

УДК 551.7+550.847

О. В. Гаврилюк, соискатель кафедры гидрогеологии
Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина
Пл. Свободы, 4, Харьков, 61022, Украина
gavrilyk.o.v@mail.ru

ПАЛЕОГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ БРОМА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

В юго-восточной части Днепро-Донецкой впадины встречаются подземные воды с повышенным содержанием брома. Для определения закономерностей и условий формирования этих гидрогеохимических аномалий была изучена эволюция гидрогеологических условий территории исследования. Анализ геотектонического развития района и гидрогеохимические данные позволяют предположить, что между эпохами тектонической активизации и обогащением подземных вод бромом существует определенная связь.

Ключевые слова: бром, подземные воды, тектоническая активизация, глубинные разломы, геотектоника, Днепро-Донецкая впадина.

ВВЕДЕНИЕ

В подземных водах Днепро-Донецкой впадины встречаются воды с повышенным содержанием брома. Этот элемент присутствует в 95% проб воды. В работах А. Н. Козина (1960), В. Г. Трачука (1970), М. Г. Валяшко (1976), Г. А. Голевой (1977), С. Р. Крайнова, В. М. Швеца (1980), В. Г. Суярко (2005) и др. исследователей большое внимание уделяется источникам брома в подземных водах, среди которых основными являются галогенные толщи, поровые растворы осадочных отложений, пластовые воды нефтегазовых отложения, а также глубинные флюиды. Формирование химического состава подземных вод, а вместе с ним и брома, происходит на протяжении всей геологической истории развития территории. В периоды тектонической активизации зоны глубинных разломов становятся каналами, по которым осуществляется тепло-массоперенос, что ведет к изменению химического, газового состава, температурного режима подземных вод и обогащению их различными компонентами. В связи с этим изучение условий формирования и локализации брома в подземных водах приобретает не только теоретическое, но важное практическое значение. Оно позволит прогнозировать месторождения лечебных и промышленных бромных вод, зон активных глубинных разломов, поиск скоплений углеводородов и гидротермальной минерализации. Поэтому при рассмотрении закономерностей накопления брома в подземных водах необходимо учитывать геологическую историю развития территории.

Целью данной работы является попытка установить связь между геотектоническим развитием юго-восточной части Днепро-Донецкой впадины и накоплением брома в подземных водах. При этом объектом исследования были подземные воды, а предметом исследования – гидрогеохимические особенности подземных вод и геологическая история развития изучаемой территории.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В основу работы была положена методика гидрогеохимических поисков, которая учитывает сложное геологическое и гидрогеологическое строение, а также гидрогеохимическую обстановку территории исследования.

Основой для работы послужили материалы геологических, гидрогеологических, гидрогеохимических исследований, собранные в производственных и научных организациях (УкрНИИГаз, Донбасгеология) и материалы полученные автором при выполнении научно-исследовательской работы на кафедре гидрогеологии ХНУ им. В. Н. Каразина.

Для решения поставленных задач был выполнен сбор, систематизация и обобщение данных по геологии, гидрогеологии и гидрогеохимии юго-восточной части Днепро-Донецкой впадины. Отбор проб воды производился из скважин, колодцев и родников. Из экспериментальных скважин вода отбиралась во время откачки, из разведочных скважин на газ и нефть – глубинным пробоотборником. Исследования химического состава проводилось коллометрическим, объемным и весовым методами.

В работе использовалась классификация химического состава подземных вод С. А. Щукарева. Для хранения и обработки собранных материалов применялись средства пакетов Excel, Access. Обработка картографического материала выполнялась в среде пакета CorelDRAW.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Район исследования расположен в северной прибортовой зоне юго-восточной части Днепро-Донецкой впадины (рис. 1).

В геологическом строении территории выделяют кайнозойский, мезозойский и палеозойский структурно-стратиграфические этапы, которые отличаются степенью дислоцированности (увеличивающейся сверху вниз), степенью метаморфизма, наличием перерыва в основании и обусловлены проявлением главных тектонических фаз [4].

Характерной особенностью территории является развитие солянокупольных структур, между которыми сформировались синклинальные прогибы, заполненные осадочными образованиями. Водовмещающие породы представлены песками, песчаниками, алевролитами, трещиноватыми известняками, а водопроницаемые породы – глинами, аргиллитами, каменной солью и карбонатными породами. Наличие региональных водоупоров определило формирование инфильтрационной, элизионной и термогидродинамической систем в юго-восточной части Днепро-Донецкой впадины [18, 20].

