

Зважаючи на попередні дослідження, що мали загальною характер або більш локальний масштаб, було запропоновано методику дослідження зміни еколого-гідрогеологічних умов, що спричинені впливом вуглеводобувної діяльності на території Західного Донбасу. В основу було покладено обробку різнопланових даних для нерівномірної сітки спостережень з встановленням зв'язків (статистичний аналіз) між проявом небезпечних геологічних процесів та оцінено ризик розвитку цих процесів.

Поняття "ризик" розглядається як ймовірність виникнення тієї чи іншої події, що спричинена впливом зовнішніх чинників та діяльністю людини і призводить до негативних наслідків для держави, суспільства, для окремого індивіда (на прикладі впливу вуглеводобувної діяльності на території Західного Донбасу). Основою для визначення можливого ризику прояву негативних змін геологічного середовища (як природних, так і техногенних) є його комплексний показник, який акумулює всю послідовність залежних і незалежних ризиків. При цьому залежні ризики перемножуються, а незалежні – додаються.

Прояв небезпечних змін геологічного середовища (просідання, провали, карст, зсуви, підтоплення тощо) має площинний вираз. Можна провести їх картографування, підрахунок площі, їх частку від території району, області чи країни. Якщо для території побудовані карти прояву небезпечних техногенних змін геологічного середовища за кожним типом таких змін (просіданням, карстом, зсувами тощо), то можна скласти загальну карту ризиків небезпечних змін геологічного середовища території. Після створення картографічної бази даних це легко можна зробити за допомогою серії запитів та математикою карт в середовищі ГІС.

Після встановлення залежності впливу процесів між собою було підраховано ризик розвитку цих процесів на даній території. Складено загальну формулу ризику прояву небезпечних змін ГС для території, на прикладі Західного Донбасу:

$$R_{ГС} = R_{ТН} \cdot R_{ДВ} + \dots + R_{К} \cdot R_{ПД}, \quad (1)$$

де $R_{ГС}$ – загальний ризик небезпечних змін ГС, складовими якого є $R_{К}$ – ризик прояву карсту, $R_{ПД}$ – ризик під-

топлення території, $R_{ТН}$ – ризик впливу збільшення техногенного навантаження, $R_{ДВ}$ – ризик збільшення депресійних воронко тощо.

Таблиця 2
Класифікація рівнів ризику [1]

Категорія	Оцінка рівнів	Ризик (імовірність)
1	Безпечний	$< 10^{-4}$
2	Прийнятний	10^{-4}
3	Небезпечний	10^{-3}
4	Особливо небезпечний	$> 10^{-3}$

Ризик у техногенній сфері нашої країни (за існуючими дослідженнями і класифікаціями) досить високий і становить $5.35 \cdot 10^{-4}$ (у нормативних документах Євросоюзу та Росії значення індивідуального ризику рекомендується приймати не більшим за 10^{-6}). Рекомендована класифікація рівнів ризиків наведена в табл. 2. Показник ризику для досліджуваної території вуглеводобувної діяльності в межах ГІС-моделі Західного Донбасу дорівнює $1,7 \cdot 10^{-3}$ і за існуючими класифікаціями належить до небезпечних.

Висновки. Таким чином, за комплексом досліджуваних показників регіон Західного Донбасу знаходиться на етапі інтенсивного використання надр (за значеннями геолого-економічних показників), і на етапі виснаження надр (за змінами еколого-геологічних умов) із масштабним проявом небезпечних змін геологічного середовища (просідання, провали, карст, зсуви, підтоплення тощо). Про це свідчить розрахований показник загального ризику небезпечних змін геологічного середовища, який для досліджуваної території в межах ГІС-моделі Західного Донбасу дорівнює $1,7 \cdot 10^{-3}$ і за існуючими класифікаціями відноситься до небезпечних.

