною зміною на хлормагнієвий і хлоркальцієвий типи. Такі зміни, найімовірніше, зумовлені регресивним виклинюванням деяких стратиграфічних комплексів, які сприяють утворенню літологічних вікон, або впливом розривних порушень, через які слабомінералізовані води із зони інфільтрації проникають у глибокі горизонти. Незначну кількість розчиненого газу вуглеводневого складу у водах сульфато-натрієвого типу визначено в пісковикі d<sub>3</sub>Sd<sub>4</sub> в інтервалі 886–889 м. Наявність вуглеводневого складу у водах сульфато-натрієвого типу можна пояснити впливом місць розвантаження глибинних підземних вод [1, 2, 3].

**Води гідрокарбонатно-натрієвого типу** складають другу гідрохімічну зону, потужність якої змінюється в широких межах. В окремих випадках нижня межа зони простежується на глибинах 900 м. Мінералізація змінюється від 2,75 до 31,0 млгр/дм<sup>3</sup>, за питомої ваги від 1,0011 до 1,0199 г/см<sup>3</sup>, бром – 6,5–27,0 мг/дм<sup>3</sup>, йод – 0,84–1,89 мг/дм<sup>3</sup>.

Майже у всіх випадках у водах гідрокарбонатно-натрієвого типу наявний розчинений газ вуглеводневого складу. Газовий чинник змінюється від 47 до 978 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> за звичайних умов, а постійні величини 340–978 см<sup>3</sup>/л визначені в пластовій воді, характерній для південно-східної частини (ділянка Південно-Донбаська Красноармійського вуглепромислового району), у смузі розвитку верхньовізейських відкладів С<sub>1</sub><sup>3</sup>.

**Води хлоридо-магнієвого типу** мають мінералізацію від 15,7 до 23,5 г/дм<sup>3</sup>, питома вага – до 1,0165 г/см<sup>3</sup>, бром – до 45,3 млгр/дм<sup>3</sup>, йод – до 2,5 млгр/дм<sup>3</sup>, газоємність – 925–1192 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup>.

Води не мають суцільного поширення, але трапляються на площі дослідження, і розміщуються переважно в підвугільному й надвугільному горизонтах у пісковиках d<sub>3</sub>Sd<sub>4</sub> і d<sub>4</sub><sup>1</sup>Sd<sub>4</sub> (ділянка Красноармійська-Західна – 3 Красноармійського вуглепромислового району) та С<sub>4</sub><sup>3</sup>SC<sub>6</sub><sup>1</sup> (ділянка Південно-Донбаська – 7-11 Красноармійського вуглепромислового району). Цей тип вод більшість дослідників вважає (Ю.С. Застежко, 1972 р., Х.Ф. Джамалова та ін., 1974 р.) проміжним, що утворився внаслідок змішування вод різного генезису.

**Води хлоридо-кальцієвого типу** поширені в занурених частинах водоносних горизонтів, які відповідають водам сповільненого й дуже сповільненого водообміну. Цей тип вод характеризується порівняно високою газонасиченістю – до 1210 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> та підвищеною мінералізацією від 26,02 до 60,94 г/дм<sup>3</sup> (для Красноармійського вуглепромислового району досягає 107 г/дм<sup>3</sup>), питома вага становить 1,0422 г/см<sup>3</sup>, бром – від 26,8 до 62,18 мг/дм<sup>3</sup>, йод – до 3,36 мг/дм<sup>3</sup> (в окремих пробах визначений амоній до 46,8 мг/дм<sup>3</sup>) та бор – до 8,1 мг/дм<sup>3</sup>.

Підземні потоки характеризуються дуже специфічним поширенням напорів. Складна конфігурація ізолінії рівних тисків пов'язана з фільтраційними властивостями порід, а також з наявністю зустрічного потоку вод.

Розчинені гази азотно-вуглеводневого складу з низькими значеннями гелій-аргонового коефіцієнта, біогенного азоту, водню визначаються областями порівняно знижених пластових тисків і розвитку сульфато-натрієвого типу вод.

Гідродинамічні умови газоводонапірного комплексу визначаються концентрацією та складом розчинених газів, а також сольового складу пластових вод.

