

УДК 553.98:556.3(477.8)

Василь ГАРАСИМЧУК, Дмитро ЛУК'ЯНЧУК

**ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГАЗОНОСНОСТІ  
ВЕРХНЬОБАДЕНСЬКИХ ВІДКЛАДІВ  
ЗОВНІШНЬОЇ ЗОНИ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ**

Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів,  
e-mail: v\_harasymchuk@ukr.net

На основі досліджень палео- та сучасних гідрогеологічних умов верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину розкрито основні закономірності формування і збереження його газових покладів.

Виявлено, що газові поклади пов'язані з усіма генетичними типами вод, поширеними на цій території. У межах локальних полів поклади тяжіють до ділянок з підвищеною мінералізацією вод та ознаками інтенсивних постседиментогенних процесів.

На основі гідробаричних даних встановлено приуроченість більшості газових покладів до ділянок як регіональних, так і локальних баромінімумів. З ділянками баромаксимумів часто пов'язані поперечні тектонічні порушення. Взаємозв'язок баромаксимумів з підвищеними значеннями мінералізації вод визначає тектонічні порушення як шляхи міграції флюїдів.

*Ключові слова:* палеогідрогеологія, гідрогеохімія, гідробаричні характеристики, баромаксимум, баромінімум, седиментогенні води, інфільтрогенні води, солянки вичавлювання.

**Мета та методи досліджень.** Верхньобаденські відклади є одним з основних газоносних горизонтів Більче-Волицького нафтогазоносного району. Дослідження його палео- та сучасних гідрогеологічних умов дозволяє встановити основні закономірності формування і збереження вуглеводневих скупчень, що дає змогу розширити газопошукові критерії.

Методика досліджень полягала у встановленні палеотектонічних умов Зовнішньої (Більче-Волицької) зони упродовж пізньобаденського та пізніших часів, її палеогеографічних і палеогідрогеологічних характеристик. Наступним етапом було зіставлення отриманих даних по палеоумовах із сучасними гідрохімічними і гідродинамічними характеристиками верхньобаденських товщ.

Опрацювання базувалося на фактичному матеріалі з йонно-сольового складу вод верхньобаденського горизонту (165 проб) та пластових тисків (66 замірів), отриманому із фондів ДП “Західукргеологія”.

Під терміном “водоносний горизонт” розуміємо сукупність водоносних пластів і пропластків із спільними гідрохімічними та гідродинамічними ознаками.

Для встановлення гідродинамічної характеристики верхньобаденського горизонту було застосовано методику приведених до однієї абсолютної відмітки пластових тисків, враховуючи поправки на густину вод.

Статистичний матеріал з хімії пластових вод верхнього бадену опрацьований з допомогою комп’ютерної програми “Statistica”, а графічний – програм “Surfer” та “CorelDraw”.

**Огляд попередніх досліджень.** Гідрохімічна зональність верхньобаденських товщ Зовнішньої зони представлена такими типами вод: гідрокарбонатно-натрієвий та сульфатно-натрієвий (поширені в районі м. Чернівці) з мінералізацією до 10 г/дм<sup>3</sup>,  $rSO_4 \cdot 100/rCl - 1,3-2,1$ ;  $rNa/rCl - 1,2-3,8$ ;  $Cl/Br - 800$ ; гідрокарбонатно-натрієвий та сульфатно-натрієвий (простягаються широкою смугою на стику платформи із Передкарпатським прогином) із мінералізацією 1–20 г/л,  $rSO_4 \cdot 100/rCl - 0,7-4,1$ ;  $rNa/rCl - 0,92-1,00$ ;  $Cl/Br - 100-338$ ; хлоридно-кальцієвий і хлоридно-магнієвий (поширені, головним чином, у північно-західній частині та облямовують Стебницький насув) із мінералізацією 20–50 г/дм<sup>3</sup>,  $rSO_4 \cdot 100/rCl - 0,4-18,0$ ;  $rNa/rCl - 0,92-1,00$ ;  $Cl/Br - 362-539$ ; хлоридно-кальцієвий (поширений вузькою облямовкою від Дрогобича до Красноільська під покривом Внутрішньої зони) із мінералізацією 50–220 г/дм<sup>3</sup>,  $rSO_4 \cdot 100/rCl - 0,02-2,70$ ;  $rNa/rCl - 0,67-0,87$ ;  $Cl/Br - 153-498$  (інколи >1000) (Бабинец, Мальская, 1975). Проте чіткої диференціації вод за генетичними показниками тут не встановлено.

В. М. Щепак (1965), базуючись на гідродинамічних характеристиках, поділяє верхньобаденські водоносні пласти Зовнішньої зони на такі категорії:

I – ті, що примикають з одного боку до борта Східноєвропейської платформи, а з другого – виклинюються, не сягаючи Стебницького насуву. Їхнє живлення відбувається на платформі, проте через відсутність області розвантаження рух ними не проходить;

II – прилягають з одного боку до борта платформи, а з другого – до водоносних порід Стебницького насуву. Унаслідок менших напорів останніх води рухаються в напрямку від платформи до насуву;

III – водоносні пласти, які виклинюються та зрізуються Стебницьким насувом, не сягаючи борта Східноєвропейської платформи. Їхні напори визначаються п’єзометрами насуву.

Палеогідродинамічні реконструкції косівських відкладів крайньої північно-західної частини Зовнішньої зони (Палеогідродинамічні..., 2006) встановили головні напрямки руху пластових вод: південно-західний – із центральної частини Крукеницької западини в бік Внутрішньої зони, і північно-східний – у бік зони відносних піднять Крукеницької западини з утворенням відповідних ділянок п’єзомінімумів. Північно-східна прирозломна частина Крукеницького блоку з витягнутою ділянкою п’єзомінімуму розглядається як перспективна щодо газоносності.

**Геолого-гідрологічна характеристика та газоносність.** Зовнішня зона Передкарпатського прогину простягається з північного заходу на пів-

денний схід на віддаль понад 300 км. На північному сході вона по Городоцькому, Калуському і Сторожинецькому повздовжніх розломах зчленується із Східноєвропейською платформою. Південно-західною границею зони вважають Передкарпатський глибинний розлом (Разломная..., 1976).

Системою повздовжніх скидів, амплітудами до 2 км, Зовнішня зона розбита на Сторожинецький, Угерсько-Косівський, Крукеницький і Добромільський блоки, які, у свою чергу, розчленовані системою дрібніших розривів (Карпатська..., 2004). По цій системі розломів південно-західна частина Зовнішньої зони східчасто занурюється під покриви Внутрішньої. Окрім повздовжніх, геоструктура Зовнішньої зони ускладнена мережею поперечних розломів, з незначними амплітудами вертикальних зміщень.

Зовнішня зона сформована платформними літологічними комплексами рифею, палеозою та мезозою, незгідно перекритими верхньоміоценовими моласами (баден та сармат).

Верхній баден на теренах Зовнішньої зони представлений відкладами косівської світи. Це одноманітна товща сірих вапнистих тонкошаруватих глин і аргілітів з прошарками вапнистих пісковиків і алевролітів, рідше мергелів, туфів і туфітів. Їхня потужність поступово зростає в південно-східному напрямку. Так, у крайній північно-західній частині зони (район родовищ Коханівка–Рудки) товщина світи не перевищує перших десятків метрів, зростаючи до перших сотень метрів у південно-західному напрямку (Крукеницький і Добромільський блоки). Далі на південний схід (район м. Калущ) вона збільшується до 500–600 м. У межах Гринівського і Кадобнянського газових родовищ потужність верхньобаденських відкладів становить 500–1200 м. На південно-західних теренах Зовнішньої зони їхня товщина коливається в межах 250–800 м.