1. Екологічна геологія / Под ред. М.М. Коржнева. -К., 2006. 2. Коржнев М.М., Міщенко В.С., Шестопалов В.М., Яковлев Є.О. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничодобувних регіонів України. – К., 2000. 3. Рудько Г.І. Ресурси геологічного середовища та екологічна безпека техноприродних систем. – К., 2006. 4. Рудько Г.І., Адаменко О.М. Конструктивна геоecологія: наукові основи та практичні втілення. – Ч., 2008. 5. Реструктуризація мінерально-сировинної бази України та її інформаційне забезпечення / За ред. С.О. Довгого. – К., 2007.

Надійшла до редколегії 28.05.09

УДК 549.322.3

Р. Бочевар, асп.,
Л. Скакун, канд. геол.-мінералог. наук

МІЛЕРИТ КАПІТАНІВСЬКОГО УЛЬТРАБАЗИТОВОГО МАСИВУ (ГОЛОВАНІВСЬКА ШОВНА ЗОНА)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол.-мінералог. наук, проф. В.М. Загнітком)

Описано знахідки мілериту в Капітанівському ультрабазитовому масиві. Визначено просторове розміщення мінералу в породи, морфологію зерен, хімічний склад та мінеральні асоціації. Зроблено висновки про генезис та значення мілериту серед сульфідних руд ультрабазитових утворень Капітанівського рудного поля.

In this paper the finds of millerite in the Kaitanivsky ultrabasite massif was described. Dimensional placing of mineral in the rock, morphology of grains, chemical composition and mineral associations were determined. The genesis and importance of millerite among sulfide ores of ultrabasite formations of the Kapitanovsky ore field have been proved.

Вступ. Мілерит – характерний пізній мінерал серпентинізованих масивів, розшарованих інтрузій із Cu-Ni сульфідними рудами та в гідротермальних жилах разом з іншими сульфідами і арсенідами нікелю і кобальту. Його кристалізація спричинена низькотемпературними гідротермальними розчинами і можливо, процесами вивітрювання [10]. Також він присутній в родовищах різного походження від карбонатитів Палабора (ПАР) до золоторудних родовищ Березовське та Наталка в Росії і стратиформних родовищ міді (Цумеб, Намібія). Представлений мілерит на родовищах у вигляді волосоподібних пористих мас і радіально-лучистих агрегатів, утворених тонкими голчастими кристалами.

В Україні мілерит виявлений у вигляді голочок і волосоподібних кристалів, іноді променевих агрегатів і стягнень в карбонатизованих серпентинітах, тальк-карбонатних, кварц-карбонатних і інших породах Придніпров'я, в піроксенітах Криворізького басейну [9]. На Донбасі NiS зустрічається у вигляді включень в дикіті з тріщин висихання конкрецій і прожилків, в вугленосній товщі, в зоні зчленування Волновасько-Чернюхінського і Мушкетовсько-Персіанівського глибинних розломів, рудах Нагольно-Тарасівського, Центрально-Нагольчанського і Західно-Єсаулівського рудопроявів. Зрідка мілерит присутній на ртутних рудопроявах Донбасу [11]. Утворення мілериту в Нагольному кряжі і на інших про-

явах пов'язано з завершальною стадією поліметалічного рудоформування [11].

Про присутність мілериту в ультрабазитових масивах Капітанівського рудного поля згадано у роботах [1, 3], однак дослідниками він детально не описаний. Доцільним є вивчення мілериту Капітанівського масиву тому, що його присутність свідчить про певні гідротермальні процеси, які відбувались в історії масиву.

Матеріали та методи дослідження, отримані результати. Мілерит виявлений в керні свердловин, вибурених в межах ультрабазитового масиву (рис. 1) при вивченні перспектив Капітанівського рудного поля. Ка-

м'яний матеріал із п'яти свердловин був відібраний на керносховищі ПГЕ ПДРГП "Північгеологія".

