

УДК 550.42

О.В. Бандуріна, к.т.н., с.н.с.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНАЛИЗ УМІСТУ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПЛАСТОВИХ ВОДАХ КРАСНОКУТСЬКОГО РОДОВИЩА

Проаналізовано вміст мікроелементів йоду, бром у пластових водах Краснокутського родовища. Досліджено поклади родовища з підвищеним умістом іонів йоду та бром. Виявлено зв'язок між підвищеним умістом йоду в підземних водах нафтових родовищ та відповідними термобаричними умовами.

Ключові слова: мікроелемент, йод, бром, пластові води, нафтоносні басейни, термобаричні умови.

УДК 550.42

Е.В. Бандурина, к.т.н., с.н.с.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПЛАСТОВЫХ ВОДАХ КРАСНОКУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Проанализировано содержание микроэлементов йода, брома в пластовых водах Краснокутского месторождения. Исследованы залежи месторождения с повышенным содержанием ионов йода и брома. Выявлена связь между повышенным содержанием йода в подземных водах нефтяных месторождений и соответствующими термобарических условиях.

Ключевые слова: микроэлемент, йод, бром, пластовые воды, нефтеносные бассейны, термобарические условия.

UDC 550.42

O.V. Bandurina, PhD, senior researcher

Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

ANALYSIS CONTENT OF TRACE ELEMENTS IN TABULAR WATERS KRASNOKUTSK FIELD

Analyzed the content of trace elements iodine, bromine tabular waters Krasnokutsk field. Deposits studied field with a high content of iodine and bromine ions. The relation between high iodine content in groundwater and oilfield related thermobaric conditions.

Keywords: trace element, iodine, bromine, tabular water, oil pools, thermobaric conditions.

Вступ. Йод як хімічний елемент являє собою кристалічну речовину темно-сірого кольору. У природі він далеко не найпоширеніший хімічний елемент, якщо мати на увазі чисто кількісний показник: у земній корі його всього лише 0,00001 – 0,00003%. Однак він присутній майже скрізь: у ґрунті, в морській та річковій воді, в клітинах рослин і тварин. Йод у підземних водах нафтоносних басейнів виявлений ще в другій половині ХІХ ст. Пізніше його значні концентрації знайдено у підземних водах

майже всіх нафтових родовищ світу. Проте у водах нафтових родовищ уміст йоду може змінюватись у широких межах.

Промисловими водами називаються природні підземні води, які містять у розчині корисні компоненти чи їх сполуки у кількостях, що забезпечують їх рентабельний видобуток та переробку. З промислових вод витягають йод, бром, кам'яну сіль, соду. Промисловий інтерес становлять води, які мають підвищену концентрацію бору, літію, рубідію, германію, урану, вольфраму та інших речовин. У багатьох державах світу промислові підземні води є основним джерелом одержання йоду. Понад 70% виробництва бромиду забезпечується за рахунок промислових вод [1].

Огляд останніх джерел досліджень. Головні риси геохімії йоду, бромиду вивчив В. Вернадський. Учений з'ясував, що в ендегенних гірських породах, рудах і мінералах йод міститься винятково в розсіяному стані. Чим далі місцевість знаходиться від моря або чим вище вона розташована над його рівнем, тим менше вміст йоду – й у землі, й у воді, й у повітрі. Дослідженням умісту йоду, бромиду у водах родовищ нафти або газу присвячені роботи П.М. Білоніжки [2], Т.К. Будзиновської [3], О.А. Бабкіної [4], Т. Igunnu [5], А. Fakhru-Razia [6] та інших. На думку О.П. Виноградова [7], накопичення йоду в підземних водах родовищ і значний його вміст у них пов'язаний з історією утворення нафти та газу.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Вивчення потенціалу вилучення йоду з пластових вод розпочато на початку ХХ ст. Однак, щоб розпочати промисловий видобуток йоду із вод нафтових чи газових родовищ, необхідно проаналізувати родовища, де вміст йоду є достатнім для промислового видобутку.

Метою роботи є аналіз умісту мікроелементів у пластових водах Краснокутського родовища. Дослідити поклади родовища з підвищеним умістом іонів йоду, бромиду.