Водовмісні прошарки пісковиків мають здебільшого хороші колекторські властивості. Їхня пористість коливається в межах 5–27 %, проникність – від  $0,16 \cdot 10^{-3}$  до  $340 \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Початкові дебіти свердловин становили 0,015–0,066 м<sup>3</sup>/с.

Високі ємнісно-фільтраційні показники прошарків і лінз пісковиків косівської світи створили сприятливі передумови для формування тут газових покладів Красноільського, Шереметівського, Черногузького, Косівського, Ковалівського, Дебеславицького, Яблунівського, Черемхівсько-Струпківського, Коршівського, Богородчанського, Гринівського та Кадобнянського газових родовищ.

**Палеотектонічні та палеогеографічні умови.** Починаючи з карпатію, палеотектонічний режим Зовнішньої зони зазнає опускань. Відбувається сповзання в басейн седиментації крейдово-палеогенового флішу Карпат, що сприяло активізації низхідних рухів уздовж повздовжніх розломів та формуванню нових. Вісь Передкарпатського прогину зміщується в північно-східному напрямку в бік платформи.

По Краковецькому, Судово-Вишнянському, Городоцькому і Калуському повздовжніх розломах просідають північно-західна і центральна частини ложа Зовнішньої зони. У бадені і сарматі в південно-східній частині внаслідок опускання платформи по Давиденівському і Сторожинецькому повздовжніх розломах межа прогину значно посувається в північно-східному

напрямку. У пізньобаденський та сарматський час активізуються поперечні регіональні розломи. У бадені низхідні рухи активніші на південному сході, у сарматі – на північному заході (Крупський, 2001).

У пізньосарматський час проявилася завершальна фаза карпатської складчастості, що започаткувала розвиток насувів, які перекривають значну частину різновікових автохтонних утворень Зовнішньої зони.

О. С. Вялов (1965) у межах косівської світи верхнього бадену виділив низку горизонтів. Вербовецькі шари – сірі глини з тонкими прошарками пісковиків та туфів, характерні для низів світи. Тут розрізняють два горизонти: радіолярієвий та горизонт з *Globigerina bulloides*. Прутські шари – сірі мало-піскові глини, які за мікробіостратиграфічними ознаками виділяються як горизонт з аглютинованими форамініферами і булімінами. Коломийські шари (горизонт із *Cassidulina crista*) – глини з незначним вмістом піскового матеріалу. Клокучинські шари (горизонт із *Streblus becarii*), потужністю до 100 м, складені пісковиками, глинами та конгломератами (пістинськими) із прошарками обвуглених рослинних залишків. Представники родів *Streblus*, *Porosononion* та *Elphidium* вказують на значне опріснення басейну.

Н. А. Трофимович (Трофимович, 2000), на основі аналізу різновидів форамініфер, вважає, що в ранньокосівський час існували глибоководні умови седиментації. Вербовецькі верстви відклалися в нормальноморських глибоководних умовах. Тут значно поширені пелагічні види родів *Globigerina* та *Radiolaria*. У мілководних зонах субліторалі переважають евригалінні види родів *Ammonia*, *Elphidium*, *Cibicides*.

Прутські верстви відклалися в нормальносолоному басейні на великій глибині за низької температури води. Велику роль відігравали води гірських рік, збагачені кремнеземом та теригенним матеріалом, який використовували форамініфери для побудови черепашок.

На обміління та опріснення басейну вказують збіднілі комплекси форамініфер та молюсків у коломийських та ковалівських шарах. У верхніх горизонтах ковалівських верств, поширених тільки на південному сході Зовнішньої зони прогину, домінують поодинокі форамініфери і прісноводні молюски. Глибини цього басейну не перевищували 25–30 м, солоність – 10–14 ‰. Місцями відбувалося повне осушення з утворенням конусів виносу теригенного континентального матеріалу (пістинські конгломерати). Ці зміни були результатом підняття Карпатської системи та регресивного пізньобаденсько-сарматського циклу.

У межах Волино-Подільської плити море розкинулося у вигляді двох заток з глибинами від 5 до 25 м, рідше до 40 м. Ці затоки омивали великий півострів (200 × 65 км), який знаходився на північному сході від р. Дністер і був північним бортом Передкарпатського прогину. Суша була складена породами девону, тріасу, крейди, карпатію, нижнього бадену і тираського горизонту. Південно-західне узбережжя Передкарпатського басейну в косівський час представлене нижніми моласами, за якими піднімалася гряда Карпатських гір, складених флішем (Стратиграфія..., 1970).

Обриси північно-східного борта косівського басейну були покряпані великою кількістю дрібних бухт та заток, що створювало визначені передумови для розвитку певних літофацій. Окрім пісково-глинистого матеріалу, тут

також відкладалися літотамнієві вапняки, місцями і туфи. Біля південно-західного пологого узбережжя нагромаджувалися глинисто-піскові та мергелісті осади, а зі скелястих гір денудувався та змивався в басейн гравійно-ріньовий матеріал.

Саме з шельфовими утвореннями пізньобаденського та сарматського морів і конусами виносу консеквентних Ходорівської та Коломийської палеорік і їхніх приток Ю. З. Крупський (2009) пов'язує формування більшості газових покладів Зовнішньої зони.

Пістинські конгломерати (потужністю до 400 м), характерні для верхів косівської світи, є дельтовими утвореннями, про що свідчать склад і розміри ріни. По простяганню їх фаціальні заміщують лагунно-прибережні пісково-глинисті породи, на північ і північний захід – пісково-глинисті вугленосні фації. Конгломерати на тлі сірого кольору мають бурі розводи, обумовлені окислами заліза і марганцю, що однозначно вказує на окисні континентальні умови їхнього формування. Існує думка про можливість їхнього перевідкладення із більш давніх слобідських конгломератів (Гуржий, 1969).

Для верхів розрізу світи характерні прошарки вугілля, рослинний детрит, морська і прісноводна фауна, мінливий вміст аутигенного кальциту, змішаний склад глинистих мінералів, фаціальна мінливість по простяганню. Все це, на думку Д. В. Гуржія (Гуржий, 1969), свідчить про прибережно-морські мілководні умови седиментації цього розрізу.

Г. Н. Гришкевич та А. Г. Ульянова (Стратиграфія..., 1970) пов'язують пізньобаденську трансгресію з різким оновленням фауни форамініфер, що розповсюдилися із Середземномор'я. Розквіт планктону (радіолярій і глобігерин) у вербовецьких шарах зумовлений підвищеною концентрацією кремнезему в морській воді, джерелом якого були продукти вулканічних вивержень. Згідно з тими самими дослідниками, кінець косівського часу відзначається помітним опрісненням басейну, що було викликано підняттями прилеглих ділянок суші, унаслідок чого зросла динамічна активність рік.