Капітанівський масив входить в склад Голованівського тектонічного блоку архейського Дністровсько-Бузького кратону. Форма Капітанівського масиву в плані – подовжено-лінзоподібна, пластоподібна, майже прямокутний, північно-західного (330–340°) до субмеридіонального простягання з нерівними межами. Масив залягає згідно з породами, що його вміщують, є фрагментом розширеного силу [6]. Детально геологічна будова Капітанівського масиву описана в роботах [1, 6, 7]

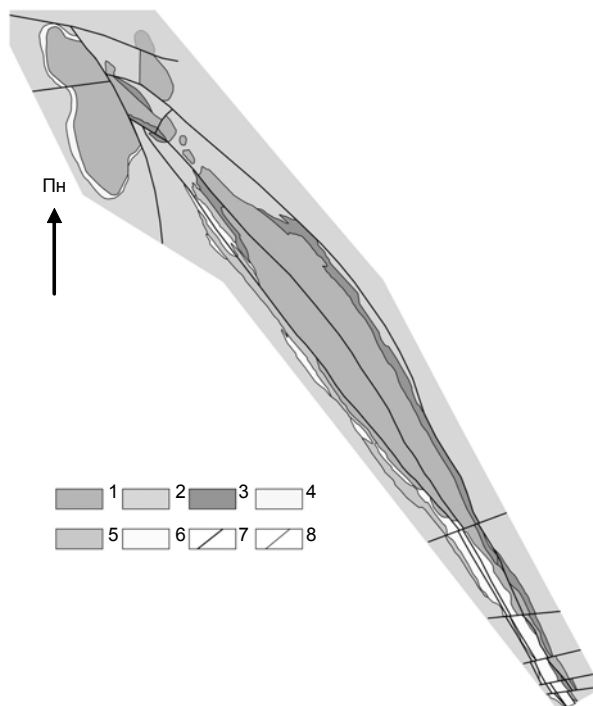


Рис. 1. Схема геологічної будови Капітанівського ультрабазитового масиву, м-б 1:20000 (за даними ПГЕ ПДРГП "Північгеологія" з доповненнями та спрощеннями авторів):

- 1 – серпентиніти; 2 – гранітогнейси лейкократові біотитовмісні; 3 – кальцифіри (офікальцити апосерпентинітові); 4 – плагіогнейси біотитові, гранат-біотитові; 5 – плагіогнейси гранат-силіманіт-біотитові кордієритовмісні; 6 – кварцити вторинні алогнейсові; 7 – головні розривні порушення; 8 – геологічні границі

Проведено макроскопічні та мікроскопічні мінералогічні дослідження. Рентгеноспектральні електронно-зондові аналізи та електронно-мікроскопічні дослідження виконувалися в лабораторії прецизійних аналітичних досліджень УкрДГРІ (аналітик О.В. Ковтун), та в науково-технічному та навчальному центрі низькотемпературних досліджень геологічного факультету ЛНУ ім. Івана Франка (аналітик Р.Я. Серкіз).

Попередні дослідження [1] серпентинітів із різним вмістом хроміту виявили присутність вкрапленості магнетиту, піротину, пентландиту, віолариту, піриту, герсдорфиту, нікеліну та платиноїдів. Також відмічається утворення мілериту по пентландиту.

Мілерит, що нами досліджувався, представлений окремими голчастими індивідами та їх зростками у трищинах серпентинізованих перидотитів в асоціації із кальцитом (рис. 2). Індивіди мілериту мають характерний голчастий обрис із паралельною видовженням штрихуватістю; їх довжина складає від 4 до 300 мкм при ширині від 0,5 до 40 мкм.

У серпентинізованих піроксенітах, кальцифірах, на контакті хромітової руди і кальцифірів досліджені окремі зерна ксеноморфної форми як самостійно, так і в зростках із галенітом (рис. 3).

Хімічні аналізи відповідають стехіометрії мінералу і усереднена формула має вигляд $Ni_{0.97}Fe_{0.03}S$ (табл. 1). Ферум постійно присутній в мілериті Капітанівського ультрабазитового масиву в кількостях від 1.4 до 3.4 ваг. %, що складає 0.02–0.05 ф.о. Згідно з літературними даними, домішка феруму із аналогічними концентраціями характерна для мілериту. У зернах мілериту в пробах із свердловини 4301 виявлено ізоморфні домішки кобальту в межах 1.5 ваг. %.

