

УДК 502.316.001:574.5:551351(447)(2665)

Ларченков Є. П., Чередниченко О. П., Астафурова С. А.

Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра загальної та морської геології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

РОЗЧИНЕНІ ВУГЛЕВОДНЕВІ ГАЗИ У ВОДЯНІЙ ТОВЩІ МОРІВ УКРАЇНИ

Наведені результати комплексного вивчення якісного і кількісного розподілу розчинених вуглеводневих газів у водяній товщі морів України, які включають оцінку природи і джерел розчинених вуглеводневих газів у водяній товщі і донних відкладеннях Чорного й Азовського морів; характеристику якісного і кількісного розподілу розчинених ВВГ у водяній товщі цих басейнів; виявлення взаємозв'язку розподілу розчинених ВВГ із гідрохімічними, гідрологічними, геологічними і геоморфологічними умовами; встановлення основних факторів, які контролюють розподіл вуглеводневих газів у водах морів України.

Ключові слова: вуглеводневі газы, водна товща, Чорне море, шельф, Азовське море.

Сполука і розподіл газів, розчинених у морській воді — результат комплексних взаємодій між хімічними, фізичними і біологічними процесами. Ці взаємодії подані динамічними системами, пов'язаними з газоутворенням за рахунок хімічних і біохімічних реакцій або пасивної рівноваги процесів, що залежать від розподілу газів між водою, атмосферою та літосферою. Існування аномальних концентрацій розчинених газів (як позитивних, так і негативних), указує на втручання інших чинників. Макро- і мікроорганізми, що беруть участь у метаболічних процесах, змінюють кількість розчинених O_2 , CO_2 , N_2 , H_2 , CH_4 , H_2S і інших летучих компонентів. Тому газові компоненти у водяній товщі океанів і морів містять інформацію, необхідну для розв'язання багатьох океанологічних, біологічних і геологічних задач. Зокрема, хімічно малоактивні та інертні газы можуть слугувати трасерами при вивченні динамічних процесів в океані. Аналіз розчинених вуглеводневих газів (ВВГ) широко використовується з нафтогазопошуковою метою, що призвело до бурхливого розвитку цих досліджень. Відзначається різке збільшення концентрацій ВВГ у забруднених водах.

Газова складова, що надходить у водяну товщу через межу розділу “океан-літосфера”, являє собою багатокомпонентну суміш газів різноманітного генезу, які утворилися на різних етапах літогенезу і мігрують до поверхні в складі газоводних розчинів.

Склад біогенних газів повною мірою визначається умовами осадконакопичення. Міграція розчинених і вільних газів, рідких ВВ із водою обумовлена, головним чином, їхньою розчинністю (яка залежить, у свою чергу, від температури і тиску) і гідрогеологічними умовами середовища. При надходженні в зони знижених тисків відбувається дегазація вод. У випадках субмаринного розвантаження,

дегазовані і розчинені флюїди здійснюють суттєвий вплив на літологічний і хімічний склад донних відкладень і вод, особливо у внутрішніх басейнах. Це підтверджується нашими дослідженнями в Чорному і Каспійському морях.

Розрахунки рівноважних з атмосферою концентрацій CH_4 показують пересичення поверхневих вод відкритого моря до 30—80%. Забруднені води заток, бухт і значних рік перенасичені метаном до 9250%. Відзначається значне недосичення поверхневих вод у районах апвеллінгу. У цілому, у поверхневих водах газова рівновага істотно зрушена у бік надлишку розчинених ВВГ. Таким чином, атмосфера не є постачальником метану і, тим більше, його гомологів, розчинених в морських водах.

Вуглеводневі гази, розчинені у водяній товщі Чорного моря, подані метаном, етаном, етиленом, пропаном, пропіленом, рідше бутаном, бутиленом, пентаном. Розподіл по вертикалі і горизонталі вкрай нерівномірний і залежить, як і розподіл більшості хімічних елементів у водах Чорного моря, від гідрохімічної обстановки. По концентраціям і складу розчинених ВВГ велика відмінність вод, що омивають шельф, континентальний схил і глибоководну частину Чорного моря.

У північно-західній частині моря розподіл розчинених ВВГ досить рівномірний. Вуглеводневі гази, які важчі за метан, подані, здебільше, ненасиченими формами й утворюють пік максимальних концентрацій (до $10 \cdot 10^{-6}$ мл·л⁻¹) на глибині 10 м, зменшуючись до поверхні і до дна до $(3—5) \cdot 10^{-6}$ мл·л⁻¹. Розчинений метан виражається концентраціями, близькими до рівноважного з атмосферними, незначно збільшуючись у придонному прошарку. Зазначена рівномірність порушується на станціях і профілях глибинних розламів, що перетинають зони, і локальні підняття. Концентрації метану зростають на 1—2 порядки, граничні форми важких ВВГ стають сумірні з ненасиченими. Зростання концентрацій, найбільше яскраво виражений у придонному пласту, іноді охоплює усю водяну товщу.