**Палеогідрогеологічний розвиток.** Палеогідрогеологічна історія верхньобаденських утворень відображена елізійним етапом, який розпочався седиментогенезом богородчанської світи (ранній баден) та закінчився седиментогенезом дашавської (сармат) і тривав приблизно 4,7 млн років.

З паннону по сьогодні (12,5 млн років) відклади Зовнішньої зони знають впливу інфільтраційного етапу. В. М. Щепак (1965), про що згадувалося вище, вбачає інфільтраційне живлення верхньобаденського горизонту з боку Східноєвропейської платформи, а також (окремі пласти) з боку Стебницького насуву. Згідно з цим дослідником, віддаль проникнення інфільтраційних вод у центральній частині зони сягає 4 км. У південно-східній частині відбулося декілька циклів водообміну.

У палеогідрогеологічній історії Зовнішньої зони ми попередньо виділили динамо-елізійний етап, який розпочався з часу насувоутворення і триває дотепер (Гарасимчук і ін., 2004). Чинниками елізійних перетоків у ньому є геодинамічні та геостатичні навантаження алохтонних товщ.

Виходячи з наведених вище палеотектонічних, палеогеографічних та палеогідрогеологічних умов, можна стверджувати, що нижні верстви косівської світи (вербовецькі і прутські) під час осадонагромадження захоплю-



вали морські води нормальної солоності (30–40 ‰), які могли бути незначно опріснені (прибережні схили) водами гірських рік.

Осадоагромадження верхніх коломийських та ковалівських верств проходило в умовах опрісненого мілкого моря із захопленням слабкосолоних вод (<10–14 ‰).

**Сучасні гідрогеологічні умови.** Сучасна площинна гідрогеохімічна зональність верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину опрацьована нами у вигляді картосхем мінералізації, градієнта мінералізації (відношення мінералізації вод до глибини їхнього залягання), генетичних коефіцієнтів  $r_{Na/rCl}$ ,  $r_{SO_4 \cdot 100/rCl}$ ,  $Cl/Br$  (рис. 1–5).

Гідробарична зональність висвітлена картосхемою зведених до абсолютної відмітки –500 м пластових тисків водоносного горизонту (рис. 6).

Значення коефіцієнта  $r_{Na/rCl}$  у морській воді за солоності 20, 35 і 40 ‰ становить відповідно 0,89; 0,85 та 0,89; коефіцієнта  $r_{SO_4 \cdot 100/rCl}$  – 10,28; 10,36 і 10,27; відношення  $Cl/Br$  – 291, 288 та 287 відповідно (Краткий..., 1970). В інфільтрогенних метеогенних водах коефіцієнт  $r_{Na/rCl}$  перевищує 0,9. Через тривалу метаморфізацію седиментогенних вод (іонний обмін) він значно знижується. Також унаслідок відновних процесів у водах зменшується кількість сульфат-іона, при вилуговуванні сульфатних відкладів його вміст відповідно зростає. Хлор-бромний коефіцієнт вважається однією із найнадійніших геохімічних генетичних характеристик вод з огляду на відсутність мінеральних форм бромю. Його нагромадження у водах обумовлене процесами галогенезу (пониження значень  $Cl/Br$ ). Високі значення цього показника пов'язують із вилуговуванням галоїдних товщ (Валяшко и др., 1965).

На основі кореляційного аналізу гідрогеохімічних характеристик 165 проб вод верхньобаденського водоносного комплексу встановлено низку закономірностей:

- відсутність кореляційних зв'язків між глибиною залягання водоносного горизонту та хімічними характеристикам вод;
- тісна кореляція з мінералізацією вод вмістів  $Cl$  (1,00),  $Na+K$  (0,99)  $Ca$  (0,89),  $Mg$  (0,77) та  $Br$  (0,72);
- доволі тісна кореляція вмістів цих елементів між собою.

Перша з них пояснюється відсутністю класичної вертикальної гідрогеохімічної зональності, яка проявляється в зростанні з глибиною кількостей макро- та мікроелементів у водах і, як наслідок, мінералізації. Друга та третя вказують на основний шлях формування сольового складу води за рахунок перерахованих вище йонів. Генеральна характеристика свідчить про формування верхньобаденського горизонту сумішами вод різної генези.

Загальне тло мінералізації вод верхньобаденського водоносного горизонту крайньої північно-західної частини Зовнішньої зони (від с. Коханівка до м. Стебник) коливається в межах 29–40 г/дм<sup>3</sup> (див. рис. 1). У районах Грушівської, Меденицької, Назавізівської геоструктур знаходиться поле дещо пониженої мінералізації (17–20 г/л). Градієнт мінералізації вод цієї території характеризується значеннями 20–60, зростаючи в південно-західному напрямку (див. рис. 2). Коефіцієнт  $r_{Na/rCl}$  зростає від 0,89–1,13 у напрямку поля пониженої мінералізації (див. рис. 3). За цією схемою корелюється і зростання коефіцієнта  $r_{SO_4 \cdot 100/rCl}$  від 0,1 до 7,67 (див. рис. 4).