Обговорення результатів. Мілерит належить до числа мінералів, які порівняно рідко зустрічаються в природі і зазвичай має гідротермальне походження. Наші дослідження вказують на те, що мілерит Капітанівського ультрабазитового масиву є вторинним мінералом і його присутність в масиві свідчить про участь гідротермальних процесів у формуванні його сульфідної мінералізації, що відбувається після крихких деформацій масиву.

Порівнюючи мінералізацію досліджуваного ультрабазитового масиву з відомими світовими родовищами магматичного походження, що пов'язані з ультрабазитами, відмітимо, мілерит Капітанівського ультрабазитового масиву і мілерит родовищ Садбері (Канада), Бушвельдського масиву (ПАР) знаходяться в аналогічних мінеральних асоціаціях [12, 13].

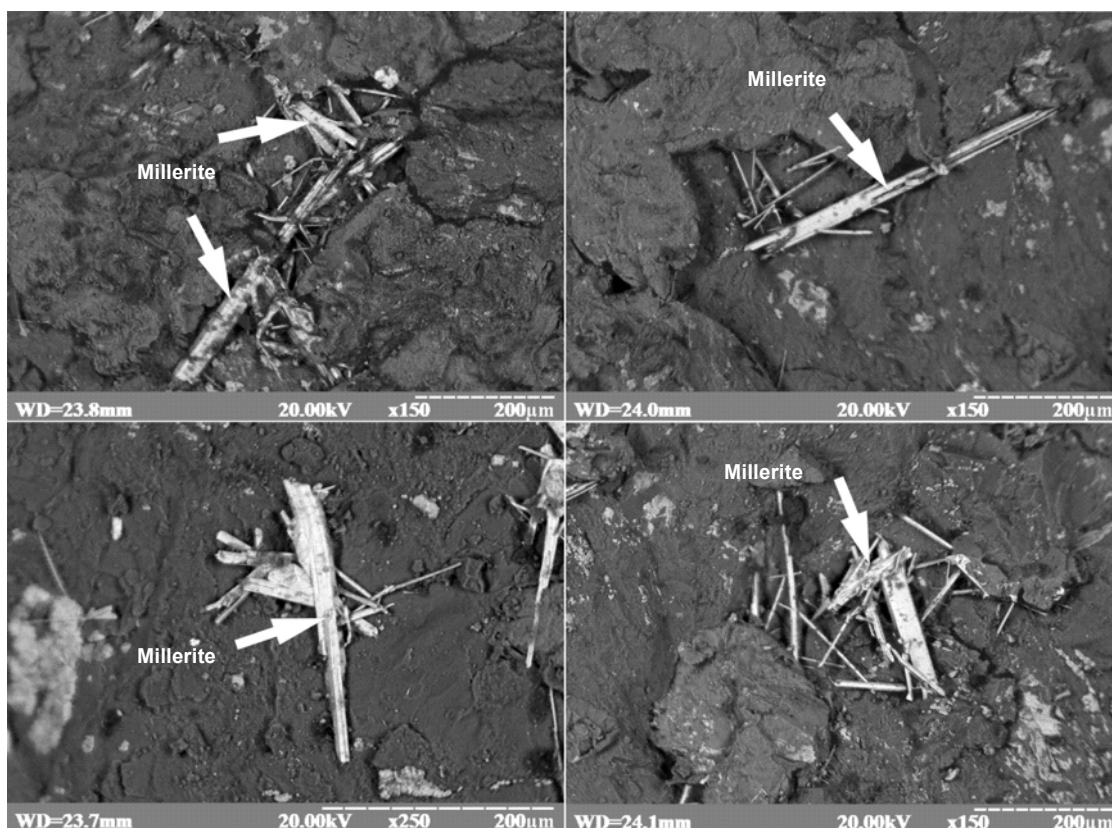


Рис. 2. Голчаста форма кристалів мілериту Капітанівського ультрабазитового масиву (BSE-зображення із сколу тріщини; Св. 3579, гл. 247,8 м). Світло-сірі виділення – зерна кальциту, темно-сіре – серпентин. Результати мікрозондових рентгеноспектральних аналізів мілериту наведено в табл. 1

