

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЇ І ГЕОХІМІЇ ГОРЮЧИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН

ІЩЕНКО ЛІЛІЯ ВОЛОДИМИРІВНА



УДК 550.4:556.3 (477.6)

**ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРЕОЛЬНИХ ВОД  
БІТУМО-ГІДРОТЕРМАЛЬНИХ МІНЕРАЛЬНИХ АСОЦІАЦІЙ  
У ПОРОДАХ ЗАХІДНО-ДОНЕЦЬКОГО ГРАБЕНУ**

Спеціальність 04.00.02 – геохімія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук

Львів – 2019

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Харківському національному університеті імені  
В.Н. Каразіна Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор геолого-мінералогічних наук, професор,  
**Суярко Василь Григорович**  
Харківський національний університет імені  
В.Н. Каразіна  
професор кафедри мінералогії, петрографії та  
корисних копалин

**Офіційні опоненти:** доктор геолого-мінералогічних наук, професор,  
**Загнітко Василь Миколайович**  
Київський національний університет імені  
Тараса Шевченка  
завідувач кафедри геології родовищ корисних  
копалин ННІ «Інститут геології»

доктор геологічних наук,  
**Колтун Юрій Володимирович**  
Інститут геології і геохімії горючих корисних  
копалин НАН України (м. Львів)  
провідний науковий співробітник  
відділу седиментології провінцій горючих  
копалин

Захист відбудеться «13» червня 2019 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої  
вченої ради К 35.152.01 в Інституті геології і геохімії горючих корисних  
копалин НАН України за адресою: 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-а

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотечі Інституту геології і геохімії  
горючих копалин НАН України за адресою: 79060, м. Львів, вул. Наукова, 3-а.

Автореферат розісланий «6» травня 2019 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат геологічних наук



Ю.В. Хоха

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Ореольні води у парагенезисах природних бітумів та гідротермальних мінералів – досить поширене явище у гідротермальних рудних полях, що свідчить про участь у єдиному гідротермальному процесі мінералоутворювальних флюїдів і вуглеводнів. Вони є основою для розроблення гідрогеохімічних критеріїв пошуку як захованого зруденіння, так і покладів вуглеводнів.

Дисертаційне дослідження присвячене обґрунтуванню генетичних джерел бітумів, їх міграції у рудоутворювальних гідротермах та встановленню геохімічних особливостей формування ореольних вод. Перспективи відкриття рудних та вуглеводневих родовищ в Україні можуть пов'язуватися із впровадженням нових методів їх прогнозування та пошуку. Це потребує наукового пояснення такого геологічного явища, як бітумо-гідротермальні мінеральні асоціації у породах антиклінальних структур, що контролюються зонами глибинних розломів.

Починаючи з 60-х років минулого століття формуванню бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій та хімічного складу їх ореольних вод приділялася увага багатьох вчених: Д. Уайт (1957), Е. Бейлі (1959), Сауков А. (1963), М. Коксой (1967), О. Бродський (1969), Е. Реддер (1970), Н. Голева (1971), А. Джеймс (1980), Н. Безкровний (1980), В. Масленников (1987), В. Суярко (1988) та ін. Проте, попри це, практично не вивченою залишилася проблема формування ореольних вод бітумо-гідротермальних асоціацій у сучасних гідротермальних системах.

На прикладі гідротермальних рудних полів Західно-Донецького грабену (Микитівське, Дружківсько-Костянтинівське та Слов'янське) за даними виконання комплексу геохімічних, мінералого-петрографічних, ізотопних та гідрогеологічних досліджень автору вдалося створити не лише геохімічну флюїдодинамічну модель формування ореольних вод, а й визначити основні генетичні джерела вуглеводнів бітумів, що мають як ендегенне, так і (переважно) органічне походження. На основі розрахунків концентрацій рудних елементів в ореольних водах доведено, що їх формування відбувається як в процесі розчинення гравітаційними водами рудних мінералів, так і висхідного розвантаження вод глибоких горизонтів та ендегенних (мантіїно-корових) флюїдів. Такий розподіл сприяє не лише створенню цілісної концепції геохімії ореольних вод бітумо-гідротермальних асоціацій, а й поясненню причини спільного просторового знаходження гідротермальної рудної мінералізації та твердих бітумів у різних регіонах.

Результати досліджень дозволили на сучасному науковому рівні визначити фактори і процеси формування геохімічних особливостей ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій. Це, своєю чергою, дасть можливість обґрунтувати нові підходи до прогнозування і пошуку захованої гідротермальної мінералізації та покладів вуглеводнів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Фактичний матеріал, на якому побудовано дисертаційне дослідження, було зібрано автором у процесі виконання науково-дослідних тематичних робіт, пов'язаних із визначенням



хімічного складу підземних вод регіону та встановленням закономірностей формування гідрогеохімічних аномалій: «Особливості міграції галогенів та закономірності формування гідрогеохімічних аномалій з метою прогнозування родовищ корисних копалин та запобігання неінфекційних захворювань населення» (державний реєстраційний № 0115U001588), «Використання хімічного та ізотопного складу вуглеводнів для прогнозування покладів нафти і газу у складчастих регіонах України» (державний реєстраційний № 0118U100312), а також з оцінкою впливу на навколишнє природне середовище пошукових свердловин на нафту і газ «Оцінка впливу на геологічне середовище при спорудженні та експлуатації пошукової свердловини №2 Щиглівської площі Західно-Гутської ліцензійної ділянки» (ТОВ «Нафтогазенергопром» 2017-2018 рр.).

**Мета дослідження** – встановити геохімічні особливості ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій та джерел їх формування у рудних полях Західно-Донецького грабену.

Для цього потрібно вирішити такі окремі **завдання**:

- з'ясувати та обґрунтувати закономірності просторового розподілу у регіоні ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій;
- визначити ізотопний склад вуглецю бітумів і побудувати генетичну модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій;
- встановити гідродинамічні та геохімічні особливості ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій;
- побудувати синергетичну флюїдодинамічну модель формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій;
- обґрунтувати можливість використання геохімічних особливостей як ореольних вод так і бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій у процесі прогнозування і пошуку захищеного гідротермального зруденіння та покладів вуглеводнів.

**Об'єкт дослідження** – ореольні води бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій Західно-Донецького грабену.

**Предмет дослідження** – геохімічні особливості ореольних вод та умови їх формування у ртутних та ртутно-поліметалевих рудних полях регіону.

**Методи дослідження**: 1) польові геологічні: відбір та опис проб твердих бітумів і гідротермальних рудних мінералів для аналітичних визначень; 2) польові гідрогеохімічні: відбір проб ореольних вод із природних джерел, свердловин та колодязів для лабораторного аналізу хіміко-аналітичними та спектральними методами та опис водопунктів; 3) геохімічні: встановлення ізотопного складу вуглецю бітумів мас-спектрометричним методом у лабораторних умовах.

## Наукова новизна одержаних результатів

### *Уперше:*

1. На основі ізотопних досліджень вуглецю встановлено, що тверді бітуми у породах гідротермальних рудних полів Західно-Донецького грабену утворюються за рахунок двох генетично різних джерел: вуглецю і водню ендегенних флюїдів та органічної речовини вугленосних товщ карбону.

2. Побудовано генетичну модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій рудних полів регіону.

3. Доведено, що ореольні води бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій формуються за рахунок двох протилежних процесів:

- розчинення підземними водами у зоні вільного водообміну сульфідних мінералів;

- висхідного розвантаження по зонах розломів напірних вод глибшого формування, що вміщують ендегенні мінералоутворюючі рудні хімічні елементи та вуглеводневі сполуки.

4. Побудовано синергетичну флюїдодинамічну модель формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій;

*Удосконалено методичку* геохімічних критеріїв пошуку захованого гідротермального зруденіння та скупчень нафти і газу.

*Одержало подальший розвиток* використання особливостей формування хімічного складу ореольних вод для пояснення геологічних процесів і явищ.