Висхідні рухи потоку пластових вод (нижче зони активного водообміну) тісно пов'язані зі зміною величин пластових тисків. Гази вуглеводневого складу з високим умістом азоту,

важких вуглеводнів і підвищеними значеннями гелій-аргонового коефіцієнта приурочені до вод хлоркальцієвого типу, які надходять на занурені (п'єзомаксимум) частини структури. Води із підвищеною мінералізацією й умістом газів вуглеводневого складу зони ускладненого водообміну розглядаються як седиментаційні [1].

За генезисом води сульфато-натрієвого й гідрокарбонатного типів інфільтраційні. Виявлені закономірності дають змогу провести в межах південно-західного крила Кальміус-Торецької улоговини лінію фронту зустрічі глибинних (седиментаційних) та інфільтраційних вод.

Геологічне положення й характер будови Кальміус-Торецької улоговини ближче всього відповідає міжгірним западинам (Ю.А. Борисенко та ін., 1969 р.). Занурення западини щодо навколишніх площ, яке триває і в наш час, визначається сприятливими умовами для розвитку й збереження гідродинамічних систем елізійного типу. Ці процеси для району підкріплюються чітко вираженими гідрохімічними й геотермічними аномаліями.

Мінливість геологічних і гідрологічних умов, клімату й інтенсивності водообміну визначає різницю в хімічному складі підземних вод, що формуються в кам'яновугільних відкладах на різних глибинах у різних районах Донбасу (табл. 1). Загальною ознакою, властивою підземним водам усіх районів, є збільшення з глибиною мінералізації, вмісту  $Cl^-$ ,  $Na^+$  з одночасним зменшенням вмісту  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $SO_4^{--}$  та  $HCO_3^-$ , що переважають у зоні.

Умови формування шахтних вод інші, ніж підземних. Гірничими виробками порушується не тільки природний режим циркуляції підземних вод, а й природні геохімічні умови, унаслідок чого формується визначений для відповідної глибини хімічний склад вод.

Основним чинником, що визначає умови й шляхи формування хімічного складу шахтних вод, є штучно створені в гірничих виробках різко окиснювальні умови, у які потрапляють підземні води, що циркулювали до того у водоносних шарах переважно в поновному середовищі.

Завдяки підвищеній температурі й добрій вентиляції гірничих виробок інтенсивно відбуваються процеси вивітрювання вугілля й уміщальних гірських порід, у зв'язку із чим змінюються їхні властивості, здебільшого підвищується здатність до обмінних реакцій і вилуговування. У такий спосіб усі елементи середовища, до якого надходить підземна вода, що проникає до шахти, докорінно відрізняються від природних.

Унаслідок взаємодії з рудниковою атмосферою, що багата на кисень, а іноді утримує багато вуглекислоти й пилу, з відкритими у виробках гірськими породами, кріпленням і шахтним обладнанням, склад води, що надійшла до шахти, швидко змінюється [2].

Шахти Красноармійського вуглепромислового району, особливо в західній частині, обводнені набагато більше, ніж шахти інших вуглепромислових районів відкритого Донбасу. За дослідженнями [1, 2, 3], проведеними впродовж 2009–2012 рр. визначено, що наявна в різних вугільних пластах вода має певні особливості, притаманні лише цій лаві на цьому горизонті.

Найбільший інтерес викликала вода з другої західної лави, пласта *к*, горизонту – 750 м, яка за зовнішніми ознаками містила відокремлену жирну (можливо, нафтову) плівку. Результати досліджень Лабораторії нафтохімічних досліджень геологічного середовища ІГН НАН України засвідчили в ній 0,14 мг/дм<sup>3</sup> загального вмісту нафтопродуктів, а результати Гідрохімічної лабораторії ІГН НАН України підтвердили мінералізацію 7225,7 мг/дм<sup>3</sup>, жорсткість (карбонатну) – 7,50 мг-екв, рН – 6,80, що визначає її як агресивну щодо залізних і залізобетонних конструкцій у виробці. Приплив води до цієї виробки відбувається як з вугільного пласта, так і з пісковика, який у цій лаві слугує покрівлею вугільного пласта. Такий приплив води дуже ускладнював виробку вугілля й пришвидшував осідання покрівлі.