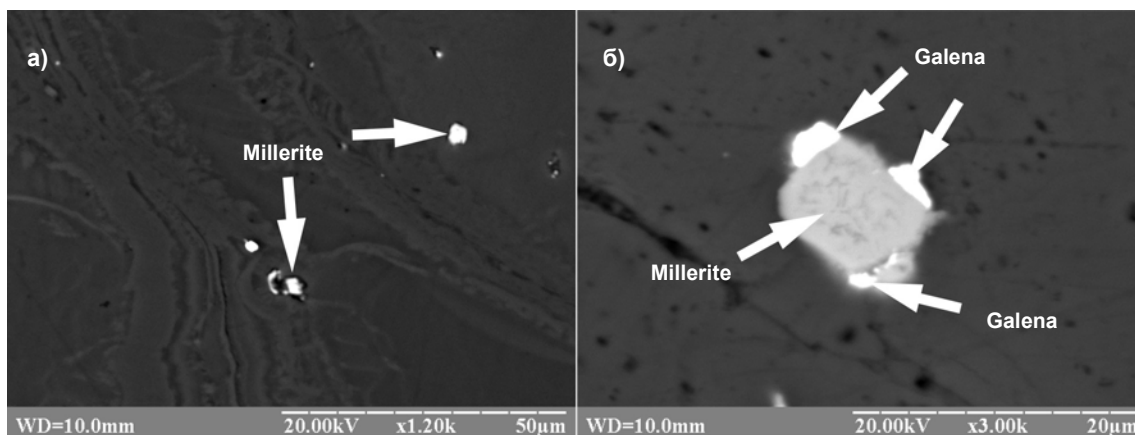


Рис. 3. Виділення мілериту у хромітових рудах Капітанівського ультрабазитового масиву: а – дрібні виділення мілериту в піроксеніті серпентинізованому, св. 1602, гл. 109,6 м; б – мілерит в асоціації з галенітом, св. 1602, гл. 109,6 м. BSE-зображення

Таблиця 1

Вибрані аналізи хімічного складу мілериту Капітанівського ультрабазитового масиву

№ п/п	№ Св.	Глибина	S	Fe	Co	Ni	Сума
1	1602	109,6	35,30	1,42	0,00	63,17	99,89
2	3507	185,2	33,36	2,40	0,00	63,91	99,68
3	3536	194	35,12	3,41	0,00	60,93	99,45
4	3579	247,8	35,28	1,53	0,00	63,19	100,00
5	3579	247,8	35,46	3,30	0,00	61,51	100,27
6	4301	186,7	35,47	3,13	1,50	60,32	100,42
7	4301	186,7	35,21	1,94	1,36	61,46	99,97

Асоціація мілериту із кальцитом вказує на те, що він формувався в завершальну стадію гідротермального процесу. Розглянемо у порядку зменшення температури визначені наступні стадії розвитку мінеральних асоціацій: магматична, метаморфічна, гідротермальна, гіпергенна [1, 7]; та місце в них мілериту:

- 1. Магматична стадія:** хромітова мінеральна асоціація (хромпікотит, хром-магнетит, група самородних елементів – самостійні фази заліза, ренію, платини, і платиноїдів).
- 2. Метаморфічна стадія:**
 - Хромшпінель-магнетитова мінеральна асоціація (магнетит, шпінель, група самородних елементів і ін-

терметалідів – Ni, Co, Re, Cr, Zn, Fe, Sn, Cu). Утворилась за рахунок розпаду породоутворюючих мінералів (олівіну, піроксену) при переході в серпентиніт.