**Практичне значення дисертаційного дослідження** полягає у тому, що на основі геохімічних особливостей ореольних вод гідротермальних рудних полів визначено пошукові гідрогеохімічні асоціації елементів-індикаторів ртутного і ртутно-поліметалевого зруденіння, покладів вуглеводнів та положення геологічно закритих розломів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджено у практику геолого-розвідувальних робіт у ТОВ «Нафтогазенергопром» (довідка від 5 листопада 2018 р.) з умовною економічною ефективністю 246 тис.грн. Окремі положення дисертації використовуються автором у навчальному процесі та включені до «Мінералого-петрографічного словника. Книга перша. Мінералогічний словник» (В.С. Білецький, В.Г. Суярко, Л.В. Іщенко. – 2018 р. – 443 с.).

**Особистий внесок автора.** Дисертаційна робота виконувалася автором у процесі дослідження геохімічних особливостей ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій у породах Західно-Донецького грабену.

Автором особисто розроблено та обґрунтовано методичні підходи до виконання дисертаційного дослідження, виконано збір та аналіз фактичного матеріалу, узагальнено результати аналізів і побудовано гідрогеохімічні, літогеохімічні, гідрогеологічні, геологічні карти та розрізи, а також дві просторові

графічні моделі формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій та їх ореольних вод.

На підставі результатів ізотопно-геохімічних досліджень вуглецю бітумів визначено їх генезис. Розроблено та удосконалено критерії пошуку гідротермального зруденіння та скупчень вуглеводнів.

**Апробація результатів досліджень.** Результати дисертаційного дослідження, доповідалися автором на VI Всеукраїнській молодіжній науковій конференції-школі «Сучасні проблеми геологічних наук» (Київ, 2016); XII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасна геологічна наука і практика у дослідженнях студентів і молодих фахівців» (Кривий Ріг, 2016); Науковій конференції студентів та аспірантів «Актуальні питання наук про Землю: погляд молоді» (Харків, 2017); VII Всеукраїнській молодіжній науковій конференції-школі «Сучасні проблеми наук про Землю» (Київ, 2017); Міжвузівській науково-практичній конференції студентів та аспірантів (Харків, 2017); IV Науковій конференції з міжнародною участю «Гідрогеологія: наука, освіта, практика» (Харків, 2017); Міжнародній науковій конференції «Геологія і геохімія горючих копалин» присвяченої 100-річчю від дня народження академіка Григорія Назаровича Доленка (Львів, 2017); V Міжнародній науковій конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Харків, 2017); II Międz. Nauk.- Prakt. Konf. Nowoczesna nauka: teoria i praktyka (Katowice, 2018); Науковій конференції студентів та аспірантів «Актуальні проблеми наук про Землю: погляд молоді» (м. Харків, 2018); Всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та аспірантів «Геологія нафти і газу» (Харків, 2018); X науковій конференції молодих вчених та спеціалістів «Геологія та геохімія горючих копалин» присвяченої 100-річчю НАН України (Львів, 2018).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 7 наукових праць, з них 4 статті у фахових виданнях затверджених «Переліком МОН України», 1 – у збірнику, що входить до науково-метричної бази Web of Science та 2 – у збірнику, що входить до науково-метричної бази – Scopus. За результатами участі у наукових конференціях опубліковано тези 14 доповідей.

**Структура та об'єм дисертації.** Дисертація загальним обсягом 177 сторінок складається із Вступу, 5 Розділів та Висновків. Вона містить 19 рисунків та 20 таблиць. Список використаних джерел складається із 247 позицій.

Особливу вдячність автор висловлює науковому керівнику, доктору геолого-мінералогічних наук, професору Василю Григоровичу Суярку за постійну допомогу та підтримку у процесі роботи над дисертацією.

Автор також висловлює подяку колективам кафедр «Гідрогеології» (завідуючий – доктор геологічних наук, доцент І.В. Удалов) та «Мінералогії, петрографії та корисних копалин» (завідувач – доктор технічних наук, професор І.М. Фик).

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано її мету та задачі, окреслено об'єктивно-предметну область, інформативну базу, а також теоретичні, фактичні і методичні основи дослідження.

У **першому розділі «Сучасний стан вивченості та методика досліджень»** розглянуто сучасні уявлення про процеси формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій та їх ореольних вод, а також наведено методику дисертаційного дослідження.

Роботи у цьому напрямку пов'язані з іменами американських (А. Джеймс, М. Кокс, Д. Уайт, Е. Бейлі, Е. Реддер, Дж.Парнел, П.Керрі), китайських (Д. Лю, Дж. Фу та Р. Цзя), російських (Н. Озерова, Ю. Піковський, М. Кудрявцев, В. Масленніков, Б. Бескровний, Г. Голева, С. Крайнов), українських (Є. Лазаренко, Г. Доленко, Р. Порфір'єв, М. Павлюк, О. Лукін, В. Павлішин, В. Гавриш, І. Наумко, В. Загнітко, В. Гулій, В. Скаржинський, В. Шумлянський, Г. Лепігов, В. Суярко, Л. Добрянський, І. Зінчук) та багатьох інших дослідників.

У період з 2015 по 2018 рр. автором проводилися роботи, результати яких склали основу дисертації – зокрема було використано 582 аналізи гідрогеохімічних проб та 11 - проб твердих бітумів (для ізотопних аналізів вуглецю ( визначення  $\delta^{13}\text{C}$ ). Для встановлення геохімічних особливостей підземних вод аналізували їх загальний, мікроелементний та газовий склад.

Хімічні аналізи підземних вод було виконано у лабораторіях Державного геологічного підприємства «Донецьк-ДГРП» (м.Бахмут) та хімічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Визначення ізотопних співвідношень  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  проводили в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України (аналітики В. Мороз, Л. Проскурко) та у Харківському національному університеті імені В.Н. Каразіна (аналітик А. Єрофєєв).

У **другому розділі «Геологічні особливості Західно-Донецького грабену»** розглянуто геологічні особливості Західно-Донецького грабену, що є зоною зчленування двох окремих геологічних структур Дніпровсько-Донецького палеорифту– Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) на заході та Донецької складчастої споруди (ДСС) на сході.

Границі Західно-Донецького грабену визначаються зонами субмеридіональних та субширотних глибинних розломів, що поділяють регіон на окремі літосферні блоки. Західна межа грабену проходить по Криворізько – Павлівському докембрійському субмеридіональному розлому, який за умовами розвитку поділяє Дніпровсько-Донецький палеорифт на дві частини. На захід від цього розлому розвинуті субплатформні, а на схід – субгеосинклінальні фації (В.Гавриш, 1969). Східна межа Західно-Донецького грабену проходить по зоні Донецько–Кадієвського субмеридіонального розлому (В. Скаржинський, 1973). На півдні грабен обмежується Прип'ятсько – Маничським, а на півночі – Барановицько



– Астраханським регіональними розломами, що відділяють палеорифт, відповідно, від Українського кристалічного щита та Воронежської антеклізи.

У зонах розломів сформувалися потужні поліхронні осередки тепломасоперенесення, з якими пов'язані не лише гідротермальні рудні поля регіону (Микитівське, Дружківсько-Костянтинівське, Слов'янське та інші), а й ділянки розвантаження теплового потоку, ендегенних флюїдів, газів та вод глибокого формування. Це призвело до формування у їх межах геотермічних, гідродинамічних, газодинамічних та гідрогеохімічних аномалій, які мають, здебільшого, комплексний характер. Вони просторово співпадають з гідротермальними рудними полями та антиклінальними структурами, на яких відбуваються сучасні тектонічні рухи, що пов'язані з постгідротермальною активізацією гідротермальних систем на альпійському етапі їхнього розвитку (В. Суярко, 1996).

Західно-Донецький грабен заповнений осадовими породами палеозойського, мезозойського та кайнозойського віку, що утворюють три структурні поверхи. Товща порід палеозою (до 15-17 км) представлена відкладами девонської (туфи, пісковики, солі), кам'яновугільної (пісковики, алевроліти, аргіліти, вапняки, вугілля) та пермської (пісковики, алевроліти, солі) систем.