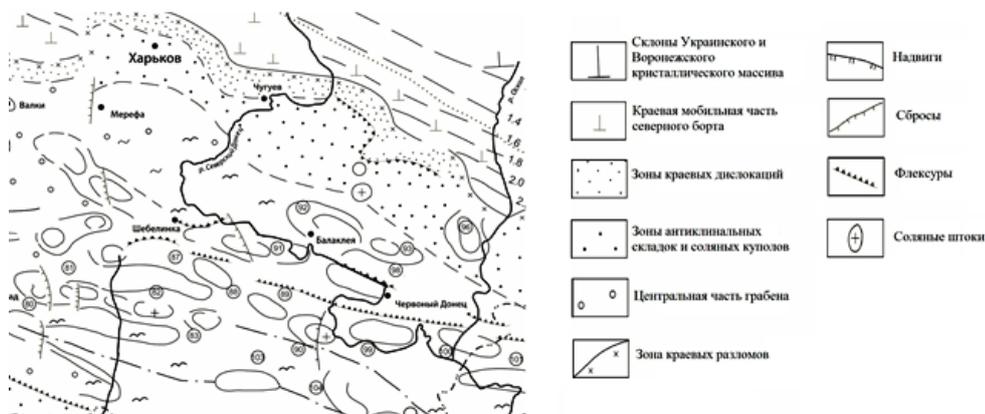


Рис. 1. Тектоническая схема района исследования

Согласно работам Красинцевой В. В. (1968), Вовка К. Н., Николаенко Т. С. (1976), Шелеповой Р. И. (1968), Коросташовец И. П. (1972), Швая Л.П. (1973), Варавы К. Н., Негоды Г. Н. (1977), Суярко В. Г. (2005) и др. исследователей началом истории гидрогеологического развития Днепроовско-Донецкой впадин можно считать позднедевонскую эпоху. К этому времени сформированные терригенные и карбонатно-терригенные осадки, перекрывающие кору выветривания кристаллического фундамента, являлись своеобразными коллекторами для водоносных горизонтов и комплексов, которые сформируются в будущие геологические эпохи.

После бретонской фазы герцинского орогенеза на протяжении длительного времени от раннего карбона до ранней перми вся территория Доно-Днепровского прогиба, согласно исследованиям [8, 10, 15] испытывала устойчивое и умеренное прогибание. В результате морской трансгрессии накапливается огромная толща терригенно-карбонатных пород. По данным [23] отложения карбона почти на 50% сложены глинами, в результате чего в процессе диагенеза осадков формируются горизонты седиментогенных вод [20]. В этих условиях источником брома могли являться поровые растворы седиментационных толщ.

Территория юго-восточной части Днепроовско-Донецкой впадины испытывала прогибания до конца позднего карбона, а в раннепермский период происходит ее интенсивное воздымание. Восходящие колебательные движения сопровождалась субширотной складчатостью и блоковыми тектоническими движениями, в результате чего были сформированы основные черты структурного плана [3, 10, 21]. Активизировавшиеся глубинные разломы, по-видимому, играли роль каналов, по которым поступали гидротермальные растворы. Разгрузка этих растворов, обогащенных различными элементами, в том числе и бромом, происходила в мелководный морской бассейн.

В никитовское и славянское время общее поднятие территории приводит к изоляции и сокращению акватории бассейна в условиях прекращения доступа морской воды. В краматорское время, начавшийся процесс складкообразования и рост Донецкого складчатого сооружения еще больше обособляет территорию исследования, что приводит к накоплению во впадине мощной толщи каменной соли [4, 20, 21]. По мнению В. Г. Суярко и др. исследователей одним из факторов накопления соленосных отложений может быть разгрузка в морской бассейн термальных хлоридно-натриевых растворов [20].

Восходящие движения способствовали росту ранее сформированных структур и образованию новых купольных поднятий. Межкупольные прогибы становятся областями осадконакопления, где при диагенезе осадков формируются седиментационные хлоридно-натриевые воды с минерализацией до 320-340 г/дм³.

Поступление брома в подземные воды происходило за счет выщелачивания его из солеродных отложений, где он содержится в качестве изоморфной примеси к хлору [4]. Увеличение концентрации брома в исходной рапе, возможно, повышалась и благодаря поступавшим в обособленный морской бассейн гидротермальным растворам.

Заальская фаза герцинского тектогенеза завершилась формированием куполовидных структур в различной степени осложненных соляной тектоникой. К этому времени были сформированы Петровское, Мечебиловское, Красноо-скольское и др. поднятия [2, 4, 5, 20].

Активизировавшаяся магматическая деятельность привела к интенсивному дроблению всей палеозойской толщи пород и рождению многочисленных разрывных нарушений, а также активизации раннеесформированных краевых разломов. Краевые разломы грабена играли основную роль в распределении мощности нижнепермских отложений, и значительно меньшая роль принадлежала поперечным разломам [8, 10, 20, 22].

