

Литература

1. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. В 6 кн. – М.: Экология, 1997. – Кн.6: Редкие f-элементы. – 607 с.
2. Спиридонов А.М. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. / А.М. Спиридонов, Л.Д. Зорина, Н.А. Китаев – Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2006. – С. 108-129.
3. Эпова Е.С. Криогеохимия зоны окисления сульфидного месторождения Удокан (Восточное Забайкалье) // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: www.science-education.ru/111-10745 (дата обращения 14.08.2015).
4. Эпова, Е.С. Геоэкологические аспекты поведения химических элементов в условиях криогенной зоны окисления на примере Удоканского месторождения (Восточное Забайкалье): дисс. ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36. / Эпова Екатерина Сергеевна. – Томск, 2014. – 129 с.
5. Юргенсон Г.А. Геологические исследования и горно-промышленный комплекс Забайкалья: История, современное состояние, проблемы, перспективы развития. / Г.А. Юргенсон, В.С. Четкин, В.М. Асосков и др. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1999. – С. 285-287.

ЙОД В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. Янковский

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия,
E-mail: yankovskiyvv@tpu.ru*

Аннотация. В мировой практике основным сырьем для получения йода являются подземные воды. В современных геополитических условиях значительная часть традиционных мест добычи йода оказалась за пределами Российской Федерации. Поскольку йод по своему генезису является биогенным, то он в большой мере входит в ассоциацию с нефтью и нефтяными водами. В силу этого пластовые воды нефтяных месторождений Западной Сибири приобретают ведущее значение как минерально-сырьевая база по добыче йода.

Abstract. The general material of iodine is underground waters. In the modern geopolitical conditions, the main part of usual iodine production deposits is located abroad of the Russian Federation. As iodine has biogenic genesis, it is associated with oil and petroleum water. In the result, fossil waters of oil deposits get the value of mineral raw material base for the iodine production in the West Siberia.

Поступление его в воды начинается с первых моментов захоронения и метаморфизации осадков, обогащенных органическим веществом [4]. В максимальной степени воды насыщены йодом в прибрежных районах морей, где органического вещества много.

Накопление йода в подземных водах связано и с литофациальными особенностями вмещающих пород. Рядом исследователей выполнены определения концентраций йода в различных типах пород. Большие вариации его содержания установлены в верхних горизонтах как океанической, так и континентальной коры. Высокие концентрации йода в глубоководных морских (30 г/т) и в континентальных (2,5 г/т) карбонатных породах обусловлены накоплением в планктонных и мелководных организмах. В континентальных глинах содержание его ниже (1,8 г/т), чем в глубоководных (3,9 г/т). Отмечается, что при диагенезе йод оказывается более устойчивым, чем углерод. Однако на стадии катагенеза йода теряется значительно больше (от 75 до 95 %), так что его содержания в породах составляют от 12 до 25 мг/т.

В настоящей работе нами рассматриваются особенности распространения йода в подземных водах Томской области (юго-восточная часть Западной Сибири) в пределах переходных элизионных и инфильтрационных гидрогеологических структур и связь его с объектами нефтегазосодержания и нефтегазообразования [3,7].

Йод в подземных водах исследуемого бассейна распространен повсеместно и встречен в количествах от 0, 2 до 48 мг/л [2].

Наиболее высокими концентрациями йода отличаются воды меловых отложений. В самом верхнем апт-альб-сеноманском водоносном комплексе содержание йода изменяется от 0,2 до 19,3 мг/л при среднем 8,6 мг/л. С глубиной его содержание увеличивается, и в неокомском водоносном комплексе отмечаются наиболее высокие концентрации йода для меловых отложений. Его содержание изменяется от 0,13 до 28,4 мг/л, среднее значение которого составляет для западных районов 8,3 мг/л, для восточных – 3,1 мг/л (табл. 1).

В верхнеюрском водоносном комплексе йод встречен в количествах от 0,2 до 30,3 мг/л. Расчетные средние содержания по комплексу по 310 точкам опробования составляют соответственно 4,6 мг/л в западных районах и 3,1 мг/л – в восточных. Наиболее высокие концентрации йода (6-10 мг/л) установлены в западных и центральных частях Томской области и приурочены главным образом к отдельным площадям Нижневартовского, Среднеасяганского, Парабельского сводовых поднятий, Нюрольской и Усть-Тымской впадинам, что связано с наличием в разрезе верхнеюрских отложений продуктивных нефтегазоносных толщ (табл. 1).

Так, на Среднеасяганском сводовом поднятии наиболее высокие его концентрации выявлены в районе Южно-Мыльджиинского газового (18 мг/л) и Верхнесалатского нефтегазового (7,6 мг/л) месторождений.