За гідрогеологічним районуванням територія досліджень входить до складу Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, у якому виділяють вісім водоносних комплексів (В.Суярко, 2006): четвертинний, неоген-палеогеновий, мергельно-крейдової товщі верхньої крейди, нижньокрейдяний-юрський, тріасовий, зони вилуговування галогенних відкладів нижньої пермі, піщано-глинистих відкладів нижньої пермі та карбону, а також девонський (надсольовий та підсольовий).

Гідрогеологічні особливості регіону, серед іншого, визначаються тектонічною порушеністю та літологічним складом водовмісних порід. При цьому живлення водоносних горизонтів у приповерхневих умовах забезпечується за рахунок атмосферних опадів і перетоку вод із верхніх горизонтів. З глибиною роль у ньому напірних вод палеозою, висхідне розвантаження яких відбувається на гідродинамічно відкритих ділянках розривних і антиклінальних структур, суттєво зростає.

**У третьому розділі «Особливості формування хімічного складу підземних вод регіону»** розглянуто фактори і процеси формування хімічного складу підземних вод, що відбуваються впродовж геологічного розвитку гідрогеологічних структур і залежать від різних факторів, які умовно поділяють на ендегенні та екзогенні. У процесі геологічного розвитку Західно-Донецького грабену сформувалося шість основних геохімічних типів підземних вод, що є характерними для всієї східної частини Дніпровсько-Донецького водонапірного басейну.

У гідрогеологічному розрізі регіону виділяють три геогідродинамічних системи (за В. Колодієм, 1983): інфільтраційну, елізійну та термогідродинамічну, що відрізняються умовами формування підземних вод, геотермічними, геодинамічними, літологічними і геохімічними особливостями. Внаслідок дії різних за генезисом факторів, з глибиною спостерігається закономірне збільшення мінералізації підземних вод (від 0,1-0,5 г/дм<sup>3</sup> до 100,0-320,0 г/дм<sup>3</sup>) аж до перетворення їх у міцні розсоли (солянки), а також зміна у вертикальному розрізі їх геохімічних типів



(за О. Альокіним, 1953) – від гідрокарбонатного кальцієвого до хлоридного натрієвого.

У зонах гідродинамічно відкритих розломів, на ділянках тектонічно активізованих антиклінальних структур, що мають тенденцію до зростання, часто спостерігають явище гідрогеохімічної інверсії. Воно виявляється у тому, що серед підземних вод регіонального фону, на ділянках сучасної тектонічної активізації з'являються води глибоких горизонтів палеозою з дуже високою або дуже низькою мінералізацією, що відрізняються, відповідно, хлоридним натрієвим або гідрокарбонатним натрієвим складом.

Гідрогеохімічна зональність фіксується у послідовному заляганні у розрізі окремих геохімічних типів підземних вод. Формування її залежить від геологічної будови гідрогеохімічних структур і відбувається за різними схемами у синклінальних, антиклінальних та блокових тектонічних структурах.

**У четвертому розділі «Гідрогеохімічні аномалії, ореоли розсіювання та ореольні води рудних полів Західно-Донецького грабену» розглянуто їх формування, що пов'язане із процесами тепломасоперенесення.**

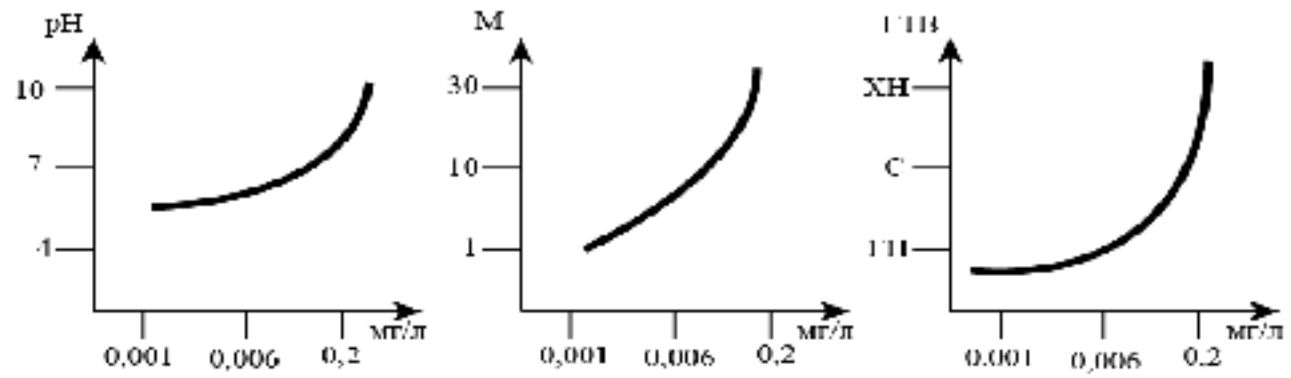
Просторове поширення підвищених концентрацій основних рудних мікроелементів у підземних водах регіону закономірно контролюється зонами розломів та антиклінальними структурами, з якими пов'язані як древні, так і сучасні прояви тепломасоперенесення у літосфері. У ларамійську фазу альпійського тектогенезу ці процеси зумовили активну гідротермальну діяльність з утворенням рудних полів. На постгідротермальному етапі розвитку гідротермальних систем вони відображають глибинну енергетику, яка поступово згасає.

Досліджено хімічний склад ореольних вод Микитівського, Дружківсько-Костянтинівського, Слов'янського рудних полів, що за своїми геохімічними показниками різко відрізняються від вод регіонального фону. Однією з особливостей ореольних вод є аномально-високі концентрації в них рудних мікроелементів – Hg, As, Sb, Zn, Pb поведінка яких, у підземних водах регіону, визначається як їхніми геохімічними фізико-хімічними особливостями так і умовами середовища міграції (рис.1.1 – 1.5).

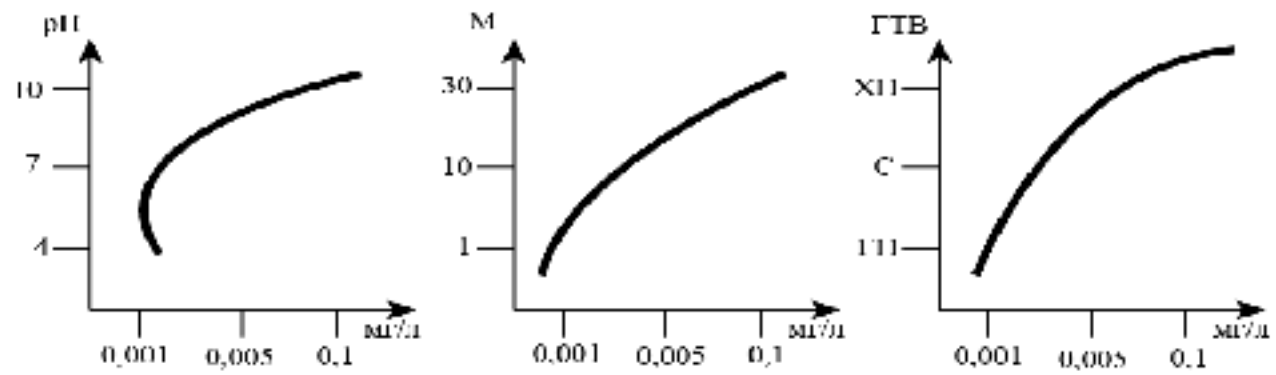
Встановлено, що високі вмісти рудних елементів в ореольних водах забезпечуються не лише розчиненням і вилуговуванням сульфідних мінералів, а й постійним їх надходженням у розчин з ендегенними флюїдами. Оскільки ореольні води регіону мають, переважно, хлоридний натрієвий, сульфатно-хлоридний натрієвий або гідрокарбонатний натрієвий склад, міграція основних рудних елементів у них може здійснюватися як в атомарній формі ( $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ), так і у вигляді різноманітних комплексних сполук з галогенами ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{F}^-$ ), гідрокарбонат-іоном ( $\text{HCO}_3^-$ ) та сульфат-іоном ( $\text{SO}_4^{2-}$ ).