Водночас I та III західні лави не мають гідрологічних особливостей, хоча добре обводнені. За хімічними показниками води всіх трьох лав агресивні до залізних і залізобетонних споруд у виробках, на що потрібно зважати в процесі їхнього відпрацювання, а також моніторингу закритих ділянок шахт, особливо «мокрою» консервацією. Оскільки швидкість обводненості виробок впливає на просідання покрівлі, то

варто розраховувати не тільки приплив води, а й тип кріплення, який буде використано під час розроблення масиву.

Води вугільного пласта  $m_4^2$  менш агресивні, тому за 5–10 років після відпрацювання виробок, їх закрито «мокрою» консервацією. Попри «мокру» консервацію, частину води постійно відкачують, щоб унеможливити її переливання в робочі виробки та потрапляння у поверхневі води.

За час тривалого геологічного розвитку в регіоні сформувалася велика кількість геохімічних типів вод. Підземні води зони гіпергенезу центральної частини Донбасу характеризуються переважним розвитком сильномінералізованих ( $1\text{--}3\text{ г/дм}^3$ , до  $6\text{--}8\text{ г/дм}^3$ ), нейтральних або слаболужних (рН  $6,9\text{--}7,6$ ) гідрокарбонатно-сульфатних, сульфато-гідрокарбонатних, гідрокарбонатно-кальцієвих (магнієвих), а також сульфатних і сульфато-хлоридних та хлоридо-натрієвих вод.

Шахти й відпрацьовані ділянки (або горизонти), закриті мокрою консервацією, не придатні для видобування газу й не потребують детальніших досліджень. Газ, який може віддавати вуглепородний масив, розчиняється у воді й виноситься за межі досліджуваних зон, але досліджені зразки води (шахта Свято-Покровська, термін мокрої консервації понад 5 років) вказують на збагачення таких вод газом і трансформацію водоносного горизонту у водогазоносний [2].

Шахтні води характеризуються підвищеною кислотністю, великою концентрацією різноманітних солей і високим умістом сульфат-іонів. Води вуглепородних масивів збагачені великою кількістю хімічних речовин і є активними, їхнє виведення на поверхню у відстійники має негативний вплив на довкілля. У таких випадках доцільно проводити попереднє очищення вод, зокрема й за допомогою реагентів, тобто найефективнішим методом у практиці водоочищення шахтних вод є реагентний [6-9].

**Висновок.** Сучасні екологічні проблеми регіону пов'язані з порушенням екосистем і природних територій, руйнуванням промислових та екологічно небезпечних об'єктів, забрудненням джерел питної води, земель, атмосферного повітря, порушенням геологічного середовища. Основна частина виробництва на сході України припадає на вугледобувну, коксохімічну й хімічну промисловість, металургію та інші екологічно небезпечні галузі промисловості.

Одним із чинників підсилення антропогенного впливу на земельні ресурси є забруднення ґрунтів, зокрема, радіонуклідами, важкими металами та іншими компонентами. У процесі діяльності гірничодобувної промисловості відбувається порушення земель на великих площах, що призводить до деградації.

Вугільна промисловість вносить істотні зміни в природні ландшафти. Просідання земної поверхні, засмічення відходами вугледобування, порушення земельного покриву – є одними з негативних чинників впливу на стан земель.

За час тривалого геологічного розвитку й денудації в регіоні сформувалася велика кількість геохімічних типів вод. Підземні води зони гіпергенезу центральної частини Донбасу характеризуються переважним розвитком сильномінералізованих ( $1\text{--}3\text{ г/дм}^3$ , до  $6\text{--}8\text{ г/дм}^3$ ), нейтральних або слаболужних (рН  $6,9\text{--}7,6$ ) гідрокарбонатно-сульфатних, сульфато-гідрокарбонатних, гідрокарбонатно-кальцієвих (магнієвих), а також сульфатних і сульфато-хлоридних та хлоридо-натрієвих вод.