Геологическая деятельность разрывных нарушений обусловила появление множества различных по глубине, ширине и протяженности каналов фильтрации водных растворов, в том числе и постмагматических [6, 16, 20]. Созданная благоприятная среда (повышенная щелочность, высокие температуры и насыщенность газами) способствовала миграции многих химических элементов, в том числе и брома, как в виде простых ионов (Br^{2-}), так и в виде комплексных соединений (BrCl^{2-}).

Завершающая пфальцская фаза герцинского (вариссийского) тектогенеза вызвала резкие изменения в условиях осадконакопления и привела к окончательному формированию Днепровско-Донецкой впадины как мегоструктуры [5, 17, 22]. В межкупольных прогибах образуются бассейны седиментационных хлоридно-сульфатно-кальциевых-натриевых вод [16]. Т.к. эти воды частично унаследовали состав от палеозойского моря, то этим, по-видимому, можно объяснить повышенное содержания в них брома. На антиклинальных

структурах трещинные и трещинно-жильные воды обогащаются глубинных растворами, приносящимися по разломам. Поэтому, насыщенность подземных вод палеозоя бромом, возможно, является результатом взаимодействия гидротермальных растворов с элизионной и инфильтрационной системами (см. табл. 1).

Таблица 1

Концентрация брома на антиклинальных структурах юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины

Название структуры	Интервал опробования, м	Возраст водоносных комплексов	Концентрация Br, мг/дм ³
Балаклеяская структура	1891-2110	P ₁	61,6-147,2
	2210-2761	C ₃ ³	107,7-363,2
Шебелинская структура	2274-2450	P ₁	114,4-592,3
	2371-2563	C ₃ ³	74,4-314,9
Червонодонецкая структура	1951-2052	P ₁	114,0-491,2
	2360-2424	C ₃ ³	128,8-190,1
Спиваковская структура	750-1375	P ₁	272,2-487,2
	1114-1495	C ₃ ³	51,2-508,8

На границе пермского и триасового времени в результате прогибания впадины произошло накопление красноцветных континентальных образований, которые сформировались, по-видимому, за счет речных водных потоков, поступавших с эродируемых структур Украинского кристаллического щита [5, 16]. Осадконакопление происходит в условиях гумидного климата, что в свою очередь привело к наличию в породах гумуса и формированию кислых гидрокарбонатных воды с pH 5-6 [20]. В сложившихся условиях, возможно, накопление брома в подземных водах происходило за счет рассеянного органического вещества горных породах. В то же время концентрация элемента могла уменьшаться вследствие континентального стока [7].

На куполовидных поднятиях (Мечебилловское, Краснооскольское и др.) формируются трещинные воды гидрокарбонатного состава. В подземных водах приподнятых участков бром или отсутствует, или его содержание очень мало. В тоже время в пониженных участках формируются гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатные, сульфатно-хлоридные и даже хлоридно-натриевые воды (см. табл. 2) [4, 20, 24].

Таблица 2

Химический состав вод триасовых отложений

№ водопункта	Cl	HCO ₃	SO ₄	Na	Ca	Mg	Br, мг/дм ³	pH	Минерализация, г/дм ³
	% - экв.								
Скв. 563	53,7	17,8	28,5	36,3	36,2	27,5	0,1	6,6	2,0
Скв. 557	11,3	40,1	48,6	36,4	44,5	19,1	0,23	6,9	0,9
Скв. 614	35,0	29,4	35,6	36,0	39,0	25,0	0,1	7,5	1,1
Скв. 631	12,6	52,8	34,6	28,9	30,0	41,1	0,1	6,7	1,1
Скв. 644	31,8	30,2	38,0	63,5	24,3	12,2	0,1	6,7	0,9
Кол. 353	25,3	17,1	57,6	15,3	67,0	17,7	0,96	6,8	2,6
Кол. 361	6,38	24,1	69,5	44,3	36,9	18,8	0,42	7,2	2,1

В это время на территории исследований наблюдается тектоническая стабильность, вследствие чего гидротермальная деятельность слабо выражена [4, 9, 19, 20].

Общее поднятие, которое наметилось к концу триаса, вызвало полную регрессию моря на территории исследования и сменилось в начале юры новым погружением. В раннеюрское время благодаря активизации тектонических движений (древнекиммерийская фаза тектогенеза) происходит интенсификация герцинских структур и зарождение новых (Спиваковская, Каменская, Святогорская и др.) [4, 14, 16].

Очаги подводной вулканической деятельности, по-видимому, располагались в местах пересечения разломов продольного и поперечного простирания. Вулканизм сопровождался выносом железосодержащих растворов, образовавшие прослой бурых железняков [4, 8, 11, 12].