- Серпентинова мінеральна асоціація (серпентин, брусит, карбонати).

3. Гідротермальна стадія ділиться на три підстадії:

- Високотемпературна арсенопірит-герсдорфітова мінеральна асоціація. Перша група мінералів (рання): арсенопірит, герсдорфіт, нікелін, кобальтин, маухерит, інтерметаліди і арсеніди Ir, Os, Ru, Pd. Друга група мінералів (пізня): піротин, пентландит, халькопірит, вісмутин, самородне золото, графіт.

- Середньотемпературна асоціація піротин, пентландит, халькопірит, вісмутин, самородне золото, графіт.

- Низькотемпературні кальцит-мілеритова та віоларит-марказитова мінеральні асоціації.

4. Гіпергенна стадія охоплює формування маловивченого комплексу тонкодисперсних мінералів (нонтроїт, гарніерит, ферігалуазит, нікелеві хлорити, нікельвміщуючі охри і псиломелани).

Висновки. Авторами під час дослідження рудної мінералізації в межах ультрабазитових масивів Капітанівського рудного поля з використанням високоточного аналітичного обладнання виявлено і вивчено мілеритову мінералізацію. Встановлено просторове розміщення, морфологію, розмір зерен, хімічний склад мілериту та мінеральні асоціації.

Мілерит, що присутній в породах Капітанівського ультрабазитового масиву, утворює паралельні голчасті індивіди та їх зростки у тріщинах серпентинізованих перидотитів, окремі зерна мілериту ксеноморфної форми та в зростках з галенітом присутні у піроксенітах, кальцифірах, на контакті хромітової руди і кальцифірів. Розмір зерен мінералу може досягати 300 мкм.

Мілеритова мінералізація є індикатором низькотемпературних гідротермальних процесів в геологічній історії Капітанівського ультрабазитового масиву. Отже, робимо висновок, що мілерит масиву формувався в гідротермальній стадії, низькотемпературній підстадії розвитку мінеральних асоціацій досліджуваного ультрабазитового масиву. При дослідженнях виявлено зерна з мілерит-віоларитовою зональністю. Порівнюючи мілерит відомих світових родовищ [12, 13] з мілеритом досліджуваної території слід відзначити, що мінерал не утворює масштабних зон мінералізації, але зустрічається в подібних мінеральних асоціаціях.

Відомо що сульфідна мінералізація Капітанівського ультрабазитового масиву приурочена до серпентинітів, які є магнезійною рудою. При переробці руди за спеціальною технологічною схемою [4] отримуємо оксид магнезю, активний кремнезем, рудний концентрат, в який потраплять сульфідні, хроміти, самородне золото, платиноїди. Тому мілеритова мінералізація в складі сульфідної мінералізації, за умови комплексної переробки руд Капітанівського ультрабазитового масиву, матиме вагомий промисловий значення, навіть в тих випадках, коли спостерігається рідка вкрапленість мінералу в породі чи руді, особливо якщо він знаходиться в асоціації з іншими нікелевими чи кобальтовими мінералами, оскільки мілерит є одним з найбільш багатих нікелем мінералів.

Подяки. Авторами висловлюють вдячність В.М. Гулію, Г.Д. Лепігову, І.Є. Меркушину за цінні консультації і поради, співробітникам ПГЕ ПДРГП "Північгеологія" за надання кам'яного матеріалу для досліджень, О.О. Андрєєву, О.В. Ковтуну, О.В. Волошину за допомогу в проведенні аналітичних досліджень.