У портах, затоках і в районі дельти р. Дунай характер розподілу ВВГ декілька змінюється. Максимальні концентрації переміщуються в поверхневі води, абсолютні величини збільшуються 10—100 разів, ВВГ, важчі метану, подані ненасиченими формами; різко збільшується пересичення поверхневих вод метаном (рис. 1).

На газометричному профілі по українській частині р. Дунай річкові води характеризуються високим змістом CH_4 , спектр важких ВВГ обмежується C_2 — C_3 . Найбільше високі концентрації приурочені до вод у портах, невеликих протоках і в дельті. В міру видалення від устя, концентрації розчинених ВВГ повільно знижуються, проте, поле високих концентрацій, характерних для річкових вод, просліджується на значній площі моря (рис. 2).

Дослідження на спеціалізованих газометричних профілях у північно-західній частині Чорного моря показали тісний взаємозв'язок розподілу розчинених ВВГ із геоморфологічними особливостями, складом донних відкладень і глибинної будівлі. Детальні полігонні дослідження виявили значні неоднорідності розчинених ВВГ, причому ці неоднорідності, у цілому, добре узгодяться з геолого-геоморфологічною будівлею районів і аномального розподілу температури, солоності, біогенних компонентів і інш.

Основна особливість вертикального розподілу розчинених ВВГ у водах глибоководної частини моря полягає в різко вираженому розходженні концентрацій в аеробній і анаеробній зонах. По вертикальному розподілу розчиненого метану

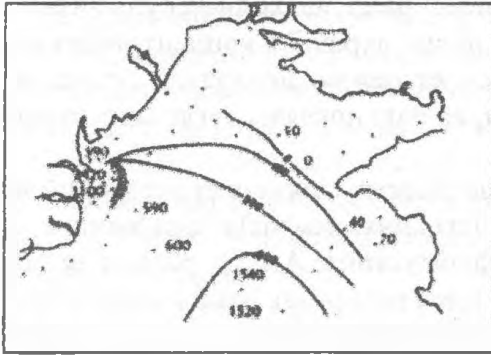
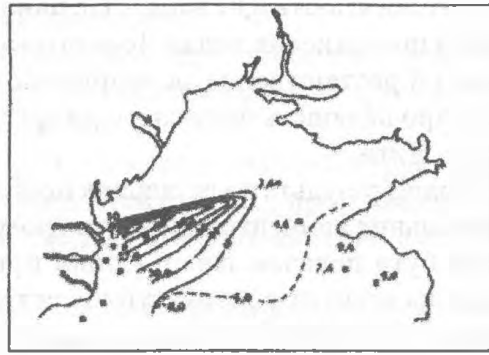


Рис. 1. Перенасичення (%%) розчиненим CH_4 поверхневих вод північно-західної частини Чорного моря



метану досягають $0,07 \text{ мл} \cdot \text{л}^{-1}$. Це найвищі концентрації, що коли-небудь визначалися в поверхневих водах Чорного моря. Незначні варіації в концентраціях аномалії і її розташування за трирічний період спостережень дозволяють стверджувати про наявність потужного джерела, яким, на наш погляд, слугує скид стічних вод м. Ялти.

Аналіз результатів детальних полігонних досліджень показав просторовий збіг аномальних концентрацій розчинених ВВГ, біогенних елементів і сірководню, що може бути доказом їхньої єдиної природи формування. Аналіз розподілу поля хімічних елементів і структурно-тектонічних умов розкриває їхній тісний взаємозв'язок. Проведені детальні газометричні дослідження ґрунтів і водяної товщі на локальному узвишші з промисловим скупченням ВВГ, дозволили віокремити як саме узвишшя, так і глибинний розлам, що ускладнює північне крило структури.

У переважній більшості випадків просліджується пряма залежність у розподілі розчинених вуглеводневих газів, гелію і теплового потоку.

Порівняння й аналіз карт і перерізів, що відбивають розподіл розчинених хімічних елементів і ВВГ, різноманітних сезонів і років показує, що виявлені закономірності в розподілі цих компонентів узгодяться не тільки просторово, але і кількісно. Такий тісний взаємозв'язок слугує доказом єдиної природи їхнього формування.

При зіставленні результатів газометричних досліджень в Азовському морі (різних років і сезонів) картина розподілу розчинених ВВГ, відповідно до генетичної приналежності вод, залишається незмінної. У яких абсолютних значеннях не виражалися б фонові концентрації, завжди чітко відрізняються мало трансформовані річкові води; чорноморські води, які надходять через Керченську протоку і води центральної частини Азовського моря. На регіональних газометричних профілях, виявлені аномалії розчинених ВВГ, тяжіють до локальних структурних височин і зон розламів; значним структурно-тектонічним одиницям, як Азовський вал — із газовими родовищами, і Індоло-Кубанський прогин — з перспективними газовими аномаліями по донним відкладенням у зонах локальних височинь.