К концу оксфорда трансгрессия достигла своего максимума и осадконакопление происходит в условиях нормальной солености моря [4, 9].

Начиная с позднеюрского времени, восточная часть Днепровско-Донецкой впадины испытывает устойчивое воздымание, в результате которого некоторые структуры (Краснооскольская, Славянская и др.) вышли из-под уровня моря, а вокруг других (Беяевская, Мироновская) возникли отмели. К концу поздней юры новокиммерийская фаза складчатости проявилась в интенсификации ряда структур (Краснооскольской, Шебелинской, Беяевской и др.) [2, 4, 12].

В этих условиях инфильтрационные воды гидрокарбонатного и сульфатного состава замещают седиментационные хлоридные воды [4, 16, 23]. Интен-

сивное опреснение юрских, триасовых, пермских и даже каменноугольных и девонских подземных вод происходит на отдельных антиклинальных структурах, где формировались местные области питания [4, 16, 20]. В то же время глубинные разломы, которые, видимо, реагировали на восходящие движения, создавали благоприятные условия для подтока глубинных вод хлоридно-натриевого состава. Эти глубинные воды насыщены газами эндогенного происхождения и различными микроэлементами, в том числе и бромом, который, скорее всего, находился в виде комплексных соединений (BrCl^2 , IBr и др.) и в летучей форме (Br^+) [3, 16, 20].

Меловой период начинается с мощной сеноманской трансгрессии. Море покрывает всю территорию исследования, седиментационные воды вытесняют инфильтрационные, что приводит к накоплению в них хлора, натрия, сульфатов и как следствие повышение минерализации [4, 13, 20].

Мощная ларамийская фаза альпийского тектогенеза на рубеже позднего мела и палеогена привела к дислоцированности верхнемеловых отложений, при этом смещения по разрывным нарушениям достигали 200-300 м [11, 20]. Гидротермальные растворы, обогащенные хлором, бромом, йодом, литием, ртутью, рубидием, цезием, йодом, полиметаллами подпитывали подземные воды меловых отложений, формируя гидрогеохимические аномалии [11, 16, 17].

На палеоцен-эоценовом этапе развития пригибание юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины было незначительным. В конце эоцена континентальный режим сменяется морским и интенсифицируется рост почти всех глубинных структур [8, 9, 21].

Альпийские движения меньшей интенсивности, происходящие после олигоцена (савская фаза) привели к образованию небольших складок в отложениях палеогена, а также разрывных нарушений, амплитуда которых в некоторых случаях достигала 50 м. Эти движения создают благоприятные условия для восходящей разгрузки глубинных вод, в состав которых входят летучие элементы. Таким образом, происходит обогащение подземных вод палеогенового, неогенового и четвертичного возраста бромом, йодом, фтором, хлором и др. элементами. [5, 20, 22].

В берекское время в ходе регрессии моря на территории исследования устанавливается континентальный режим, продолжающийся и в настоящее время. Это время сопоставляется с началом неотектонического этапа развития всей Днепровско-Донецкой впадины и временем формирования современного рельефа.

Континентальное развитие в течение неогенового и четвертичного периодов привело к замещению седиментационных вод кайнозойских, мезозойских и части палеозойских отложений инфильтрационными водами [20]. В результате сформировались гидрокарбонатные и гидрокарбонатно-сульфатные воды с невысоким содержанием брома (см. табл. 3).

Таблица 3

Химический состав вод неогеновых и четвертичных отложений

№ водо-пункта	Cl %-экв.	HCO ₃	SO ₄	Na	Ca	Mg	Br, мг/дм ³	pH	Минерализация, г/дм ³
Воды неогеновых отложений									
Скв. 35	17,4	68,9	13,7	42,7	29,4	27,9	0,1	7,1	0,5
Скв. 44	21,3	36,9	41,8	15,8	47,3	36,9	0,1	7,0	1,1
Скв. 123	13,6	70,0	16,4	72,2	15,1	12,7	0,5	7,1	0,7
Скв. 69	3,7	82,9	13,5	29,8	50,6	19,7	0,1	8	0,6
Скв. 72	5,24	62,7	31,1	14,5	65,8	19,7	0,5	6,4	1,0
Воды четвертичных отложений									
Кол. 41	7,9	55,1	37,0	17,1	55,3	27,7	0,3	7,8	0,9
Кол. 8	10,9	81,1	8,0	7,7	55,4	36,8	0,2	7,1	0,3
Кол. 26	11,8	75,8	12,4	11,0	59,6	29,4	0,1	7,3	0,4
Кол. 70	5,9	89,1	5,0	9,44	32,9	57,6	0,1	7,1	0,6

Современная тектоническая активизация юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины выражается в росте антиклиналей и куполов со скоростью 2-5 мм/год (см. рис. 2), в повышенной напряженности геотермического поля (на глубинах около 100 м температура подземных вод достигает 15-21⁰C), а также в гидрогеохимических инверсиях, аномалиях глубинных элементов и их соединений и др. Эти процессы и явления способствуют поступления брома в разновозрастные водоносные горизонты и комплексы.