В Нюрольской впадине участки с высокими концентрациями этого микроэлемента локально приурочены к месторождению Федюшкинскому (площадь Федюшкинская – 11 мг/л) и к площадям в юго-восточной части осадочного бассейна (6–10 мг/л). Подземные воды в восточных районах области значительно обеднены йодом, где его концентрации не превышают 2 мг/л [2].

Таблица 1

Средние значения геохимических показателей подземных вод нефтегазоносных отложений Томской области
(1 – западные, 2 – восточные районы области) [2]

Водоносные комплексы	Районы	Т, °С		М, г/л		I, мг/л		Vг, мг/л		Кол-во точек
		ср. значение	мин.- макс.							
Апт-альб-сеноманский	1	56,0	31–83	15,3	3–26	8,6	2,3–19,3	43,3	2–90	59
	2	38,6	18–84	3,9	2–18	2,3	0,2–8,7	12,5	1–45	15
Неокомский	1	76,0	42–116	19,0	3–48	8,3	0,3–28,0	52,9	4–306	278
	2	72,5	45–100	11,1	2–43	3,1	0,1–9,2	25	1–98	64
Верхнеюрский	1	90,5	71–106	30Л	6–64	4,6	0,3–30,3	71,6	9–178	267
	2	80,9	53–121	24,6	5–49	3,1	0,2–8,8	57,2	12–160	43
Нижне-среднеюрский	1	92,6	79–126	29,2	8–67	4,7	0,5–25,3	69,1	9–167	113
	2	87,9	54–132	31,1	5–80	4,3	0,2–20	72,6	5–258	59
Дююрский	1	104,2	70–140	43,3	15–91	9,5	0,2–38,2	102,9	12–293	186
	2	89,0	55–110	50,8	11–84	3,2	0,2–9,5	116,1	20–284	46

В нижне-среднеюрском водоносном комплексе содержание йода ниже по сравнению с водами меловых и верхнеюрских отложений. По площади изменяется от 0,2

до 25,3 мг/л (среднее содержание составляет 4,7 мг/л). В юго-восточной части исследуемого региона его содержание не превышает 1-4 мг/л. И только в Парбигском районе на площади Крыловской в отложениях тюменской свиты, залегающих непосредственно на доюрском фундаменте, встречены воды с высоким содержанием йода (13 мг/л). Повышенные его концентрации (4–8 мг/л и более) в подземных водах ниже-среднеюрских отложений, так же как и в рассмотренных выше комплексах, тяготеют к западному, центральному и северо-восточному районам Томской области (Каймысовский, Пудинский, Средневасюганский, Пыль-Караминский сводовые поднятия, Нюрольская и Усть-Тымская впадины). Максимальные его концентрации установлены на площадях Калиновой, Широкой и Нижнетабаганской Нюрольской впадин и составляют соответственно 25, 11.3 и 12 мг/л. В высоких концентрациях йод встречен на площадях Верхнесалатской (11.4 мг/л) и Южно-Мыльджинской (12,7 мг/л) Средневасюганского мегавала, на площадях Колпашевской (20 мг/л), Западно-Сильгинской (9.6 мг/л) Парасельского мегавала (табл. 1).

В подземных водах палеозойских образований йод содержится в количествах от 0.2 до 38 мг/л и по территории распределен неравномерно. Среднее его содержание составляет 9.5 мг/л (табл. 1) в западных районах области по сравнению с 3.2 мг/л - в восточных. Сохраняется тенденция его накопления в большом количестве в западной, юго-западной частях Томской области, где йод имеет высокие (6-9 мг/л) (Нюрольская и Усть-Тымская впадины, Средневасюганский, Пудинский и северные площади Парабельского мегавала) и максимальные (более 10 мг/л) концентрации (юго-восточная часть Нюрольского осадочного бассейна). Максимальные его величины содержаний тяготеют к локальным участкам и в большей степени приурочены к газовым месторождениям, чем нефтяным. Так, в пределах восточной части Нюрольской впадины на площадях Нижнетабаганской, Сельвейкинской и Тамбаевской они составляют соответственно 28,2, 37 и 38,1 мг/л. На площадях Южно-Мыльджинской и Верхнесалатской Средневасюганского мегавала – 14,8 и 10,5 мг/л соответственно. На Пудинском мегавале (площадь Верхнекомбарская) содержания йода достигают 36,4 мг/л, тогда как в высокоминерализованных водах восточной части Томской области не превышают 1–2 мг/л. (табл. 1).