Автором на основі встановлених зв'язків між основними компонентами та параметрами ореольних вод бітумо-гідротермальної мінералізації на різних рудних полях регіону виділено пошукові гідрогеохімічні асоціації елементів-індикаторів ртутного – Hg, B, As, F; ртутно-стибієвого – Hg, As, Sb; поліметалевого – Zn, Hg, B, (Pb) типів мінералізації та скупчень вуглеводнів –  $\text{CH}_4$ , Hg, Br,  $\text{CO}_2$ .

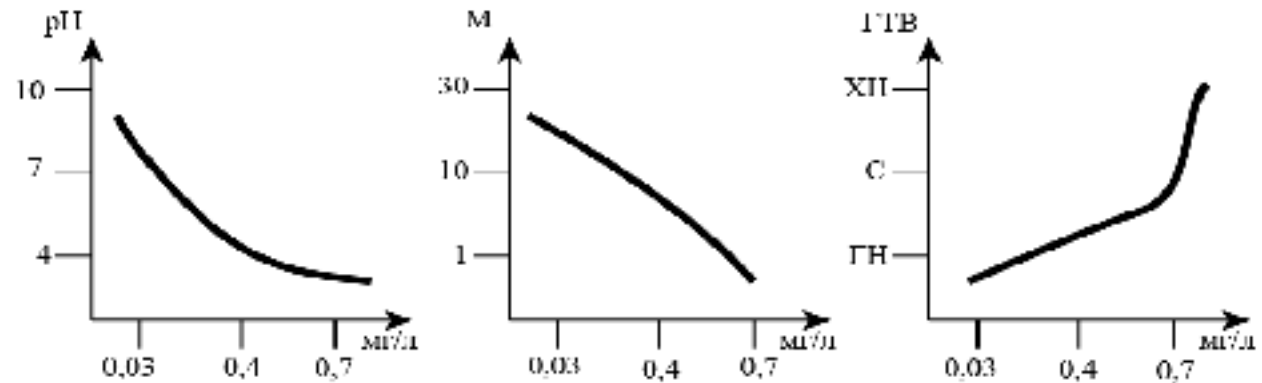
1.1.



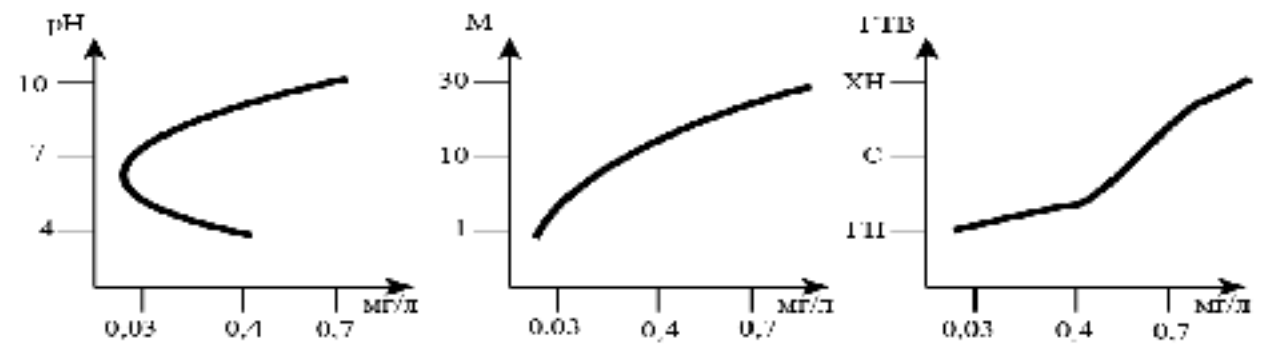
1.2.



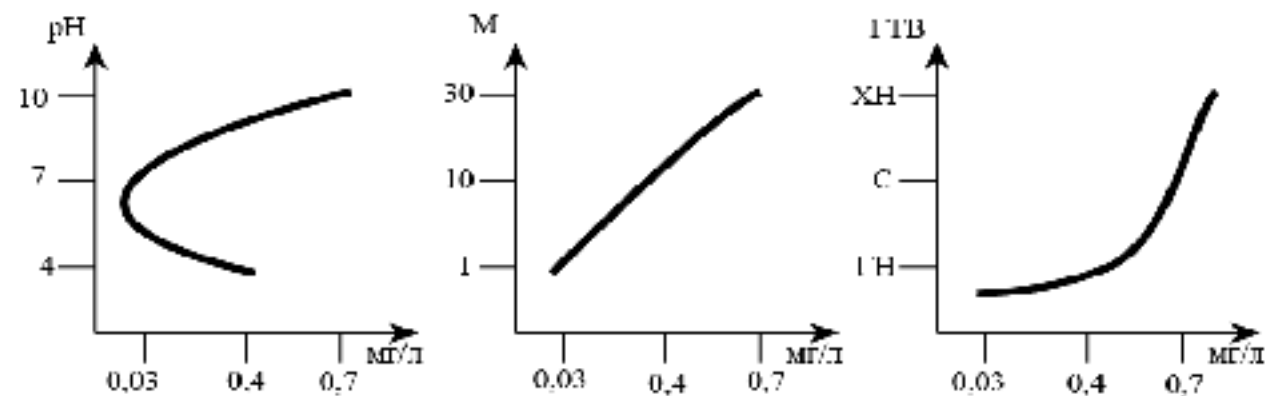
1.3.



1.4.



1.5.



Геохімічні типи вод (ГТВ): ХН-хлоридний натрієвий, С-сульфатний,  
 ГН-гідрокарбонатний натрієвий; М-мінералізація вод (г/дм<sup>3</sup>);  
 рН – кислотно-лужний показник вод

Рис.1.1-1.5 Концентрації Hg (1.1.), As (1.2.), Sb (1.3.), Zn (1.4.), Sb (1.5) у різних фізико-хімічних умовах підземних вод

У п'ятому розділі «**Геохімічні особливості формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій**» на основі ізотопного складу вуглецю визначено генезис бітумів гідротермальних рудних полів регіону (табл.1). Оскільки у більшості проб переважає легкий ізотоп вуглецю ( $\delta^{12}\text{C}$ ), у дисертації зроблено висновок про те, що формування твердих бітумів відбувається в основному за рахунок органічної речовини вугленосних товщ, а певну частину вуглеводнів (відносно обважченим вуглецем) було принесено до зон мінералізації ендегенними гідротермальними потоками.

Таблиця 1

Ізотопний склад карбону у бітумах гідротермальних рудних полів Донбасу

№ зразка	Мінеральна речовина	Місце відбору	$\delta^{13}\text{C}$ , ‰ (стандарт PDB)
1	бітум	Дружківсько-Костянтинівське рудне поле	-18.27
2	бітум	Дружківсько-Костянтинівське рудне поле	-21.73
3	бітум	Дружківсько-Костянтинівське рудне поле	-18.71
4	бітум	Дружківсько-Костянтинівське рудне поле	-19.19
5	бітум	Микитівське рудне поле	-22.22
6	бітум	Микитівське рудне поле	-18.71
7	бітум	Микитівське рудне поле	-22.48
8	бітум	Микитівське рудне поле	-22.62
9	бітум	Микитівське рудне поле	-25.16
10	бітум	Слов'янське рудне поле	-19.19
11	бітум	Слов'янське рудне поле	-27.07

Побудовано генетичну модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій Західно-Донецького грабену (рис.2.).

Енергетичною і матеріальною основою для цього процесу є флюїдне тепломасоперенесення. Найінтенсивніше висхідне розвантаження флюїдних потоків відбувається у Західно-Донецькому грабені на ділянках розломів, що просторово співпадають з антиклінальними структурами, у породах яких сформувалися тектоногенні зони розуцільнення.