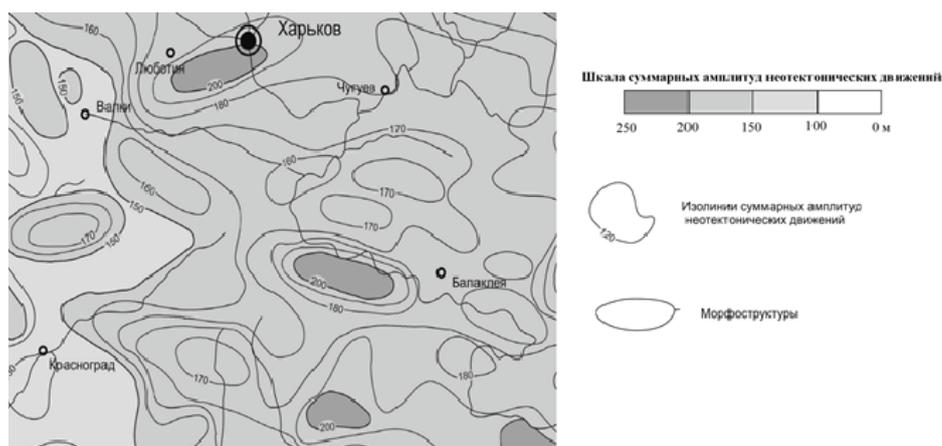


Рис. 2. Карта-схема суммарных амплитуд неотектонических движений территории исследования [1]

ВЫВОДЫ

На протяжении всей истории геологического развития юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины происходит формирование химического состава подземных вод. За длительное время эволюции Днепровско-Донецкого артезианского бассейна произошла смена нескольких гидрогеологических циклов. Смена элизионных и инфильтрационных гидрогеологических этапов сопровождалась тектоно-магматическими активизациями. Тектоническая активность выражалась в зарождении новых локальных структур и интенсификации раннесформированных, активизации глубинных разломов, а также проявлении гидротермальных процессов. В результате тектонические нарушения становились своеобразными каналами, по которым осуществлялся водообмен не только между отдельными водоносными горизонтами и комплексами, но и между различными геогидродинамическими системами. Взаимодействие седиментогенных, инфильтрогенных и глубинных вод на протяжении геологической истории развития района привело к образованию гидрогеохимических аномалий брома в подземных водах юго-восточной части Днепровско-Донецкого артезианского бассейна.

Список использованной литературы

1. Атлас геологического строения и нефтегазоносности Днепровско-Донецкой впадины [Карты]. – К.: Мингео УССР, 1984. – 187с.
2. Баранов И. Г. Формирование структур Днепровско-Донецкой впадины и их нефтегазоносность [Текст] / Иван Георгиевич Баранов. – М.: Недра, 1965. – 234 с.
3. Безрук К. О. Геохімія ртуті у підземних водах геологічних структур Донецької складчастої споруди [Текст] / К. О. Безрук, Г. В. Лисиченко, В. Г. Суярко. – Киев: Видавництво НАН України, 2013. – 130 с.
4. Бут Ю. С. Малые артезианские бассейны Северо-Западного Донбасса [Текст] / Ю. С. Бут, И. К. Решетов, Н. И. Дробноход. – К.: Наук. думка, 1987. – 200с.
5. Варава К. Н. Формирование подземных вод Днепровско-Донецкого бассейна [Текст] / К. Н. Варава, И. Ф. Вовк, Г. Н. Негода. – К.: Наук. думка, 1977. – 160 с.
6. Височанський І. В. Про гідродинамічні особливості південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / І. В. Височанський, Р. Г. Гірич, А. О. Ігнатенко, І. М. Шевченко // Геологія і геохімія горючих ископаємих. – 1970. – Вип. 24. – С. 32-37.
7. Вовк І. Ф. Закономерности распределения и накопления йода и брома в подземных водах нижних гидродинамических зон Днепровско-Донецкой впадины [Текст] / И. Ф. Вовк, Т. С. Николаенко // Геохимия – 1976, № 3. – С. 413-421.
8. Гавриш В. К. Глубинные разломы. Геотектоническое развитие и нефтегазоносность рифтогенов [Текст] / Владимир Константинович Гавриш. – К.: Наук. думка, 1974. – 158 с.
9. Геологическое строение и газонефтеносность Днепровско-Донецкой впадины и северо-западных окраин Донецкого бассейна / Д. Е. Айзенберг, Н. Ф. Балуховский, Н. Е. Бражникова [и др.]; под ред. В. Г. Бондарчука; Институт геологических наук АН УССР. – Киев: Видавництво АН УРСР, 1954. – 822 с.
10. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие [Текст] / В. К. Гавриш, Г. Д. Забелло, Л. И. Рябчук [и др.]; под ред. В. К. Гавриша. – К.: Наук. думка, 1989. – 208 с.
11. Гойжевский А. А. Тектоно-магматическая активизация регионов Украины [Текст] / А. А. Гойжевский, В. В. Науменко, В. И. Скаржинский. – К.: Наук. думка, 1977. – 120с.
12. Дерябин Н. И. Геодинамическое развитие структур Украины [Текст] / Н. И. Дерябин // Доповіді НАН України. – 2007. – №10. – С. 102-106.
13. Иванников А. В. Геологическая история Украины в меловое время [Текст] / Алексей Васильевич Иванников. – К.: НАН Украины, 2005. – 46 с.