Как показали наши исследования, с глубиной концентрации йода в подземных водах увеличиваются неравномерно, и при этом сохраняется большой разброс его величин по всему разрезу. Наиболее часто встречаемые значения йода в водоносных комплексах нижнего гидрогеологического этажа колеблются в диапазонах от 0 до 5; от 5 до 10 и до 15 мг/л. В юрских отложениях реже встречаются воды с концентрацией данного элемента от 10 до 15 и от 15 до 20 мг/л, и достаточно редко, где йод достигает 20–25 мг/л и более. Содержания его в этом диапазоне определены только в водах неокомских отложений и в доюрских образованиях. А самые высокие его концентрации, в диапазоне значений от 25–30 мг/л до 35–40 мг/л, встречены в доюрском водоносном комплексе [2].

Для всех рассмотренных водоносных комплексов благоприятными для накопления йода являются хлоридные натриевые соленые воды и слабые рассолы. С глубиной, по мере увеличения температуры, солёности воды и насыщенности вод углеводородами, отмечается рост концентраций рассматриваемого компонента. Характер взаимосвязи содержания йода с минерализацией подземных вод и с основными компонентами химического состава различен в разных водоносных комплексах и районах, бывает как очень тесный, так и слабый. Так, в меловых и

доюрских водоносных комплексах она выражена наиболее четко, имеет большую крутизну и характерна для подземных вод, где накопление йода происходит интенсивнее и достигает максимальных значений. В подземных водах юрских отложений она (зависимость) с минерализацией выражена слабее, и содержания в них йода зачастую не превышают 10 мг/л, а в доюрских образованиях – 15 мг/л. Хорошая связь наблюдается с содержанием хлор-иона. Сильные положительные корреляционные связи йода отмечены с аммонием. В водах залежей углеводородов юрского и доюрского комплексов хорошие связи устанавливаются с калием, натрием, кальцием, магнием, рубидием. Источники обогащения вод йодом в исследуемом регионе различны. В настоящее время считается установленным тот факт, что в иловых водах современных морей и океанов содержание йода во много раз превышает содержание его в исходной воде [6]. Вследствие этого в процессе осадко накопления захороняются большие массы йода. В итоге, как утверждает А.В. Кудельский, степень йодоносности подземных вод осадочных бассейнов определяется величиной суммарных мощностей осадочных образований. В исследуемом регионе мощность меловых отложений превышает суммарную мощность юрских отложений в несколько раз. Это не могло не сказаться на обогащении вод йодом при диагенезе и раннем эпигенезе. Из пород (особенно глинистых) отжимались вместе с поровой водой большие количества йода, поступающие в песчаные коллекторы [5].

Кроме того, пластовые воды нефтегазоносных отложений с концентрацией йода более 10 мг/л [1] отнесены к категории промышленных. Такие воды наиболее широко развиты в меловых отложениях и только в западных районах Томской области в пределах Каймысовского свода, Средневасюганского мегавала, Нюрольской и Усть-Тымской впадин. В юрских отложениях в промышленных концентрациях йодоносные воды тяготеют к локальным участкам и приурочены к отдельным площадям Средневасюганского свода, восточной части Нюрольской впадины и площади Колпашевской Парабельского мегавала, а в доюрских образованиях встречаются только на площадях Южно-Мыльджинской и Верхнесалатской Средневасюганского мегавала, а также Нижнетабаганской, Сельвейкинской и Тамбаевской Нюрольской впадины. Причем концентрации йода в подземных водах доюрских образований выше, чем в меловых отложениях. Это свидетельствует о целесообразности дальнейшего изучения подземных вод нефтяных месторождений в качестве источника для промышленного извлечения ряда компонентов, в частности йода.

Томская область имеет все предпосылки для формирования, наряду с нефтегазовой, еще одной отрасли ресурсодобывающей промышленности что позволит решить проблему импортозамещения по йоду.

Литература

1. Временные рекомендации по обоснованию запасов попутных вод нефтяных месторождений в качестве минерального сырья. - М., 1987. - 70 с.
2. Иванов В.Г., Силкина Т.Н., Янковский В.В. Распространение йода в подземных водах нефтегазоносных отложений Томской области // Обской вестник. 2001. №1
3. Карцев А.А., Вагин С.Б., Шугрин В.П. Нефтегазовая гидрогеология. М.: Недра, 1992. -208 с.
4. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия. М.: Недра, 1993. 384 с.
5. Кудельский А.В. Гидрогеология, гидрогеохимия йода. - Минск: Наука и техника, 1976. 216 с.
6. Перельман А.И. Геохимия природных вод. - М.: Наука, 1982. 150 с.
7. Muramatsu Yasuyuki, Wedepoht K.Hans The distribution of iodine in the earth's crust // Chem. Geol. 1998. Vol. 147. Ns 3-4. P.201-216.