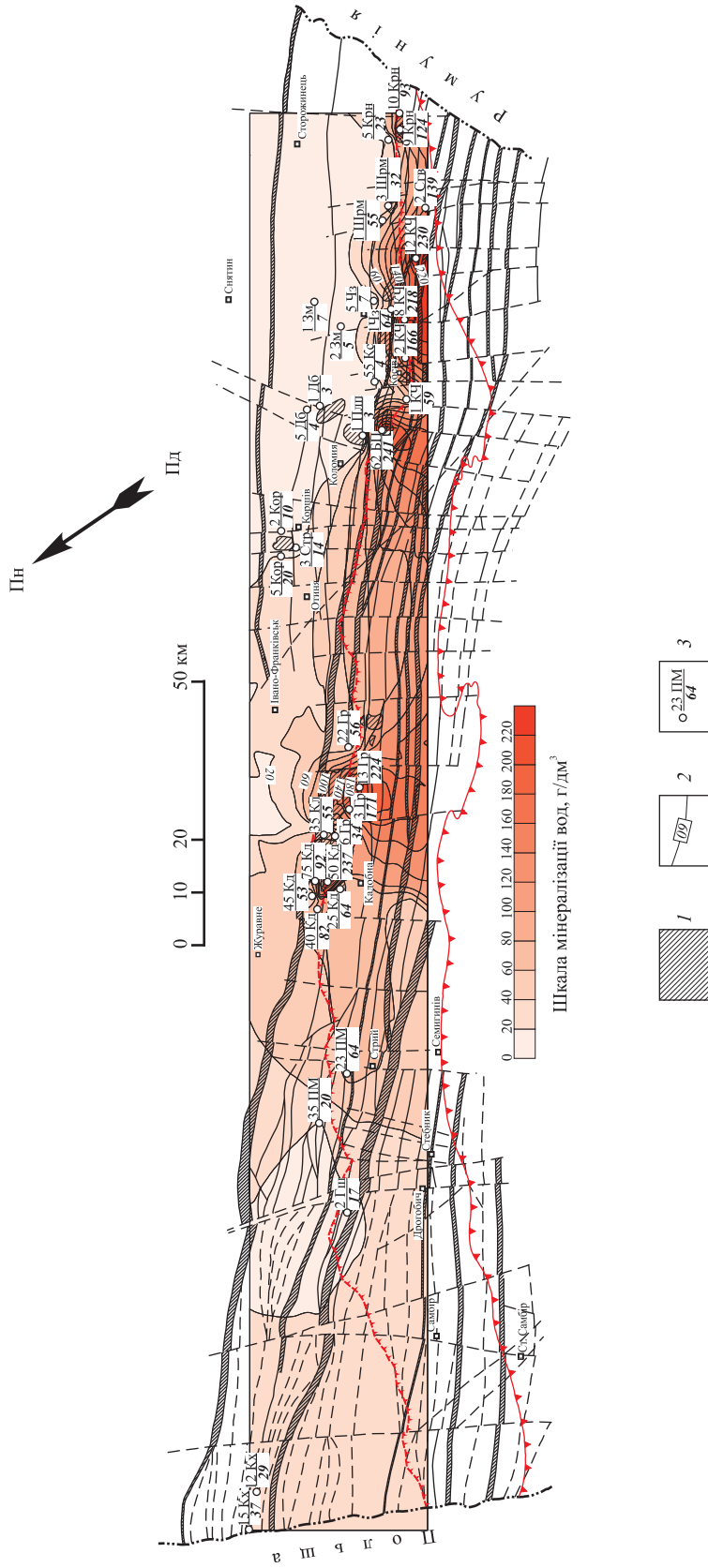


Рис. 1. Картохема мінералізації вод верхньобаденського водоносного горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербю (Карпатьяка..., 2004)):

1 – поклади газу в породах-колекторах; 2 – ізольовані мінералізації; 3 – свердловина, мінералізація води.

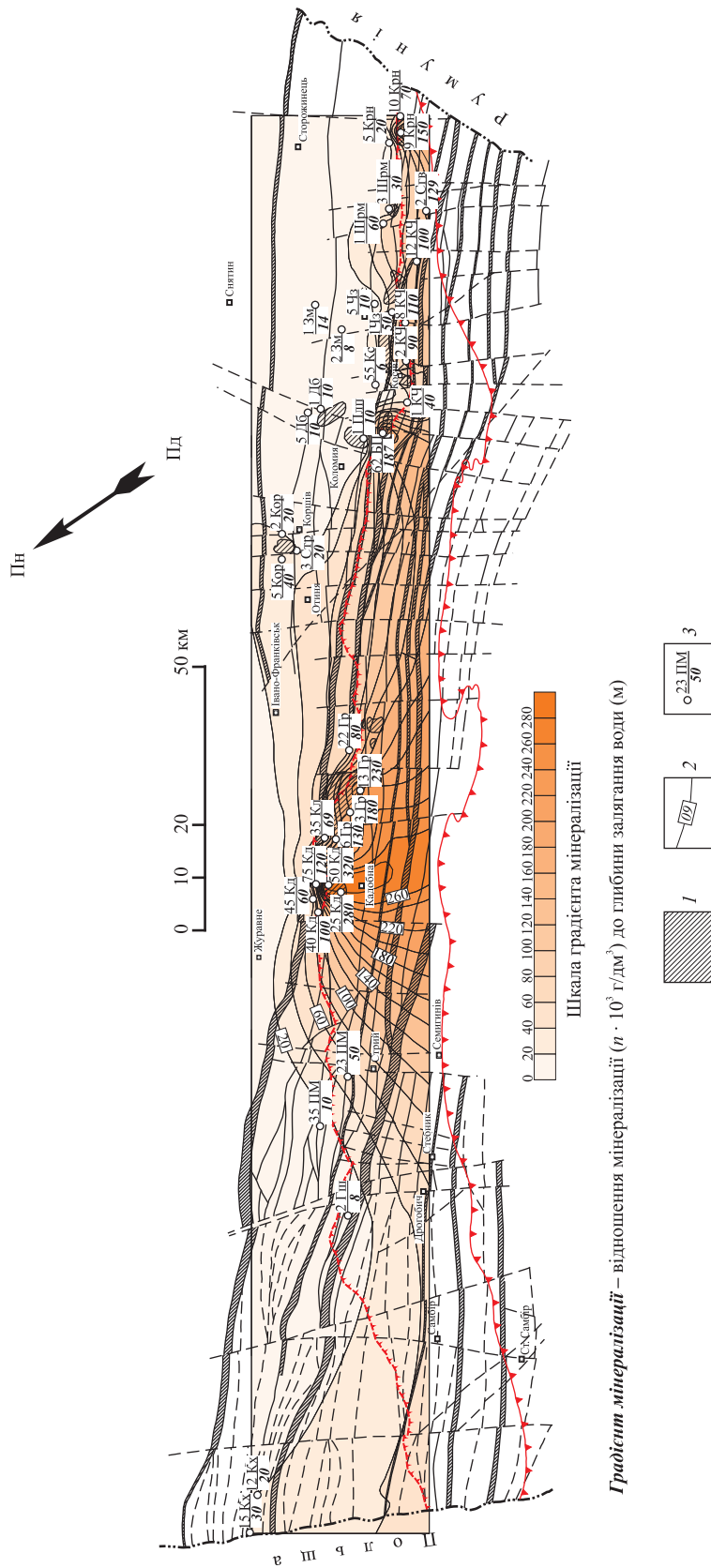


Рис. 2. Картохсхема градієнта мінералізації вод верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербю (Карпатська..., 2004)):

1 – поклади газу в породах-колекторах; 2 – ізольовані градієнти мінералізації; 3 – свердловина, градієнт мінералізації води.