14. *Конашов В. Г.* Мезозойский этап тектогенеза в Донецком бассейне [Текст] / В. Г. Конашов // Геологический журнал. – 1983. – Том 43. – № 3. – С. 96-101.
15. *Коросташовець І. П., Місяць І. О.* Палеогідрогеологічні умови девонських відкладів Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / І. П. Коросташовець, І. О. Місяць // Геологічний журнал. – 1972. – Т. 32. № 6. С. 104-110.
16. Методические рекомендации по применению гидрогеохимического метода поисков скрытого оруденения в Донбассе и Днепровско-Донецкой впадине [Текст] / В. Г. Суярко. – Симферополь: ИМП МГ УССР, 1985. – 92 с.
17. *Скаржинский В. И.* Эндогенная металлогения Донецкого бассейна [Текст] / Всеволод Игоревич Скаржинский. – К.: Наук. думка, 1973. – 203с.
18. *Стадніченко С. М.* Гідрогеохімічні особливості підземних вод верхнькаменовугільно-нижньопермського водоносного комплексу в межах південно-східної частини Дніпровсько-Донецької западини [Текст] / С. М. Стадніченко, Н. П. Сюзар // Геологічні науки. – 2014. – №5. С. 42-48.
19. *Суярко А. В.* Роль структурно-тектонического фактора в формировании химического состава подземных вод Донбасса [Текст] / А. В. Суярко, В. Г. Суярко // Проблемы региональной гидрогеохимии. – Л.: Изд-во геогр. об-ва СССР, 1979. – С. 108-109.
20. *Суярко В. Г.* Геохимия подземных вод восточной части Днепровско-Донецкого авлакогена [Текст] / Василий Григорьевич Суярко. – Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2006. – 225 с.
21. Тектоника и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины [Текст] / Г. Н. Доленко, С. А. Варичев, И. В. Высочанский [и др.]; под ред. Г. Н. Доленко. – К.: Наук. думка, 1981. – 228 с.
22. *Чирвинская М. В.* Глубинная структура Днепровско-Донецкого авлакогена по геофизическим данным [Текст] / М. В. Чирвинская, В. Б. Соллогуб. – К.: Наук. думка, 1980. – 178 с.
23. *Швай Л. П.* Подземные воды Днепровско-Донецкой впадины в связи с нефтегазоносностью [Текст] / Леонид Павлович Швай. – М.: Недра, 1973. – 104 с.
24. *Шелепова Р. И.* Распределение микрокомпонентов в глубинных водах нефтегазоносных районов Днепровско-Донецкой впадины [Текст] / Р. И. Шелепова // Геология и геохимия горючих ископаемых. – 1968. – Вып. 17. – С. 40-44.