У ларамійську фазу альпійського тектогенезу, з якою пов'язане формування гідротермальної мінералізації рудних полів, ендегенні вуглеводневі сполуки у мантійно-корових гідротермах переносилися до земної поверхні. У процесі їх висхідного руху через 8-10 кілометрову теригенно-вугленосну товщу середнього і верхнього карбону органічні вуглеводні вугілля захоплювалися і переносилися гідротермами до зон мінералоутворення. Це призвело, з одного боку, до істотного зменшення питомого вмісту важкого ізотопу вуглецю ( $\delta^{13}\text{C}$ ) у мінералоутворювальних розчинах, а з іншого – до «метаморфізації» вугілля і появи антрацитів (В. Білокінь, 1984).



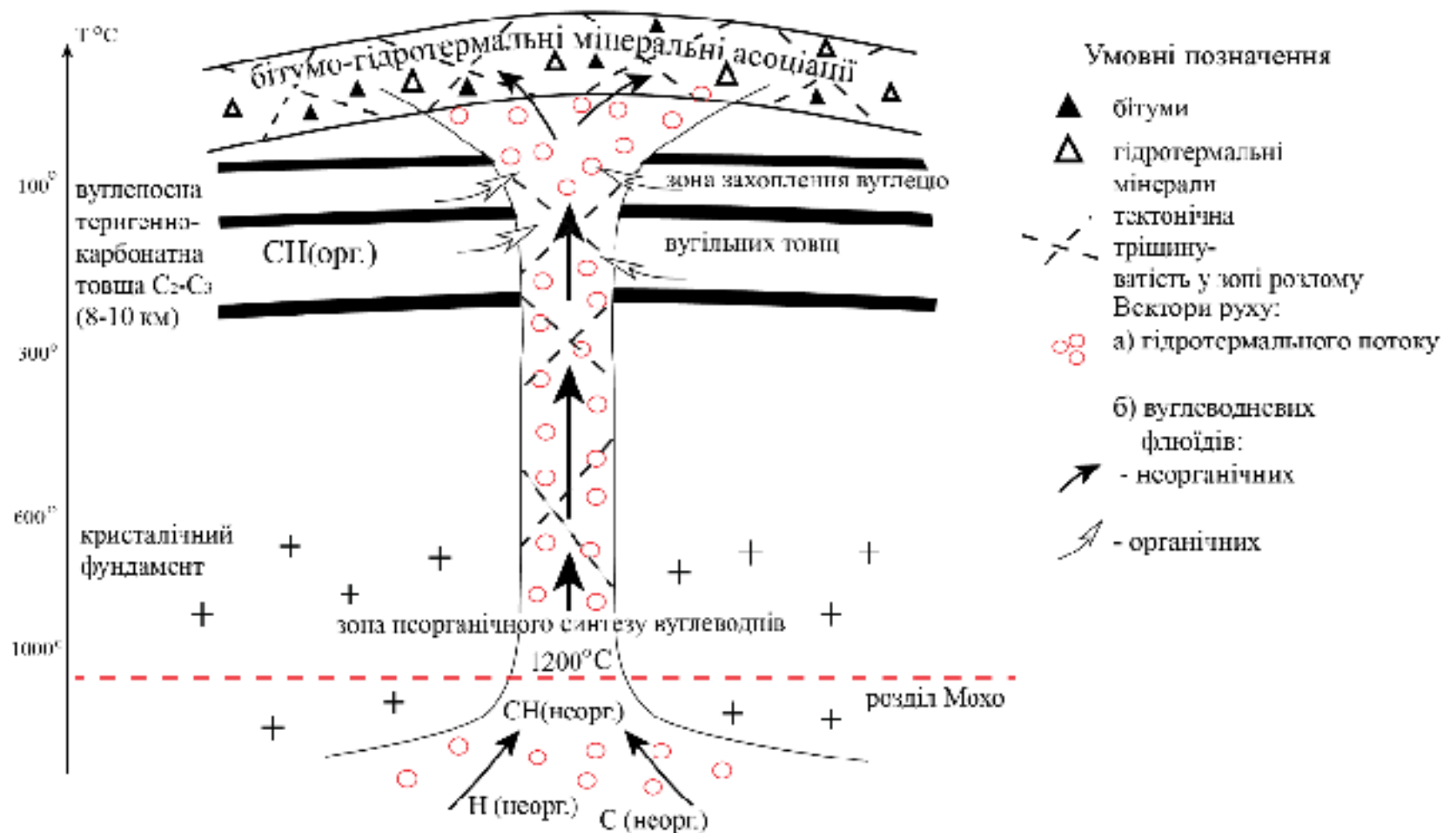


Рис.2. Генетична модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій рудних полів Західно-Донецького грабену

Проаналізовано геохімічні особливості переходу сульфідних мінералів у водорозчинні сполуки за умови порушення фізико-хімічних рівноваг у системах «сульфідний мінерал-вода». Головним фактором переходу іонів сульфідів у водний розчин є кисле ( $\text{pH} \leq 6,0$ ) або лужне ( $\text{pH} \geq 8$ ) середовище, а також хлоридний натрієвий та сульфатний (хлоридний) натрієвий типи підземних вод. За таких фізико-хімічних параметрів основні сульфідні мінерали (кіновар, реальгар, аурипігмент, антимоніт, сфалерит, галеніт) розчиняються у підземних водах за рахунок наявності лігандів ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HSO}_4^-$ ), що разом з мінералоутворювальними елементами формують рухливі комплексні сполуки. Проте, за розрахунками автора, такі природні умови не здатні забезпечити розчинення сульфідів у кількості, достатній для формування концентрованих розчинів ореольних вод навколо рудних тіл. Це вказує на існування ще одного – ендегенного джерела рудних компонентів ореольних вод.

На постгідротермальному етапі розвитку гідротермальних систем регіону (В. Суярко, 1996), у яких формуються ореольні води бітумо-гідротермальних асоціацій, ендегенні мікроелементи та сполуки розвантажуються по розломах у висхідних потоках тепломасоперенесення і водах глибокого формування. Про це свідчать гідроготермічні та гідрогеохімічні аномалії рідкісних лугів (Li, Rb, Cs), співвідношення концентрацій яких є подібними до таких у районах вулканічної діяльності, а також високі концентрації He, пари Hg і H<sub>2</sub>, що може вказувати на присутність у флюїдах мантийної складової. Окрім того, у межах осередків розвантаження гідротерм спостерігається сучасна тектонічна активізація, що проявляється у висхідних тектонічних рухах антиклінальних структур (Головної,

Дружківсько-Костянтинівської та Слов'янської) з утворенням кайнозойських геоморфологічних форм (В. Суярко, 1981).

Обґрунтовано синергетичну флюїдодинамічну модель формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій регіону (рис.3.).