Основний матеріал і результати. Мінерали, що містять йод, являють собою індивідуальні або змішані галогеніди. У природі існує безперервний кругообіг йоду. Останній має величезне значення як для біосфери, так і для ноосфери. Роль його в промисловості, медицині зростає з кожним роком. Мінерали йоду легкокорозійні, тому він легко вилуговується з гірських порід, переноситься в моря, де частково нагромаджується у водоростях-ламінаріях [7].

Пластова вода є цінним джерелом мінералів, бромиду, йоду. Пластова вода – підземна вода, що циркулює у пластах гірських порід. У нафтопромисловій геології під пластовою водою розуміють води, що знаходяться в нафтовому пласті (законтурні, підшовні, проміжні). Проведемо дослідження вмісту йоду в пластових водах Краснокутського газоконденсатного родовища.

Більша частина території Полтавщини (північна і центральна) розташована в межах Дніпровсько-Донецької западини. Вона має досить складну геологічну будову [8]. У її складі в межах Полтавщини виділяють південно-західний відносно пологий борт та відділену серією розломів і опущену центральну частину (палеорифт, або Доно-Дніпровський грабен). Межу південно-західного борту й грабена Дніпровсько-Донецької западини проводять по лінії Пирятин – Хорол – Білики, яка приблизно відповідає глибині залягання кристалічного фундаменту – 1500 м. Різні глибини залягання вуглеводнів, а значить різний тиск, температура та інші геологічні умови сприяли утворенню газоконденсатних, газових, нафтових, нафтогазових, газонафтових, нафтогазоконденсатних родовищ. Краснокутське родовище розташоване в північній частині Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну в районі Харківської області у 20 км від м. Краснокутськ (рис.1).



Рис. 1 – Схема розташування Краснокутського газоконденсатного родовища

У розрізі родовища водоносні горизонти розкриті свердловинами у відкладах від четвертинних до нижньокам'яновугільних. Для більш повної гідрогеологічної характеристики родовища наведено дані гідрогеологічних досліджень на Березівській, Колонтаївській структурах, які входять до складу Котелівсько-Березівського валу і належать до єдиного гідрогеологічного району.

У верхній гідрогеологічній зоні основні водоносні горизонти і комплекси приурочені до четвертинних алювіальних відкладів, до пісків і пісковиків полтавської, харківської та бучацької світ неогену й палеогену, до сеноман-нижньокрейдяних відкладів.

Найбільш водозбагачені з них, горизонти бучацької світи й сеноман-нижньокрейдяних відкладів, експлуатуються гідрогеологічними свердловинами. Мінералізація підземних вод цих водоносних комплексів складає 0,7 – 0,9 г/л, склад вод гідрокарбонатний натрієвий. За хімічним складом води хлоридного натрієвого складу з мінералізацією 25 – 60 г/л, відношення $r_{Na/rCl} = 0,79 - 0,86$, уміст бромю – 40 – 80 мг/л, йоду – 1 – 3 мг/л.

Глибше, під товщею строкатокольорових глин (регіонально витриманих водоупором) верхнього тріасу, залягає тріасовий водоносний комплекс, потужність якого досягає 340 м. Він є найбільш висоководозбагаченим і виділяється в інтервалі глибин 2000 – 2275 м.

Водовміщуючі породи представлені пластами різнозернистих пісковиків з вапняками і домішкою гравійного і галечного матеріалу.

Пористість пісковиків змінюється у широких межах від декількох до 17 – 27%, проникність – від одиниць до $1200 \cdot 10^{-15}$ м. Водозбагаченість горизонту висока, дебіти вод досягають 100 – 150 м³/добу, статичні рівні встановлюються на глибинах 100 – 140 м від устя.

Мінералізація підземних вод складає 150 – 161 г/л, води хлоридного натрієвого складу вміщують 10 – 20 мг/л йоду, до 586 мг/л бромю, 5,02 мг/л бору, 61 мг/л амонію, відношення $r_{Na/rCl}$ дорівнює 0,66 – 0,89 (таблиця 1).