1. Бобров О.Б., Гурський Д.С., Гошовський С.В. та ін. Металевий реній у природних геологічних системах: перший світовий досвід опису на прикладі ультрабазитові масивів Середнього Побужжя (Український щит) // Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2007. – № 2. – С. 60–82.
2. Бочевар Р.О., Гулій В.М. Елементи-домішки в сульфідах Капітанівського ультрабазитового масиву та їх індикаторне прогнозне й пошукове значення // Стан і перспективи сучасної геологічної освіти та науки: Тези доп. наук. конф., Львів, 2010. – Л., 2010.
3. Бочевар Р.О., Гулій В.М. Особливості розповсюдження та складу сульфідів Капітанівського рудного поля та їхнє прогнозне значення // Актуальні проблеми геології, прогноза, пошуків і оцінки местороджень твердих корисних копалин: Матер. Міжнарод. науко-практ. конф., Судак, 2010. – К., 2010.
4. Гаприндашвили В.Н. Комплексная переработка серпентинитов. – Тбилиси, 1970.
5. Гурський Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1: Металлические полезные ископаемые / Под ред. М.П. Щербака, О.Б. Боброва. – К-Л., 2005.
6. Лепігов Г.Д., Василенко А.П. Капітанівське родовище нікелевих і хромітових руд // Мінеральні ресурси України. – 1996. – № 4. – С. 22–23.
7. Лепігов Г.Д., Василенко А.П. Прогноз хромітових родовищ Побужзького рудного району // Мінеральні ресурси України. – 2001. – № 3. – С. 18–19.
8. Лепігов Г.Д., Василенко А.П. Комплексні рудні родовища (до методики оцінки перспективних та прогнозних ресурсів) // Геолог України. – 2006. – № 4. – С. 16–18.
9. Матковський О., Павлушин В., Сливко Є. Основи мінералогії України / За ред. М. Мартиняк – Л., 2009.
10. Рамдор П. Рудні мінерали і їх спарвання. – М., 1962.
11. Щербак Н.П., Павлушин В.И., Литвин А.Л. и др. Минералы Украины: Краткий справочник / Под ред. Н.П. Щербака – К., 1990.
12. Holwell D.A., Boyce A.J., McDonald I. Sulfur Isotope Variations within the Platreef Ni-Cu-PGE Deposit: Genetic Implications for the Origin of Sulfide Mineralization // Economic Geology. – 2007. V. 102. – P. 1091–1110.
13. Pentek A., Molnar F., Watkinson D., Jones P. Footwall-type Cu-Ni-PGE Mineralization in the Broken Hammer Area, Wisner Township, North Range, Sudbury Structure // Economic Geology. – 2008. – V. 103. – P. 1005–1028.

Надійшла до редколегії 18.03.11

ГІДРОГЕОЛОГІЯ, ІНЖЕНЕРНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 551.35

І. Байсарович, канд. геол.-мінералог. наук, доц.
Є. Яковлев, д-р техн. наук, проф.

ПОРУШЕННЯ ПРИРОДНОГО ВОДНО-ЕКОЛОГІЧНОГО БАЛАНСУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІВДНЯ УКРАЇНИ ТА ЙОГО ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії канд. геол.-мінералог. наук, доц. О.Є. Кошляковим)

Розглядаються чинники впливу антропогенних змін геологічного середовища півдня України та їх вплив на порушення природного водно-екологічного балансу регіону. Зарегулювання стоку, водозосподарська діяльність, в тому числі відведення води у воднедефіцитні регіони системою каналів призвело до значного зменшення надходження до акваторії Чорного моря завислих речовин і поверхневих вод з басейну Дніпра. За рахунок цього порушені природні водно-екологічні умови території, що має великі негативні екологічні наслідки.

Factors of influence of anthropogenic changes on geological environment of Southern Ukraine and their impact on regional natural water and ecological balance have been considered. Regulated flow, water industry activity including abstraction of water into water deficiency region by means of canals have led to substantial reduction of suspended matter and decreasing of Dnieper water quantity coming in the Black Sea. As a result of named factors, the natural water and ecological conditions of the region were disturbed.

Вступ. Одним з проявів впливу порушення водно-екологічного балансу геологічного середовища (ГС) півдня України є зміна надходження теригенного мате-

ріалу в шельфову зону північно-західної частини Чорного моря. Теригенні матеріали надходять до акваторії в значних кількостях за рахунок річкового стоку, розмиву