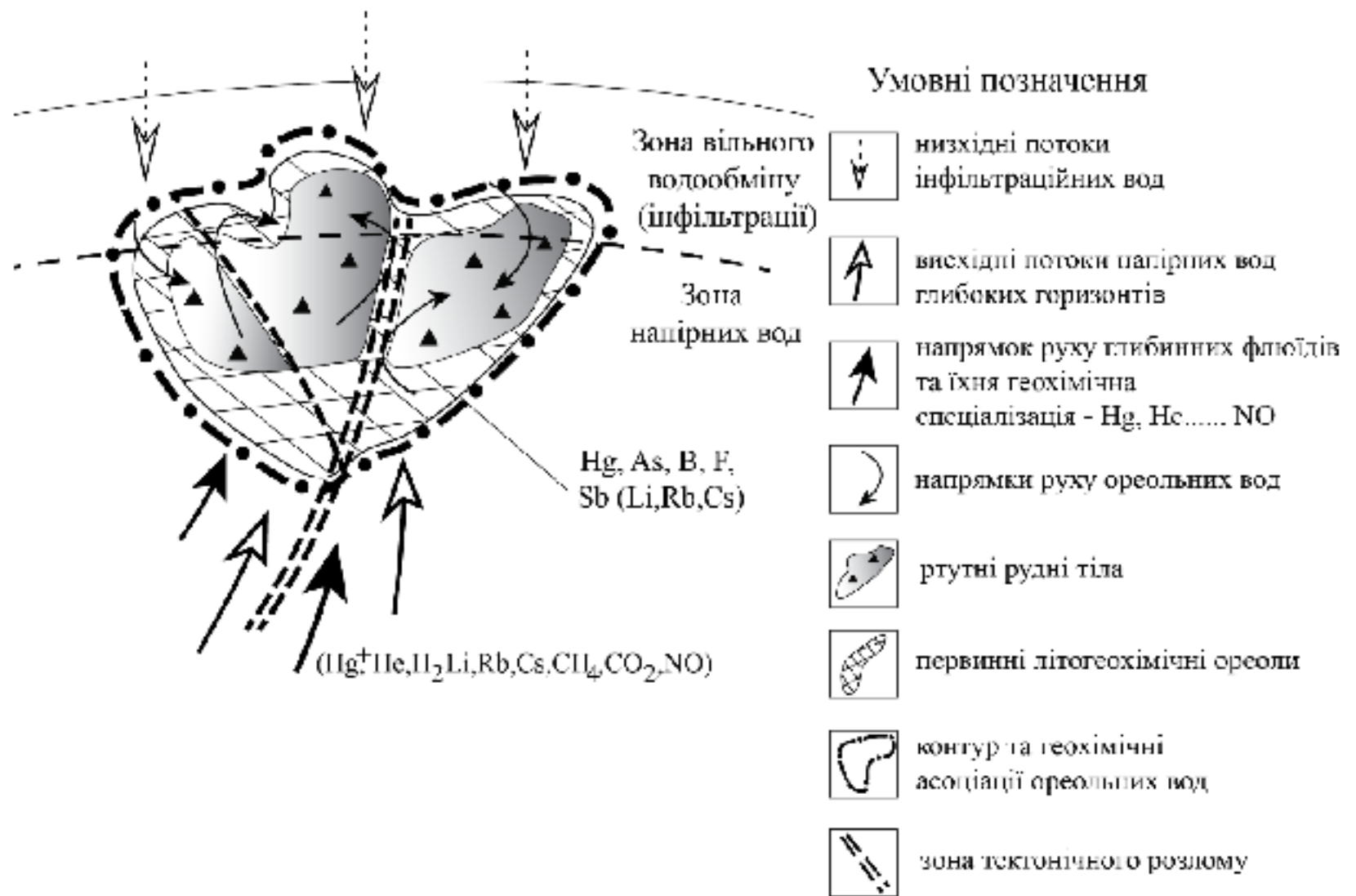


Рис.3. Схематична синергетична флюїдодинамічна модель формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій регіону

Встановлено, що формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій грабену можливе лише завдяки синергетичній взаємодії двох різних за спрямованістю процесів у підземній гідросфері: розчинення сульфідних мінералів інфільтраційними водами у зоні вільного водообміту (зоні гіпергенезу) та перенесення (в іонній та суспензійній формах) рудних елементів флюїдними ендегенними потоками, що розвантажуються по глибинних розломах.

Результатом синергетичної інтеграції цих двох процесів і є формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій з аномально-високими концентраціями рудних елементів, що приурочені до тектонічно активізованих ділянок рудних полів Західно-Донецького грабену.

Обґрунтовано можливість використання як ореольних вод, так і самих бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій для геологічного прогнозування захованого гідротермального зруденіння, родовищ нафти і газу та визначення положення геологічно закритих розломів.

Встановлено пошукові гідрогеохімічні асоціації елементів-індикаторів різних типів гідротермального зруденіння.



## ВИСНОВКИ

1. Уперше на прикладі Західно-Донецького грабену, що входить до складу Дніпровсько-Донецького палеорифту, визначено тектонічні, геохімічні та гідродинамічні фактори і процеси формування ореольних вод бітумо-гідротермальних асоціацій у породах Микитівського, Дружківсько-Костянтинівського та Слов'янського рудних полів. Тектонічна активізація розломів призвела до виникнення у ларамійську фазу альпійського тектогенезу мантийно-корових осередків тепломасоперенесення які функціонують і на сучасному, постгідротермальному етапі розвитку гідротермальних систем у межах антиклінальних структур.

2. Розглянуто особливості формування хімічного складу підземних вод регіону та схеми їх вертикальної геохімічної зональності у мезозойських та палеозойських структурах грабену. Досліджено фактори та процеси формування гідрогеохімічної інверсії, яка пов'язана з висхідним розвантаженням по зонах розломів вод і розсолів глибоких горизонтів палеозою та ендегенних флюїдів.

Обґрунтовано залежність геохімічної зональності підземних вод регіону від існування у гідрогеологічному розрізі інфільтраційної, елізійної та термогідродинамічної геогідродинамічних систем.

3. Вперше за результатами аналізів ізотопного складу карбону твердих чорних бітумів регіону встановлено їх генезис і побудовано генетичну модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій рудних полів Західно-Донецького грабену.

Співвідношення  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  (за значеннями  $\delta^{13}\text{C}$ ) у пробах бітумів свідчать про присутність у них як органічних, так і ендегенних вуглеводневих сполук.

У ларамійську фазу альпійського тектогенезу у висхідному гідротермальному потоці, окрім рудних елементів переносилися і глибинні вуглеводневі сполуки типу  $\text{C}_n\text{H}_{2n}$ , які могли утворюватися як внаслідок синтезу за температури понад  $1200^\circ\text{C}$ , так і в процесі контактового метаморфізму у системі «гідротерми-гірські породи». Зустрічаючи на своєму шляху 8-10 кілометрову теригенно-вугленосну товщу середньо-верхнього карбону, гідротерми інтенсивно захоплювали органічні вуглеводні вугілля. Така взаємодія ендегенних термальних розчинів з органічною речовиною вугільних товщ призвела до істотного зменшення в них питомого вмісту важкого («ендегенного») ізотопу вуглецю ( $^{13}\text{C}$ ) та збільшення його легкого («органогенного») ізотопу ( $^{12}\text{C}$ ).

Отже, бітуми бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій ртутних рудних полів Донбасу мають подвійну – біогенно-абіогенну природу, що відповідає як фактичним даним, так і філософській концепції їхнього формування.

4. Уперше розглянуто геохімічні особливості ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій у гідротермальних рудних полях регіону і визначено джерела формування їх хімічного складу. Встановлено закономірності розподілу концентрацій ртуті, арсену, стибію, цинку та свинцю у підземних водах регіону.



Обґрунтовано, що природні гідрогеохімічні аномалії можуть бути як первинними, пов'язаними з висхідним розвантаженням вод глибоких горизонтів палеозою та ендегенних флюїдів, так і вторинними, що формуються внаслідок розчинення твердої мінеральної речовини.

5. Вперше обґрунтовано синергетичну флюїдодинамічну модель формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій регіону, яке обумовлюється взаємодією інфільтрогенних вод, насичених продуктами розчинення сульфідних мінералів та напірних вод глибоких горизонтів палеозою, що вміщують ендегенні флюїди.

Аналіз процесів катіонного обміну у геохімічній системі «сульфідні мінерали – підземні води» вказує на те, що вони не можуть забезпечувати тих концентрацій рудних елементів, які фактично встановлені в ореольних водах. Це можливо лише за умови існування ще одного джерела їх формування, а саме – ендегенних флюїдів, що розвантажуються разом із водами глибоких горизонтів палеозою по зонах розломів. У них в аномально-високих концентраціях присутні не лише основні рудні елементи, а й такі, що мають виключно ендегенне (мантіїно-метаморфогенне) походження – Hg, Li, Rb, Cs, I, He, H<sub>2</sub>, Ar, пара Hg тощо).

Отже, формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій є наслідком синергетичної взаємодії різних за генезисом і напрямом обміну речовин та енергії флюїдогідрогеодинамічних процесів.