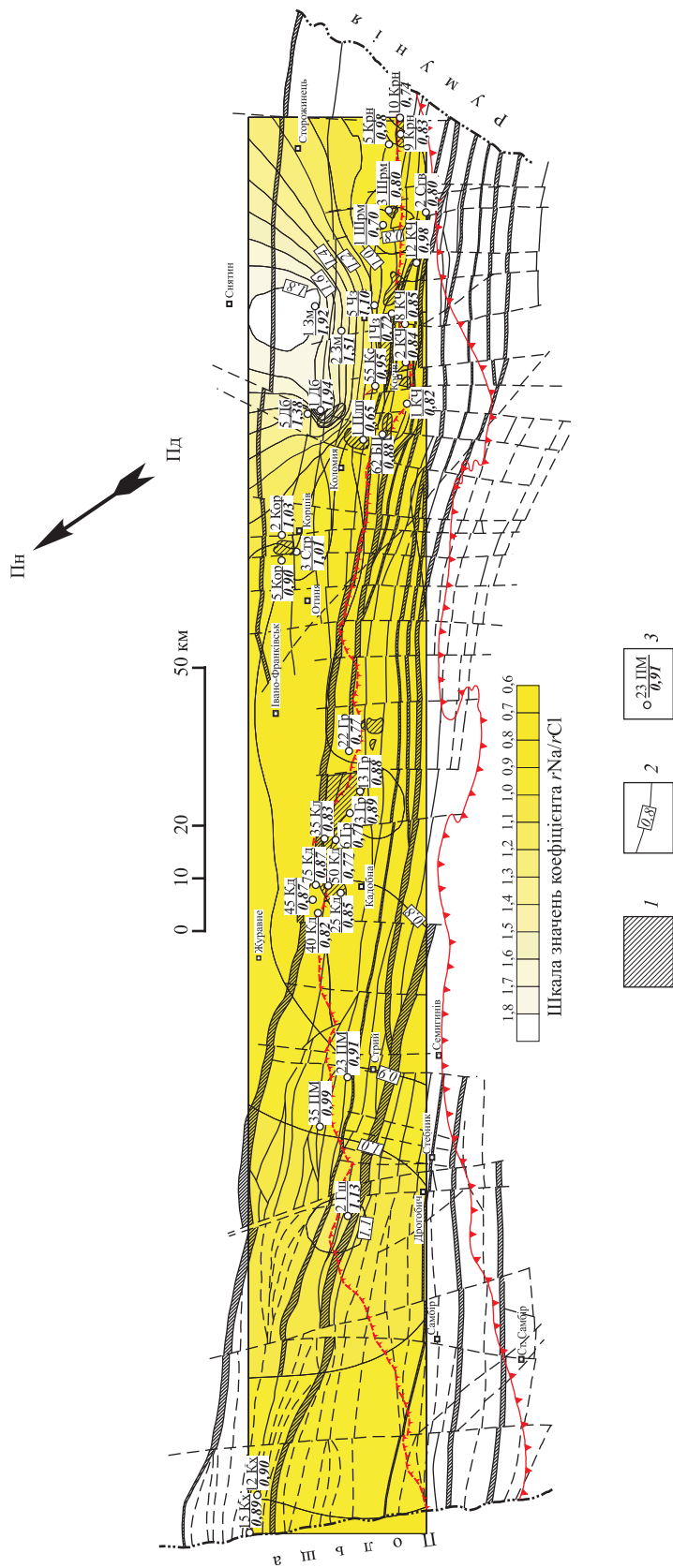


Рис. 3. Картохема значень коефіцієнта  $r_{Na}/r_{Cl}$  вод верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербю (Карпатська..., 2004)):

1 – покладаи газу в породах-колекторах; 2 – ізолінії значень коефіцієнта  $r_{Na}/r_{Cl}$ ; 3 – свердловина, значення коефіцієнта  $r_{Na}/r_{Cl}$ .

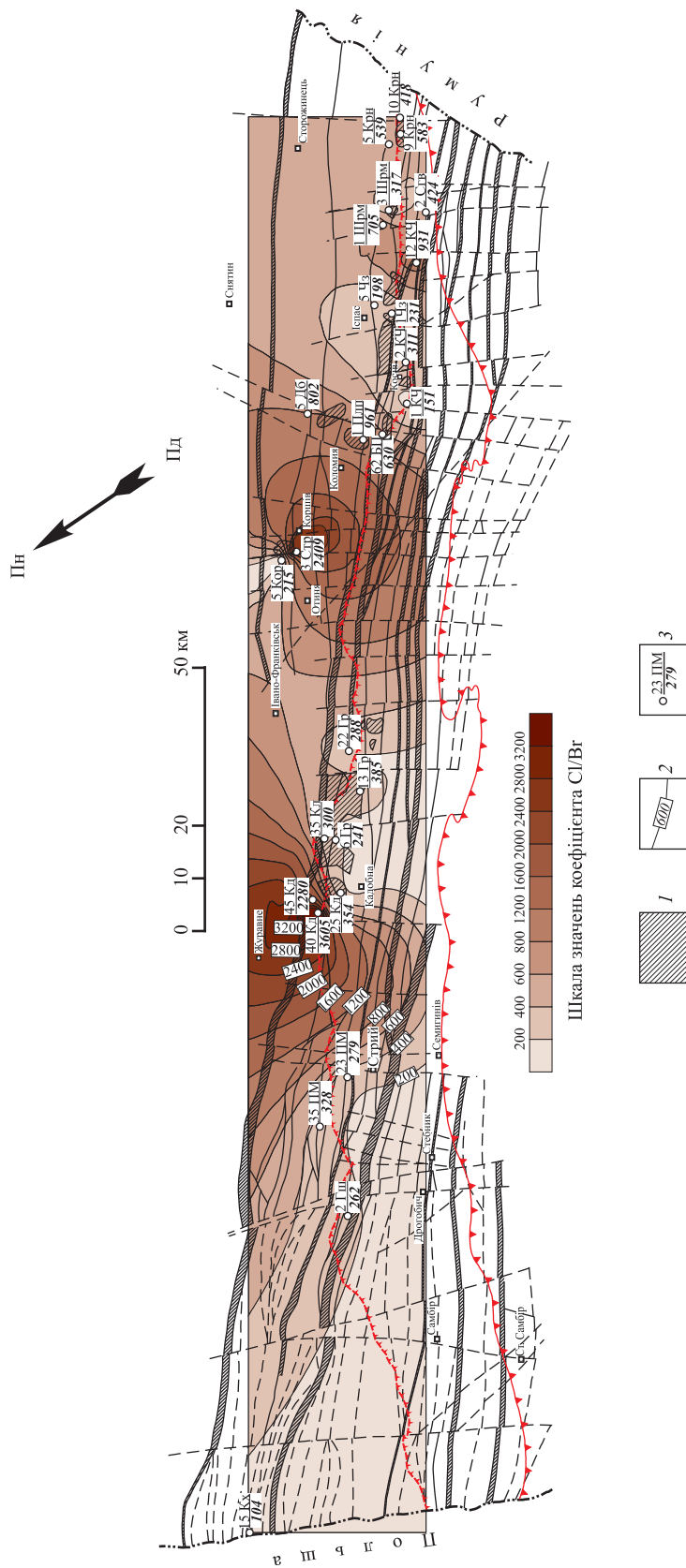


Рис. 4. Картохема значень коефіцієнта С1/Вг вод верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербю (Карпатська..., 2004)):

1 – поклади газу в породах-колекторах, 2 – ізоліні значень коефіцієнта С1/Вг, 3 – свердловина, значення коефіцієнта С1/Вг.