Шахтні води характеризуються підвищеною кислотністю, великою концентрацією різноманітних солей і високим умістом сульфат-іонів, що підтверджують проведені дослідження. Одними з найефективніших методів у практиці водоочищення шахтних вод є реагентні методи, які передбачають застосування реагентів – коагулянтів. Як коагулянти найчастіше застосовують солі алюмінію й феруму: хлориди й гідроксохлориди алюмінію, а також сульфати й хлориди феруму, алюмінат натрію.

Отже, водоносні горизонти Красноармійського вуглепромислового району впливають і на розробку вугільних пластів на різних глибинах, і на розміщення газових покладів у вуглепородному масиві, локалізуючи їх чи виносячи за межі відпрацьованого простору у зв'язку зі змінами режиму підземних вод після техногенного впливу.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Вергелська В.В., Вергелська Н.В.* Гідрогеологічні особливості вуглепородних масивів Складчастого Донбасу // Збірник матеріалів молодіжної наукової конференції «Сучасні напрями геологічних досліджень в Україні» 25-26.11.2015 р. Київ. С. 15–16.
2. *Вергелська Н.В., Вергелська В.В.* Геолого-геохімічні критерії газонасності відпрацьованого простору діючих шахт // Матеріали науково-практичної конференції «Питання пошуків, розвідки та екологічних аспектів видобування вуглеводнів з ущільнених колекторів, газосланцевих товщ та вуглевміщуючих пластів» 3-4 червня 2015 р. Київ. С. 23–24.
3. *Вергелська Н.В., Вергелська В.В., Соболев М.Ю.* Гідрогеологічні особливості Красноармійського вуглепромислового району Донецького басейну // Матеріали науково-практичної конференції «Проблеми гідрогеології на сучасному етапі» пам'яті І.К. Решетова, 05-06 листопада 2014, м. Харків. С. 15–16.
4. *Войтович С.П.* Сравнительная характеристика подземных и шахтных вод некоторых угольных бассейнов Украины и России // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2016. – № 2. С. 44 – 48.
5. *Гольдберг В.М.* Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 248 с.
6. Программа мер по разработке и внедрению на угледобывающих предприятиях эффективных технологий и технических средств деминерализации шахтных вод / Донгипрошахт, УкрНИИпроект, ДонУГИ. – УкрНИИпроект, 2002. – 88 с.
7. Реагентне очищення шахтних вод [Електронний ресурс] / [Гомеля М.Д., Трус І.М., Грабітченко В.М., Петриненко А.І., Воробйова В.І.] // Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/reagentne-ochyshchennya-shahntnyh-vod>
8. *Суярко В. Г., Решетов И. К., Безрук К. О.* Возможности использования подземных и шахтных вод Донбасса как гидроминерального сырья // Экология окружающей среды и безопасность жизнедеятельности. 2007. № 3. С. 7–12.
9. *Удалов И.В., Кононенко А.В.* Особенности процессов миграции естественных радионуклидов в подземных водах при ликвидации угольных шахт Северо-Восточного Донбасса // Вісник Дніпропетровського університету. Серія: геологія, географія. 24 (2), 2016. С. 121–128.
10. *Чепіга Є.В., Можаровська А.А.* Використання водних ресурсів підприємствами вугільної галузі України // Уголь України, 2013. № 12. С. 50 – 52