6. За результатами дослідження геохімічних особливостей ореольних вод виділено гідрогеохімічні асоціації елементів-індикаторів ртутно-арсенового – Hg, As, В, F; ртутно-стибієвого – Hg, As, Sb; поліметалевого – Zn, Hg, Pb, В зруденіння, а також покладів вуглеводнів – Hg, CH<sub>4</sub>, Br, CO<sub>2</sub>, He.

Обґрунтовано та практично доведено, що присутність бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій у гірських породах є надійним критерієм прогнозування родовищ нафти і газу, що підтверджується впровадженням ТОВ «Нафтогазенергопром» рекомендації, розробленої на основі дисертаційних матеріалів. В результаті пошуковою свердловиною без додаткових геологічних, геофізичних, гідрогеологічних та геохімічних досліджень на одній з антиклінальних структур регіону у породах середнього карбону було отримано припливи нафти. Враховуючи відсутність витрат на попередні геологічні роботи, умовна економічна ефективність рекомендації складає 246 тис.грн.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

### **Наукові праці у наукових фахових виданнях України:**

1. Суярко В. Г. Геохімічні критерії пошуків вуглеводнів на сході Дніпровсько-Донецької западини / В. Г. Суярко, Л. В. Іщенко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: зб. наук. праць. — Сер.: Геологія – Географія – Екологія. – 2015. Вип. 43. – С. 88–93. 0,65 д.а. (Особистий внесок автора – 0,25 д.а. – досліджено літогеохімічні та біогеохімічні показники при пошуках вуглеводнів на сході Дніпровсько-Донецької западини)

2. Heat and mass transportation as factor of formation abnormally high stratum pressure (on the example of the east part of Dniper-Donets cavity) / V. Suyarko, **L. Ishchenko**, A. Yashchenko, Y. Yakimenko // ScienceRise. – 2016. – Т.6, №1. – р. 35–41. 0,54 д.а. *(Особистий внесок автора 0,20 д.а – проаналізовано фактичний матеріал для визначення аномально-високих пластових тисків).*

3. **Іщенко Л. В.** Закономірності розміщення бітумо-гідротермальних асоціацій у геологічних структурах Західно-Донецького грабену / Л. В. Іщенко // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна: зб. наук. праць. — Сер.: Геологія – Географія – Екологія. – 2016. – Вип. 45. – С. 38–42. 0,6 д.а.

4. Суярко В. Г. Геохімічні особливості ореольних вод основних типів гідротермального зруденіння Донецької складчастої споруди / В. Г. Суярко, **Л. В. Іщенко**, О. О. Сердюкова // Пошукова та екологічна геохімія. – 2017. – Вип.1. – С. 44–51. 0,62 д.а. *(Особистий внесок автора – 0,32 д.а. – зроблено кореляційний аналіз між основними компонентами ореольних вод Микитівського, Дружківсько-Костянтинівського та Слов'янського рудних полів)*

5. Suyarko V. G. Fluid regime and ore water of bitumo-hydrothermal mineral associations in the conditions of Western Donetsk graben / V. G. Suyarko, **L. V. Ishchenko**, O. V. Gavrilyuk // Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, series “Geology. Geography. Ecology”. – 2018. – Vol. 48. – р. 113–123. 1,1 д.а. *(Особистий внесок автора 0,52 д.а. – проаналізовано результати хімічних аналізів та визначено фактори формування ореольних вод у межах рудних полів Західно-Донецького грабену).*

6. **Іщенко Л. В.** Ореольні води ртутних рудних полів донбасу як результат еволюції гідротермальних систем / Л. В. Іщенко // Science Rise. – 2018. – Вип. 9. – С. 6–10. 0,65 д.а.

### **Наукові праці апробаційного характеру**

**(тези доповідей на наукових конференціях) за темою дисертації:**

7. Суярко В. Г. Гідрогеохімічні критерії нафтогазоносності у східній частині Дніпровсько-Донецької западини / В. Г. Суярко, **Л. В. Іщенко** // Актуальні проблеми гідрогеології: II наукова конференція, 4-6 листопада 2015 р.: тези доп. – Харків, 2015. – С. 60–61. 0,20 д.а. *(Особистий внесок автора 0,1 д.а. - проаналізовано геохімічні показники нафтогазоносності).*

8. **Іщенко Л. В.** Бітумо-гідротермальні асоціації Дружківсько-Костянтинівської антикліналі (Донбас) / Л. В. Іщенко // Сучасні проблеми геологічних наук: VI всеукраїнська молодіжна наукова конференція-школа, 14-16 квітня 2016 р.: тези доп. – Київ, 2016. – С. 43–46. 0,18 д.а.

9. **Іщенко Л. В.** Критерії геохімічних пошуків нафти і газу в східній частині Дніпровсько-Донецької западини / Л. В. Іщенко // «Сучасна геологічна наука і практика в дослідженнях студентів і молодих фахівців: XII всеукраїнська науково-практична конференція, 14-16 квітня 2016 р.: тези доп. – Київ, 2016. – С. 26–29. 0,22 д.а.

10. **Іщенко Л. В.** Азот у підземних водах східної частини Дніпровсько-Донецького палеорифту - як індикатор скупчень вуглеводнів / Л. В. Іщенко

//Гідрогеологія: наука, освіта, практика: III наукова конференція, 2-4 листопада 2016 р.: тези доп. – Харків, 2016. – С. 55–57. 0,12 д.а.

11. **Іщенко Л. В.** Про природу гідрогеохімічних аномалій у зонах розломів / Л. В. Іщенко // Актуальні питання наук про Землю: погляд молоді: Матеріали наукової конференції студентів та аспірантів, 6-7 квітня 2017 р.: тези доп. – Харків, 2017. – С. 27–29. 0,1 д.а.

12. **Іщенко Л. В.** До питання про утворення бітумів у процесі формування гідротермалітів на Слов'янській брахіантикліналі (Донецька складчаста структура) / Л. В. Іщенко // Сучасні проблеми наук про Землю: VII всеукраїнська молодіжна наукова конференція-школа 19-21 квітня 2017р.: тези доп. – Київ, 2017. – С. 67–69. 0,18 д.а.

13. **Іщенко Л. В.** Про зв'язок бітумів Дніпровсько-Донецького палеорифту з «флюїдодинамічними трубами» / Л. В. Іщенко // Міжвузівська науково-практична конференція студентів та аспірантів, 16-17 травня 2017 р.: тези доп. – Харків, 2017. – С. 11–12. 0,11 д.а.

14. **Іщенко Л. В.** Умови формування бітумо-гідротермальних асоціацій в антиклінальних структурах Західно-Донецького грабену / Л. В. Іщенко // Геологія і геохімія горючих копалин: міжнародна наукова конференція присвячена 100-річчю від дня народження академіка Григорія Назаровича Доленка, 24-26 травня 2017 р.: тези доп. – Львів, 2017. – С. 69–71. 0,08 д.а.

15. **Іщенко Л. В.** Формування ореольних вод Дружківсько-Костянтинівського рудного поля / Л. В. Іщенко // Гідрогеологія: наука, освіта, практика: IV наукова конференція з міжнародною участю, 1-3 листопада 2017 р.: тези доп. – Харків, 2017. – С. 154–156. 0,13 д.а.

16. **Іщенко Л. В.** Ореольні води рудних родовищ Донбасу як джерела забруднення підземної гідросфери / Л. В. Іщенко // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: V міжнародна наукова конференція молодих вчених, 29 – 30 листопада 2017 р.: тези доп. – Харків, 2017. – С. 52–53. 0,11 д.а.

17. Suyako V.G. Bitumen-hydrothermal mineral association in the rocks of the eastern part Dnipro-Donetsk rift/ V.G. Suyako, **L.V. Ishchenko** // Nowoczesna nauka: teoria i praktyka: II Międz. Konf. Nauk.- Prakt., 12 kwietnia 2018 roku: abstr. – Katowice, 2018. – P. 273-275. 0,16 д.а. (Особистий внесок автора 0,09 д.а. – визначено закономірності розміщення бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій).