References

1. Atlas geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnosti Dneprovsko-Donetskoy vpadiny (1984), [Atlas of the geological structure and oil and gas potential of the Dnieper-Donets Basin], Kiev: Mingeo USSR, 187 p.
2. Baranov, I. G. (1965), *Formirovanie struktur Dneprovsko-Donetskoy vpadiny i ikh neftegazonosnost* [Formation of the structures of the Dnieper-Donets Depression and their petroleum potential], Moskva: Nedra, 234 p.
3. Bezruk, K. O., Lisichenko, G. V., Suyarko, V. G. (2013), *Heokhimiya rtuti u pidzemnykh vodakh heolohichnykh struktur Donets'koy skladchastoyi sporudy* [Geochemistry of mercury in groundwater geological structures Donetsk folded structure], Kiev: NAN Ukraina, 132 p.
4. But, Y. S., Reshetov I.K., Drobnohod N.I. (1987), *Malye artezijskie bassejny Severo-Zapadnogo Donbassa* [Small artesian basins of the North-Western Donbass], Kiev: Naukova dumka, 200 p.
5. Varava, K.N., Vovk, I. F., Negoda, G. N. (1977), *Formirovanie podzemnykh vod Dneprovsko-Donetskogo bassejna* [Formation of underground waters of the Dnieper-Donets Basin], Kiev: Naukova dumka, 160 p.
6. Visochanskiy, I.V., Girich, R.G., Ignatenko, A.O., Shevchenko, I.M. Pro hidrodinamichni osoblyvosti pviddenno-skhidnoyi chastyny Dniprovsko-Donets'koyi zapadyny (1970), [About gidrodinamichni osoblyvosti pviddenno-skhidnoyi Chastainy Dniprovsko-Donetskoïi depressions], *Geologiya i geokhimiya goryuchih iskopaemyih*, vol. 24, pp. 32-37
7. Vovk, I. F., Nikolaenko, T. S. (1976), *Zakonomernosti raspredeleniya i nakopleniya yoda i broma v podzemnykh vodakh nizhnikh gidrodinamicheskikh zon Dneprovsko-Donetskoy vpadiny* [Patterns of distribution and accumulation of iodine and bromine in the groundwater of the lower hydrodynamic areas of the Dnieper-Donets Depression], *Geokhimiya*, No.3, pp. 413-421.
8. Gavrish, V.K. (1974), *Glubinnye razlomy. Geotektonicheskoe razvitie i neftegazonosnost riftogenov* [Deep faults. Geotectonic the development of and oil and gas rift]. Kiev: Naukova dumka, 158 p.
9. Ayzenberg, D.E., Berchenko, O.I., Brazhnikova, N.E. (1954), *Geologicheskoe stroenie i gazoneftenosnost Dneprovsko-Donetskoy vpadiny i severo-zapadnykh okrain Donetskogo bassejna* [The geological structure of gas and oil presence and the Dnieper-Donets Basin and the northwestern outskirts of Donets Basin], Kiev: Izvo AN USSR, 822 p.

10. Gavrish, V.K., Zabello, G.D., Ryabchun, L.I. (1989), *Geologiya i neftegazonosnost Dneprovsko-Donetskoj vpadiny. Glubinnoe stroenie i geotektonicheskoe razvitie* [Geology and petroleum potential of the Dnieper-Donets Depression. Deep structure and geotectonic development], Kiev: Naukova dumka, 208 p.
11. Goyzhevskiy, A.A., Naumenko, V.V., Skarzhinskiy, V.I. (1977), *Tektono-magmaticheskaya aktivizatsiya regionov Ukrainy* [Tectonic-magmatic activation of regions of Ukraine], Kiev: Naukova dumka, 120 p.
12. Deryabin, N.I. (2007), Geodinamicheskoe razvitie struktur Ukrainy [Geodynamic development of structures in Ukraine], *Dopovidi Natsionalnoyi akademiyi nauk Ukrainy*, No.10, pp. 102-106.
13. Ivannikov, A.V. (2005), *Geologicheskaya istoriya Ukrainy v melovoe vremya* [The geological history of Ukraine in the Cretaceous]. Kiev: Natsionalnaya Akademiya Nauk Ukrainy, 46 p.
14. Konashov, V.G. (1983), Mezozoyskiy etap tektogeneza v Donetskom bassejne [Mesozoic orogeny phase in the Donets Basin], *Geologicheskij zhurnal*, vol. 43, No. 3, pp. 96-101.
15. Korostashovets', I.P., Misyats', I.O. (1972), Paleohidroheolohichni umovy devons'kykh vidkladiv Dniprovs'ko-Donets'koyi zapadyny [Paleohydroheolohichni conditions Devonian sediments of the Dnieper-Donets depression]. *Heolohichnyy zhurnal*, vol. 32, No. 6, pp.104-110.
16. Sujarko, V. (1985), *Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu gidrogeokhimicheskogo metoda poiskov skrytogo orudneniya v Donbasse i Dneprovsko-Donetskoj vpadine* [Guidelines on the Application of hydrogeochemical methods to search for concealed mineralization in the Donets Basin and the Dnieper-Donets Basin], Simferopol: IMR MG USSR, 92 p.
17. Skarzhinskiy, V.I. (1973), *Endogennaya metallogeniya Donetskogo bassejna* [Endogenous metallogeny Donets Basin], Kiev: Naukova dumka, 203p.
18. Stadnichenko, S.M., Syumar N.P. (2014), Hidroheokhimichni osoblyvosti pidzemnykh vod verkh'n'kamenovuhil'no-nyzhn'operms'koho vodonosnoho kompleksu v mezhakh pivdenno-skhidnoyi chastyny Dniprovs'ko-Donets'koyi zapadyny [Gidrogeokhimichni osoblyvosti pidzemnykh verhn'kamenovuhil'no water-bearing complex of Lower permian in furrows pivdenno-skhidnoi Chastain Dneprovsko-Donetskoj depression]. *Heolohichni nauky*, No. 5, pp. 42-48.
19. Suyarko, A.V., Suyarko, V.G. (1979), Rol strukturno-tektonicheskogo faktora v formirovanii khimicheskogo sostava podzemnykh vod Donbassa [The role of the structural-tectonic factor in the formation of the chemical composition of groundwater Donbass], *Problemy regionalnoy gidrogeohimii*. Leningrad: geogr. ob-va SSSR, pp. 108-109.
20. Sujarko, V. (2006), *Geokhimiya podzemnykh vod vostochnoy chasti Dneprovsko-Donetskogo avlakogena* [Geochemistry of groundwater eastern Dnieper-Donets aulacogene], Kharkov: KhNU imeni V.N. Karazina, 225 p.
21. Dolenko, G.N., Varichev, S.A., Vyisochanskiy, I.V., Galayuuda, N.I., Kravets, V.V., Lyashkevich, Z.M., Suhorskiy, R.F. (1981), *Tektonika i neftegazonosnost Dneprovsko-Donetskoj vpadiny* [Tectonics and petroleum potential of the Dnieper-Donets Depression], Kiev: Naukova dumka, 228 p.
22. Chirvinskaya, M.V., Sollogub, V.B. (1980), *Glubinnaya struktura Dneprovsko-Donetskogo avlakogena po geofizicheskim dannym* [Deep structure of the Dnieper-Donets aulacogene from geophysical data], Kiev: Naukova dumka, 178 p.
23. Shvay, L.P. (1973), *Podzemnye vody Dneprovsko-Donetskoj vpadiny v svyazi s neftegazonosnostyu* [Groundwater in the Dnieper-Donets depression in connection with a petrogas presence], Moskva: Nedra, 104 p.
24. Shelepova, R. I. (1968), Raspredelenie mikrokomponentov v glubinykh vodakh neftegazonosnykh rayonov Dneprovsko-Donetskoj vpadiny [The distribution of microcomponents in deep waters oil and gas regions of the Dnieper-Donets Depression], *Geologiya i geokhimiya goryuchih iskopaemykh*, vol. 17, pp. 40-44.