На тлі порівняно невеликих концентрацій розчинених вуглеводневих газів значні підвищення виявлені в районах портів і генетично пов'язані з водами, забрудненими промисловими і побутовими стоками. У цілому коефіцієнт перенасичення поверхневих вод Азовського моря метаном змінюється від 5,7 до 25,0 й досягає 100—110 у забруднених районах.

Розподіл розчинених ВВГ знаходиться в тісному взаємозв'язку зі структурно-тектонічними особливостями будови осадового чохла, а у випадку існування локальних структур, перспективних на промислове скупчення вуглеводнів, забезпечує їхнє виявлення.

Значний фактичний матеріал (більш 5000 аналізів) по вивченню розподілу розчинених ВВГ на полігонах, окремих профілях і станціях у різних районах і зонах Чорного й Азовського морів дозволяє достатньо обґрунтовано впровадити діапазони змін і середні концентрації розчинених ВВГ для різноманітних глибин і виділити дві основні типові форми розподілу — для шельфовий і глибоководної частин та їхню зміну у забруднених районах.

На засаді викладеного можна зробити такі висновки:

— вуглеводнева газова складова, яка входить до складу комплексу розчинених хімічних елементів, являє собою параметр, що несе інформацію про процеси у водяній товщі і про вплив на її граничні поверхні;

— чітко виражена однозначна синхронність геоморфологічних, структурно-тектонічних, гідрохімічних і газових неоднорідностей свідчить про прямий зв'язок “дно—вода”, у результаті якого придонні води збагачуються хімічними компонентами відкладень;

— взаємозв'язок розчинених ВВГ із структурно-тектонічними особливостями будови осадового чохла, забезпечує виявлення локальних структур, перспективних на промислові скупчення вуглеводнів;

— придонний прошарок водяної товщі може повсюдно слугувати надійною “опорною” верствою для проведення газометричного моніторингу;

— просторова приуроченість полів аномально високих концентрацій ненасичених ВВГ, із помітною перевагою сингенетичної складової, дозволяє достатньо упевнено виділяти регіони техногенного навантаження з наступним аналізом тренда ситуації.

Біохімічна генерація метану у водяній товщі й у сучасних донних відкладеннях не забезпечує балансової рівноваги. У накопиченні наявної кількості розчиненого метану й у його балансі безсумнівна участь метану зон діагенеза і катагенеза. Аномально високі концентрації розчинених ВВГ, відзначені в районах поширення річкових вод, промислового і побутового стоків, генетично пов'язані з забрудненням, який стимулює процеси метаноутворення.

Проведені дослідження й узагальнений фактичний матеріал слугують основою для аналізу динаміки деформації полів розчинених ВВГ із метою прогнозування зміни екологічного стану прибережно-морських геосистем.

Література

1. Ларченков Е. П., Чередниченко А. П., Копылов С. А. и др. Углеводородные газы в водной толще и донных отложениях как индикатор техногенного загрязнения окружающей среды // Одесса: ОГУ, 1997. — 77 с.
2. Мороз С. А., Ларченков Е. П., Чередниченко А. П. Экологический аспект геологических процессов на северо-западном шельфе Черного моря // Геолог від бога — К.: Тов. Знання України, 2000.
3. Чередниченко О. П., Копылов С. А., Свертілов О. О., Шапран С. Д. Оцінка екологічного стану північно-західного шельфу Чорного моря в залежності від асиміляційної спроможності донних систем // Экологические проблемы Черного моря: пути и методы решения. Материалы международной конференции. — Одесса, 1999.

Ларченков Е. П., Чередниченко А. П., Астафурова С. А.

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра общей и морской геологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

РАСТВОРЕННЫЕ УГЛЕВОДОРОДНЫЕ ГАЗЫ В ВОДНОЙ ТОЛЩЕ МОРЕЙ УКРАИНЫ

Резюме

По результатам комплексного изучения растворенных углеводородных газов охарактеризованы их качественное и количественное распределение в водной толще Черного и Азовского морей во взаимосвязи с гидрохимическими, гидрологическими, геологическими

ми и геоморфологическими условиями; определены основные факторы, контролирующие распределение, а также природа и источники РУВГ в водной толще.

Ключевые слова: углеводородные газы, водная толща, Черное море, шельф, Азовское море.

Larchenkov E. P., Cherednichenko A. P., Astafurova S. A.

Odessa National University,
Department of geology and marine geology,
Dvorianskaya str., 2, Odessa, 65026, Ukraine

DISSOLVED HYDROCARBON GASES IN THE BLACK AND AZOV SEAS WATER

Summary

According to results of complex study of dissolved hydrocarbon gases (DHCG) qualitative and quantitative distribution in the Black and Azov Seas water interdependent hydrochemical, hydrological, geological and geomorphological conditions are characterized; main controlling the distribution factors as well as the origin and sources of DHCG within the seawater have been evaluated.

Key words: hydrocarbon gases, seawater, shelf, Black Sea, Azov sea.