18. **Іщенко Л.В.** Фтор – як компонент ореольних вод Слов'янського рудного поля / Л.В. Іщенко // Актуальні проблеми наук про Землю: погляд молоді: наукова конференція студентів і аспірантів, 12-13 квітня 2018 р.: тези доп. – Харків, 2018. – С.23-25. 0,09 д.а.

19. **Іщенко Л.В.** Про флюїдні включення у мінералах південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини/ Л.В. Іщенко // Геологія нафти і газу: всеукраїнська науково-практична конференція студентів та аспірантів, 19-20 квітня, 2018 р.: тези доп. – Харків, 2018. – С.71-73. 0,06 д.а.



20. **Ishchenko L.** Hydro- and gasogeochemical zonality in Druzkovsko-Konstantinovskaya anticline (Donbas)/ L.Ishchenko // Геологія та геохімія горючих копалин: X наукова конференція молодих вчених та спеціалістів присвячена 100-річчю НАН України, 19-21 вересня 2018 р.: тези доп. – Львів, 2018. – С.120-121. *0,07 д.а.д.а.*

**Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

21. Суярко В. Г. Ізотопний склад карбону бітумів гідротермальних полів Донбасу / В. Г. Суярко, Л. В. Іщенко // Доповіді Національної академії наук України. – 2018. Вип.11. – С. 63-67. *0,25д.а. (Особистий внесок автора 0,12 д.а. – побудовано генетичну модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій).*

22. Мінералого-петрографічний словник. Книга перша. Мінералогічний словник/[Укл.: Білецький В.С., Суярко В.Г., **Іщенко Л.В.**]. – Харків: НТУ «ХПІ», Київ: ФОП Халіков Р.Х., 2018. – 444 с. *28 д.а. (Особистий внесок автора – 1,0 д.а. – опис понад 60 мінералів та мінеральних форм, що були відкриті за останні 20 років).*

## АНОТАЦІЯ

Іщенко Л.В. Геохімічні особливості ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій у породах Західно-Донецького грабену. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.02 – геохімія. – Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України. – Львів, 2019.

У дисертації встановлено тектонічні, геохімічні і гідродинамічні фактори та процеси формування ореольних вод бітумо-гідротермальних асоціацій у породах Микитівського, Дружківсько-Костянтинівського та Слов'янського рудних полів Західно-Донецького грабену Дніпровсько-Донецького палерифту.

На підставі ізотопних досліджень вуглецю твердих чорних бітумів за рахунок як ендегенних (контактово-метаморфогенних), так і органогенних (з вугільних товщ) вуглеводнів побудовано генетичну модель формування бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій рудних полів Західно-Донецького грабену.

Обґрунтовано синергетичну флюїдодинамічну модель формування ореольних вод бітумо-гідротермальних мінеральних асоціацій за рахунок розчинення сульфідних мінералів у зоні гіпергенезу і висхідного розвантаження вод глибокого формування та ендегенних мінералоутворюючих флюїдів по зонах розломів.

Удосконалено методику геохімічного пошуку захованого гідротермального зруденіння та скупчень нафти і газу.

**Ключові слова:** бітумо-гідротермальні асоціації, геохімічні особливості, генетична модель, гідротермальні рудні поля, глибинні розломи, ізотопні дослідження, критерії пошуку, ореольні води, флюїдний потік.

## АННОТАЦИЯ

Ищенко Л.В. Геохимические особенности ореольных вод битумо-гидротермальных минеральных ассоциаций у породах Западно-Донецкого грабена. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.02 – геохимия. Институт геологии и геохимии горючих ископаемых НАН Украины. – Львов, 2019.

В диссертации установлено тектонические, геохимические и гидродинамические факторы и процессы формирования ореольных вод битумо-гидротермальных ассоциаций в породах Никитовского, Дружковско-Константиновского и Славянского рудных полей Западно-Донецкого грабена Днепровско-Донецкого палерифта.

На основе изотопных исследований углерода твердых черных битумов за счет как эндогенных (контактово-метаморфических), так и органогенных (из угольных толщ) углеводородов построено генетическую модель образования битумо-гидротермальных минеральных ассоциаций рудных полей Западно-Донецкого грабена.

Обосновано синергетическую флюидодинамическую модель формирования ореольных вод битумо-гидротермальных минеральных ассоциаций за счет растворения сульфидных минералов в зоне гипергенеза и восходящей разгрузки вод глубокого формирования и эндогенных минералообразующих флюидов по зонах разломов.

Усовершенствована методика геохимического поиска скрытого гидротермального оруденения и скоплений нефти и газа.

**Ключевые слова:** битумо-гидротермальные ассоциации, геохимические особенности, генетическая модель, гидротермальные рудные поля, глубинные разломы, изотопные исследования, критерии поиска, ореольные воды, флюидный поток.

## ABSTRACT

Ishchenko L.V. Geochemical characteristic of the ore waters of bitumen-hydrothermal mineral associations in rocks of the West-Donetsk graben. – Manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Geology, Speciality 04.00.02 – Geochemistry. – Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of National Academy of Science of Ukraine. – Lviv, 2019.

The goal of the work is to study the geochemical features of the ore waters of bitumen-hydrothermal associations in the rocks of hydrothermal mercury and mercury-polymetallic ore fields of the West-Donetsk graben of the Dnipro-Donets rift.

The factors and processes of forming the chemical composition of groundwater are investigated. Within the areas with hydrodynamic faults there is a hydrogeochemical inversion, resulting in sodium chloride waters having very low or very high mineralization in the waters of the regional background. This indicated to the modern processes of heat and mass transportation in zones of anticlinal structures.

The isotopic composition of the carbon of the bitumens of the hydrothermal ore fields of the Donetsk Basin is established. The content of the heavy isotope  $^{13}\text{C}$  in the bitumen of the Nikitovsky, Druzhkovsko-Konstantinovsky and Slavic ore fields is determined by the values of  $\delta^{13}\text{C}$  in the range  $-18.27 \div -27.0$  ‰ (PDB standard). This indicates that the predominant source of their formation were the carbonaceous rocks of the middle and upper Carboniferous, but there is in samples is heavy isotope of carbon, which are indicating in the mineral formation of deep fluids. The genetic model of formation of bitumen-hydrothermal associations of ore fields of the region was constructed by the interaction of inorganic (contact metamorphism) hydrocarbons and organic substance of carbon layers.

The geochemical features of dissolution of sulfide minerals by underground waters in the zone of free water exchange (zone of hypergenesis) are analyzed. Such processes are possible in sodium chloride and sulfate (chloride) sodium groundwaters in acidic or alkaline pH environment. However, such natural conditions are not capable of providing sufficient amounts of sulfides to form the ore waters around ore solids, within are indicating the presence of a deep source of ore-bearing components.

Synergetics fluidodynamics model of formation of ore waters of bitumen-hydrothermal mineral associations was constructed with participation the dissolution of sulfide minerals in the zone of supergene and ascending unloading to faults of deep waters with hypogene mineral-forming ore elements.

The method of geochemical search of hidden hydrothermal mineralization and oil and gas accumulations has been improved.

The use of features of the formation of the chemical composition of ore waters is considered for the explanation of the processes of formation of bitumen-hydrothermal mineral associations and ore waters to use for prediction of oil and gas fields.

**Key words:** bitumen-hydrothermal associations, geochemical features, genetic model, hydrothermal ore fields, deep faults, isotopic studies, search norm, ore water, fluid flow.



Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 0.9. Тир. 100 прим. Зам. № 209-19.  
Підписано до друку 03.05.2019. Папір офсетний.

Надруковано з макету замовника у ФОП Єровін О.В.  
61022, м. Харків, вул. Трінклера, 2, корп.1, к.19. Т. (057) 758-01-08, (056) 822-71-50  
Свідоцтво про внесення суб'єкта до Державного реєстру  
видавців та виготовників видавничої продукції серія ДК 3587 від 23.09.09 р.

---

**СТИЛЬ**®  
**ИЗДАТ**  
ТИПОГРАФІЯ  
[www.stil-izdat.com](http://www.stil-izdat.com)