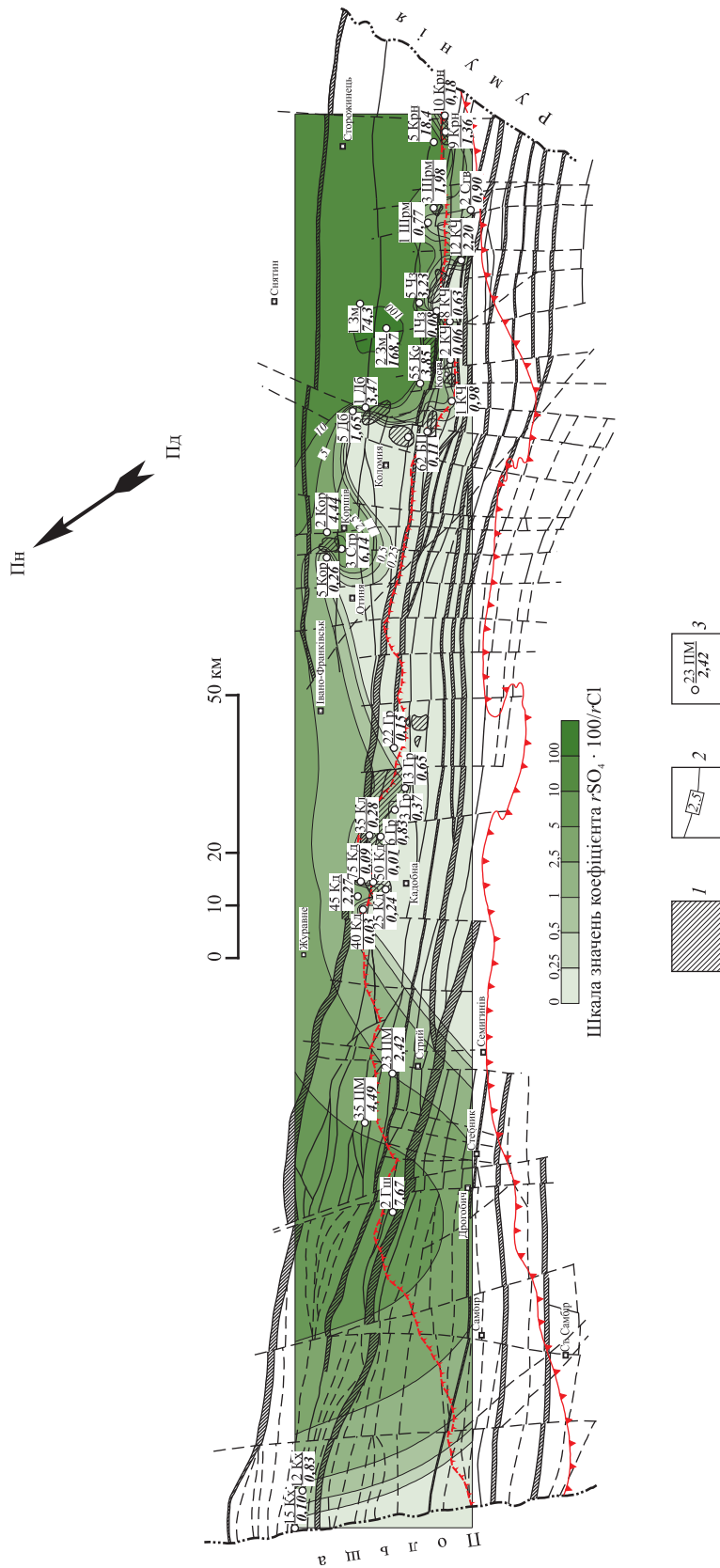


Рис. 5. Картохема значень коефіцієнта  $rSO_4 \cdot 100/rCl$  вод верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербю (Карпатська..., 2004)):

1 – поклади газу в породах-колекторах; 2 – ізолінії значень коефіцієнта  $rSO_4 \cdot 100/rCl$ ; 3 – свердловина, значення коефіцієнта  $rSO_4 \cdot 100/rCl$ .

Гідробаричні вектори верхньобаденського горизонту цієї частини Зовнішньої зони спрямовані на північний схід. Приведені тиски спадають від 8,00 до 6,82 МПа. Збільшення тисків у напрямку платформи не спостерігається (див. рис. 6).

Гідрогеохімічна зональність верхньобаденського горизонту центральної частини Зовнішньої зони (від Стебника до Івано-Франківська) проявляється в зростанні мінералізації вод з північного сходу на південний захід від 20 до понад 200 г/дм<sup>3</sup>, сягаючи максимальних значень в районах Кадобнянського та Гринівського підняття. Градієнт мінералізації також зростає в цьому напрямку від 20 до понад 280, виділяючись максимумами на тих самих підняттях. Відповідно до цієї схеми знижуються значення показників  $rNa/rCl$  і  $rSO_4 \cdot 100/rCl$  від 0,99 до 0,77 та від 4,49 до 0,01 відповідно. Коефіцієнт  $Cl/Br$  зростає у зворотному напрямку від 200 до понад 300, утворюючи локальну аномалію 2280–3605 на північному крилі Кадобнянської структури.

Приведені пластові тиски спадають від 12,91 до 4,45 у напрямку Східно-європейської платформи. Гідробаричних векторів з боку платформи не встановлено. У межах цієї частини зони також доволі чітко проявляються локальні гідробаричні вектори, обумовлені зростанням пластових тисків у напрямках до поперечних тектонічних порушень (див. рис. 6).

Горизонтальна гідрохімічна зональність верхнього бадену південно-східної частини Зовнішньої зони вирізняється значною строкатістю солявого складу вод. Мінералізація вод закономірно зростає (від 3 до 241 г/дм<sup>3</sup>) у південно-західному напрямку, причому поле з мінералізацією вод до 20 г/л охоплює більшу частину цієї території (див. рис. 1). Схема градієнта мінералізації (від 6 до 187) повністю корелюється зі схемою мінералізації вод. У тому самому напрямку понижуються значення коефіцієнтів  $rNa/rCl$  та  $rSO_4 \cdot 100/rCl$  від 1,94 до 0,72 та від 168 до 0,06 відповідно. Хлор-бромний коефіцієнт (від 198 до 2400) не корелюється із загальною гідрохімічною схемою.

Гідробарична зональність цієї території сформована двома полями векторів. Приведені пластові тиски першого поля спадають від платформи в південно-західному напрямку, другого – від піднасуву Внутрішньої зони в північно-східному (див. рис. 6). Також тут чітко відображені локальні гідробаричні вектори, пов'язані з поперечними тектонічними порушеннями.

Результатом досліджень є картосхема поширення генетичних типів вод верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (рис. 7). Через брак даних (зокрема у межах північно-західної частини) вона має дещо схематичний характер і ця ділянка оконтурена виходячи із загального розуміння палео- та сучасних гідрохімічних та гідробаричних умов усієї зони.

Верхньобаденський водоносний горизонт північно-західної і центральної частин Зовнішньої зони (від с. Коханівка до м. Івано-Франківськ) сформований таласогенними седиментогенними водами пізньобаденського моря. Дещо нижчі від морських значення мінералізації седиментогенних вод та підвищені значення коефіцієнта  $rNa/rCl$  обумовлені опрісненням морського басейну річковими водами.