## REFERENCES

1. *Vergelska V.V., Vergelska N.V.* Hydrogeological features of coal massifs of the Folded Donbass // Proceedings of the youth scientific conference "Modern directions of geological research in Ukraine" 25-26.11.2015, Kyiv. P. 15 - 16. – in Ukrainian
2. *Vergelska N.V., Vergelska V.V.* Geological and geochemical criteria for the gas content of the spent space of existing mines // Proceedings of the scientific-practical conference "Questions of exploration, exploration and environmental aspects of hydrocarbon extraction from compacted reservoirs, gas shale strata and coal-bearing strata" June 3-4, 2015 Kyiv. – P. 23–24. – in Ukrainian
3. *Vergelska N.V., Vergelska V.V., Sobolev M. Yu.* Hydrogeological features of the Red Army coal district of the Donetsk basin // Proceedings of the scientific-practical conference "Problems of hydrogeology at the present stage" of memory I.K. Reshetova, November 5-06, 2014, Kharkiv. P. 15–16. – in Ukrainian
4. *Voitovich S.P.* Comparative characteristics of groundwater and mine waters of some coal basins of Ukraine and Russia // Bulletin of the IG Komi NC UrO RAS, 2016. – № 2. P. 44–48. – in Russian
5. *Goldberg V.M.* 1987. Relationship between groundwater pollution and the natural environment. L. Gidrometeizdat. 248 p. – in Russian
6. Program of measures for development and implementation of effective technologies and technical means of demineralization of mine waters at coal mining enterprises / Dongiproshakht, UkrNIIProekt, DonUGI. - UkrNIIProekt, 2002. 88 p. – in Russian
7. *Reagent purification of mine waters* [Electronic resource] / [Gomel M.D., Trus I.M., Grabitchenko V.M., Petrynenko A.I., Vorobyova V.I.] // Access mode: <http://eco.com.ua/content/reagentne-ochyshchennya-shahntnyh-vod> – in Ukrainian
8. *Suyarko V.G., Reshetov I.K., Bezruk K.O.* Possibilities of using underground and mine waters of Donbass as hydromineral raw materials // Ecology of environment and safety of vital activity. 2007. № 3. P. 7–12. – in Russian

9. *Udalov I. V., Kononenko A. V.* Features of migration processes of natural radionuclides in groundwater of liquidation of coal mines of the North-Eastern Donbass // *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Series: geology, geography.* 24 (2), 2016. S. 121–128. – in Russian
10. *Chepiga E. V., Mozharovska A. A.* Use of water resources by enterprises of the coal industry of Ukraine // *Coal of Ukraine*, 2013. № 12. P. 50–52 – in Ukrainian

**A.A. Liventseva, V.V. Vergelska, V.V. Melnyk**

## **ECOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CHALLENGES OF COAL MINING REGIONS OF UKRAINE**

Ecological and hydrogeological conditions of the region are very difficult, which is due to its tectonic features and lithological composition of water-bearing rocks. Feeding aquifers and complexes lying near the earth surface, occurs mainly due to precipitation and water flow from the horizons above. Aquifers coal areas of Donbass affect the development of coal seams at different depths in the coal massif and are transformed into waste space of workings in connection with the change of hydrogeological mode after man-made exposure. Aquifer horizon of coal-bearing areas represent, in most cases, a system of complex pools fractured waters, which complicate the development of minerals in mining. Aquifers are associated with sandstones, limestones, less often, siltstones.

*Key words:* ecological and hydrogeological conditions, Donbass, aquifer horizon, coal mining regions.

**А.А. Ливенцева, В.В. Вергельская, В.В. Мельник**

## **ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ РЕГИОНОВ УКРАИНЫ**

Эколого-гидрогеологические условия региона очень сложные, что связано с его тектоническими особенностями и литологическим составом водовмещающих пород. Питание водоносных горизонтов и комплексов, залегающих вблизи земной поверхности, происходит главным образом за счет атмосферных осадков и перетока воды из горизонтов, залегающих выше. Водоносные горизонты углепромышленных районов Донбасса влияют на разработку угольных пластов на различных глубинах в углепородном массиве и трансформируются в отработанном пространстве выработок в связи с изменением гидрогеологического режима после техногенного воздействия. Водоносные горизонты угленосных районов представляют в большинстве случаев систему сложных бассейнов трещинно-пластовых вод, которые затрудняют отработку полезного ископаемого в горных выработках. Водоносные горизонты связаны с песчаниками, известняками, реже алевролитами.

*Ключевые слова:* эколого-гидрогеологические условия, Донбасс, водоносный горизонтов, угледобывающие районы.

ГО Спілка геологів, м. Київ

Ганна Лівенцева

e-mail: [hannaliventseva@gmail.com](mailto:hannaliventseva@gmail.com)

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ

Вікторія Вергельська

e-mail: [vyika10@meta.ua](mailto:vyika10@meta.ua)

Василь Мельник

Стаття надійшла: 12.09.2019