Поступила 04.12.2015

О. В. Гаврилюк, здобувач кафедри гідрогеології
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
пл. Свободи, 4, Харків, 61022, Україна
gavrilyk.o.v@mail.ru

ПАЛЕОГІДРОГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАКОПИЧЕННЯ БРОМА У ПІВДЕННО-СХІДНІЙ ЧАСТИНІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Резюме

У південно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини зустрічаються підземні води з підвищеним вмістом бромю. Для визначення закономірностей і умов формування цих гідрогеохімічних аномалій була вивчена еволюція гідрогеологічних умов території дослідження. Аналіз тектонічного розвитку району та гідрогеохімічні данні дозволяють припустити, що між епохами тектонічної активізації і збагаченням підземних вод бромом існує певний зв'язок.

Ключові слова: бром, підземні води, тектонічна активізація, глибинні розломи, неотектоніка, Дніпровсько-Донецька западина.

O. V. Gavrilyuk,
Competitor of the Department of Hydrogeology
Kharkiv V. N. Karazin National University
Svobody Sq., 4, Kharkov, 61022, Ukraine
gavrilyk.o.v@mail.ru

PALEOGIDROGEOHIMICHESKIE FEATURES OF ACCUMULATION OF BROMINE IN SOUTHEASTERN DNIEPER-DONETSK BASIN

Abstract

Purpose. An attempt to establish a link between geotectonic development of the southeastern part of the Dnieper-Donets Basin and the accumulation of bromine in groundwater. The study involved the groundwater, and the subject of study – hydrogeochemical features of underground waters and the history of geological development of the territory.

Data & Methods. The basis of the work was based on the technique of hydrogeochemical prospecting. The material appeared geological and hydrogeological data of the study area.

Results. Formation of the chemical composition of groundwater occurs throughout the entire geological history of the area. In periods of tectonic activity zone of deep faults become a kind of channels, through which the water exchange between the different geogidrodinamic systems. The result of this interaction was the formation of hydrogeochemical anomalies of bromine. Thus, we can assume that there is a connection between the epochs of tectonic activity and of bromine in groundwaters.

Keywords: Bromine, underground water, tectonic activation, deep faults, Geotectonics, the Dnieper-Donetsk basin.