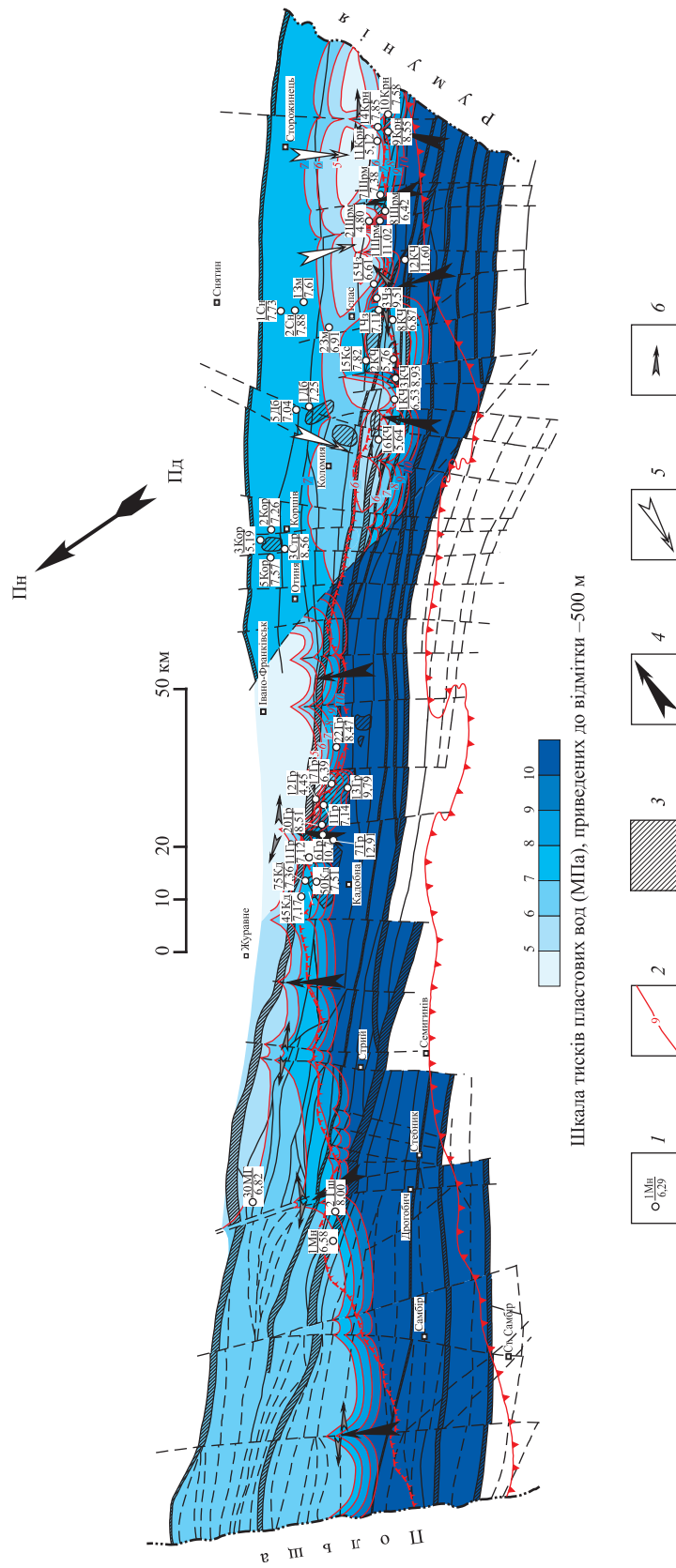


Рис. 6. Картохема зведених до відмітки -500 м пластових тисків верхньобаденського водоносного горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербобою (Карпатська..., 2004)):

1 – назва свердловини (у чисельнику), пластовий тиск (МПа) (у знаменнику); 2 – ізоברי (МПа); 3 – газові поклади в породах-колекторах. Вектори: 4 – регіональні баричні седиментогенних вод, 5 – регіональні баричні інфільтрогенних вод, 6 – локальні гідробаричні.

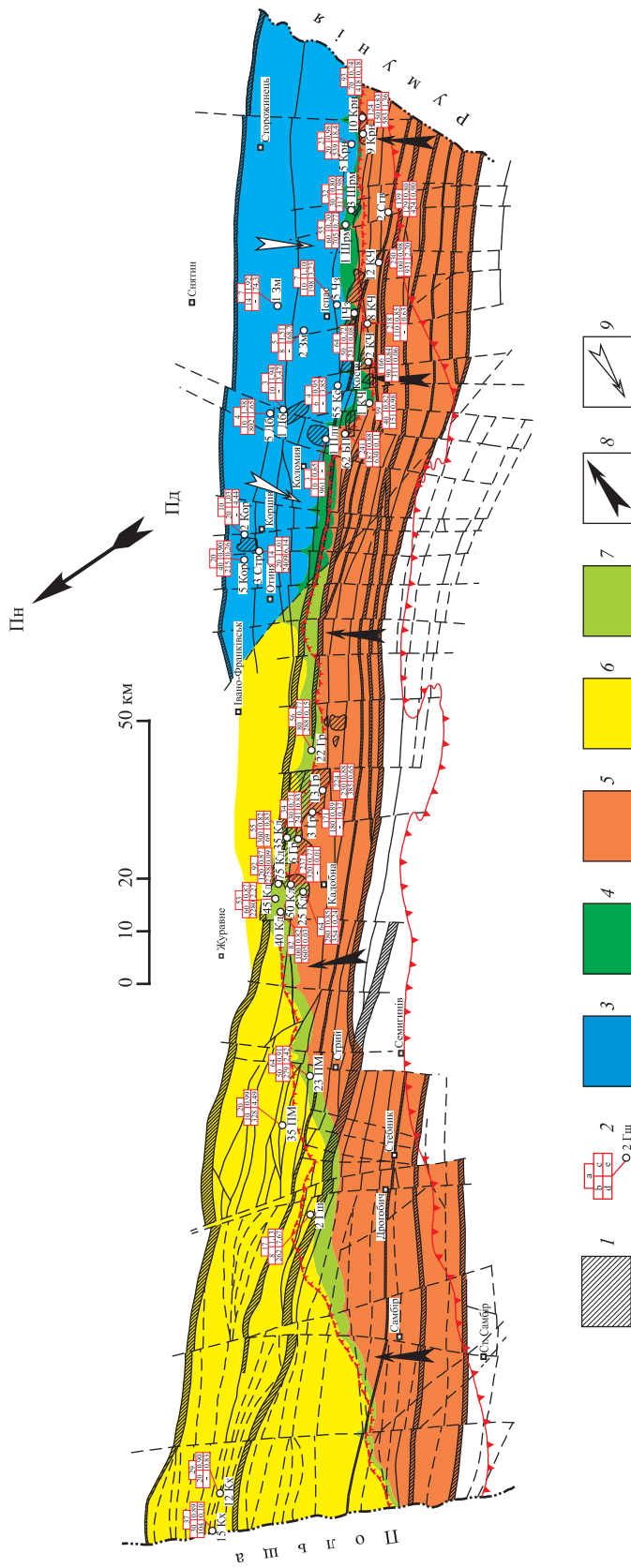


Рис. 7. Картохема поширення та геохімічні характеристики генетичних типів вод верхньобаденського горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину (структурна основа за О. С. Щербю (Карпатська..., 2004)):

1 – поклади газу в породах-колекторах; 2 – назва свердловини та геохімічна характеристика вод: а – мінералізація води (г/дм<sup>3</sup>), б – відношення мінералізації води (мг/дм<sup>3</sup>) до глибини її залягання (м), с – rNa/rCl, d – Cl/Vg, e – rSO<sub>4</sub> · 100/rCl; зони поширення: 3 – метеогенних інфільтрогенних вод, 4 – сумішей інфільтрогенних вод із солянками вилугування, 5 – солянок-Рожнятівського покриву, 6 – реліктових таласогенних седиментогенних вод; 7 – сумішей седиментогенних вод та солянок вилугування; 8 – вектори руху; 9 – інфільтрогенних вод.



Піднасув цієї частини Зовнішньої зони представлений водами, виділеними нами раніше як солянки вичавлювання товщ Самбірсько-Рожнятівського покриву під час динамо-елізійного етапу гідрогеологічної історії (Гарасимчук і ін., 2004). Ці води характеризуються високими значеннями мінералізації та метаморфізації. Солянки вилуговування відзначаються високими значеннями коефіцієнта  $Cl/Br$ , залишкові маточні розчини – його зниженими значеннями. У межах крайньої північно-західної частини (від кордону з Польщею до м. Стебник) ці води, очевидно, менш мінералізовані, порівняно з попередніми, через відсутність тут соленосних відкладів.

Унаслідок проникнення витиснених вод у седиментогенні відбувалося їхнє часткове змішування. Ці суміші мають проміжні значення мінералізації та генетичних коефіцієнтів.

Походження слабкомінералізованих вод верхньобаденського горизонту південно-східної частини Зовнішньої зони, як і попередні дослідники (Бабинець, Мальская, 1975; Щепак, 1965), пов'язуємо з підтоком інфільтраційних вод з боку Східноєвропейської платформи. Під час інфільтрації і вилуговування гіпсоносних та вапнистих товщ платформи і прогину вони наситилися відповідним спектром мінеральних компонентів.

Піднасувні верхньобаденські породи-колектори цієї території містять високомінералізовані солянки витискання із товщ Самбірсько-Рожнятівського покриву. Проміжні геохімічні особливості смуги вод, яка знаходиться між попередньо названими типами вод, вказують на генезу, обумовлену їхнім змішуванням.

**Гідрохімічні та гідробаричні особливості газових покладів.** Регіональні гідрохімічні ознаки верхньобаденського водоносного горизонту Зовнішньої зони Передкарпатського прогину свідчать про те, що газові поклади пов'язані з усіма генетичними типами вод, поширеними на цій території (див. рис. 7). У межах локальних полів поклади тяжіють до ділянок з підвищеною мінералізацією та ознаками інтенсивних постседиментогенних процесів, які відображаються пониженими значеннями коефіцієнтів  $rNa/rCl$  та  $rSO_4 \cdot 100/rCl$ . Відповідні умови притаманні гідрогеологічно замкненим структурам.

Знаходження покладів газу Черемхівсько-Струпківського, Дебеславицького та Пилипівського родовищ у межах відкритих гідродинамічних умов, очевидно, вказує на наявність тут т. зв. гідродинамічних екранів (Крупський, 2001).

Гідробаричні дані свідчать про приуроченість більшості газових покладів до ділянок як регіональних, так і локальних баромінімумів (див. рис. 6). З ділянками баромаксимумів часто пов'язані поперечні тектонічні порушення. Простежується взаємозв'язок баромаксимумів із підвищеними значеннями мінералізації вод. Ці ознаки визначають тектонічні порушення як шляхи міграції флюїдів.

- Бабиниц А. Е., Мальская Р. В.* Геохимия минерализованных вод Предкарпатья. – Киев : Наук. думка, 1975. – 190 с.
- Валяшко М. Г., Поливанова А. И., Жеребцова И. К.* Геохимия и генезис рассолов Иркутского амфитеатра. – М. : Наука, 1965. – 159 с.
- Вялов О. С.* Стратиграфия неогеновых моласс Предкарпатского прогиба. – Киев : Наук. думка, 1965. – 190 с.
- Гарасимчук В. Ю., Колодій В. В., Кулинич О. В.* Генеза висококонцентрованих солянок піднасувних відкладів південно-східної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2004. – № 4. – С. 105–119.
- Гуржий Д. В.* Литологія моласс Предкарпатського прогиба. – Киев : Наук. думка, 1969. – 202 с.
- Карпатська нафтогазоносна провінція* / В. В. Колодій, Г. Ю. Бойко, Л. Т. Бойчевська і ін. – Львів ; Київ: ТОВ “Український Видавничий центр”, 2004. – 390 с.
- Краткий справочник по геохимии* / Г. В. Войткевич, А. Е. Мирошников, А. С. Поваренных, В. Г. Прохоров. – М. : Недра, 1970. – 275 с.
- Крупський Ю. З.* Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. – К. : УкрДГРІ, 2001. – 144 с.
- Крупський Ю. З.* Палеогеографічні умови осадконагромадження в неогені Зовнішньої зони Передкарпатського прогину і подальші перспективи її нафтогазоносності // Геол. журн. – 2009. – № 4. – С. 51–58.
- Палеогідродинамічні реконструкції північно-західної частини Зовнішньої зони Передкарпатського прогину в контексті проблеми нафтогазоносності* / Г. Б. Медвідь, М. І. Спринський, В. В. Колодій і ін. // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2006. – № 2. – С. 20–32.
- Разломная тектоника Предкарпатского и Закарпатского прогибов и ее влияние на распределение залежей нефти и газа* / Г. Н. Доленко, Л. Т. Бойчевская, И. В. Кильн и др. – Киев : Наук. думка, 1976. – 126 с.
- Стратиграфия и палеогеография верхнетортонских отложений Предкарпатского прогиба и окраины Русской платформы* : отчет о науч.-исслед. работе / Г. Н. Гришкевич, А. Г. Ульянова. – Инв. № 6093090. – Львов : ИГГГИ АН УССР, 1970. – 130 с.
- Щепак В. М.* Гидрогеологические условия Внешней зоны Предкарпатского прогиба в связи с газонефтеносностью : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – Киев : Гос. ун-т им. Т. Г. Шевченко, 1965. – 22 с.
- Trofimovich N. A.* Evolution of marine Middle Miocene (Badenian) in the Carpathian Foredeep (Ukrainian Carpathians) // Slovak geol. magazine. – 2000. – Vol. 6. – N 2–3. – P. 312–313.

Стаття надійшла  
12.02.10

Vasyl HARASYMCHUK, Dmytro LUKYANCHUK

**HYDROGEOLOGICAL ASPECTS OF THE GAS-BEARING POTENTIAL  
OF THE UPPER BADENIAN DEPOSITS OF THE OUTER ZONE  
OF THE CARPATHIAN FOREDEEP**

On the basis of paleohydrogeological and modern hydrogeological features of Upper Badenian Aquifer the main condition of the formation and preservation of the hydrocarbon pools are determined.

Working out was based on the factual material on ion-salt composition of waters of the Upper Badenian horizon (165 samples) and formational pressures (66 measurements) obtained from the funds of Zakhidukrgeologia State Enterprise. The present-day plane hydrogeochemical zonality of the Upper Badenian horizon of the Outer Zone of the Carpathian Foredeep was worked out in a form of diagrammatic maps of mineralization, a gradient of mineralization, genetic coefficients  $r_{Na}/r_{Cl}$ ,  $r_{SO_4} \cdot 100/r_{Cl}$ , Cl/Br.

To determine hydrodynamic characteristic of the Upper Badenian horizon we have used the methods of formation pressures reduced to one absolute mark and taking the allowance for density of waters into consideration. Hydrobaric zonality is represented by the diagrammatic map of formation pressures consolidated to the absolute mark of 500 m.

Upper Badenian Aquifer of the north-western and central parts of the Outer Zone is formed by sedimentary waters of the Late Badenian sea. Presence of low mineralized waters is caused by infiltration from the East-European Platform. Upper Badenian Aquifer of the underlying part contains the pressing out brines from the Sambir-Rozhnyativ cover. Among these types of water their mixtures are present.

Regional hydrochemical features of the Upper Badenian Aquifer of the Outer Zone of the Carpathian Foredeep indicate the space connection of the gas pools with all these genetic types of waters. Within the local hydrogeochemical fields the gas pools gravitate towards the areas with high mineralization and features of the intensive postsedimentogenous processes.

Most of gas pools are confined both to regional and local hydrobarominima areas. The transverse tectonic ruptures are connected with the areas of hydrobaromaxima and high mineralization. These features point out the tectonic ruptures as the ways of fluid migration. Saving of gas deposits within discovered hydrodynamic systems is a result of the availability of hydrodynamic screens.