Тобто пластові води зі свердловини №1 Краснокутського родовища можна віднести до бромних (уміст бромю не менше 25,0 мг/л), а зі свердловин №№ 9, 55, 36 – до йодобромних (бромю не менше 25,0 мг/л, йоду не менше 5,0 мг/л).

Таблиця 1 – Хімічний склад підземних вод розташування Краснокутського родовища

Номер свердловини	Інтервал випробування, м	Густина, г/см ³	Уміст йоду, мг/л	Уміст бромю, мг/л	$r_{Na/rCl}$
1	1944 – 1960	1,087	відсутній	53	0,87
1	2078 – 2048	1,097	відсутній	45	0,89
9	2612 – 2628	1,157	20	536	0,74
9	3540 – 3559	1,169	9	586	0,7
55	4720 – 4726	1,112	10	57	0,89
36	5514 – 5563	1,061	12	82	0,86

Пермський регіональний водогазоупор представлений у розрізі родовища глинами, а також товщею ангідритів, доломітів, кам'яної солі.

Під цією товщею залягає водоносний комплекс, до якого входять водоносні пласти, приурочені до пластів пісковиків потужністю від 3 – 14 до 30 м. Води являють собою розсоли з мінералізацією 227 – 246 г/л. Хімічний склад вод – хлоридний кальцієво-натрієвий. Температурний інтервал залягання комплексу – 110 – 120 °С.

Найбільші концентрації йоду й бромю приурочені до хлоридно-натрієвих вод підвищеної мінералізації. Йодобромні мінеральні води

тяжінють до зон великих розривних обвалень, що є каналами для глибинних підземних вод [4].

Також йод і бром являють собою продукти єдиного процесу перетворення органіки, що протікає в умовах високих температур і тисків. Далі вуглеводні та супроводжуючі їх глибинні хлоридно-натрієві розчини з йодом і бромом по зонах великих тектонічних порушень переміщуються в більш високі зони земної кори до глибин, на яких літолого-структурні умови сприятливі для утворення скупчень нафти, газу і супроводжуючих їх йодобромних вод. Останні локалізуються в артезіанських басейнах, приурочених до великих тектонічних структур.

На формування підземних вод з високим умістом йоду значно вплинули значна потужність осадових товщ та відповідні термобаричні умови. Установлено, що нижня температурна межа виділення йоду з органо-мінерального комплексу осадових порід і накопичення його в підземних водах становить 35 – 50°C. Однак найінтенсивніше процеси руйнування йодовмісних органічних речовин відбуваються за температур понад 125 – 150 °C [3].

Висновки. Пластова вода є джерелом цінних мікрокомпонентів, а саме йоду та бромю.

Установлено, що пластові води зі свердловини №1 Краснокутського родовища можна віднести до бромних (уміст бромю не менше 25,0 мг/л), а зі свердловин №№ 9, 55, 36 – до йодобромних (бромю не менше 25,0 мг/л, йоду не менше 5,0 мг/л).

Дослідження показали, що води горизонтів Краснокутського родовища можна використовувати для промислового вилучення йоду та бромю, бо вміст йоду перевищує 10 мг/л, уміст бромю – до 586 мг/л.

Після аналізу даних родовища можемо зробити висновок, що підземні води розкритого комплексу Краснокутського родовища у меліоративних цілях не можуть використовуватися через їх високу мінералізацію. Унаслідок низьких температур на поверхні та невитриманої водозбагаченості відкладів вони також не можуть використовуватися у теплоенергетичних цілях. Однак ці пластові води є цінною сировиною для видобутку корисних мікроелементів, що втрачаються.

Література

1. *Гідротерапія та використання мінеральних вод [Електронний ресурс] / О.М. Нікіпелова, І.С. Лемко, Н.В. Драгомирецька, М.О. Бальнео-Гайсак. – Режим доступу: http://www.vafk.com/ukr/l_11.doc.*

2. *Білоніжска, П.М. Йод у підземних водах нафтоносних басейнів як показник органічного походження нафти / П.М. Білоніжска // Вісник Львівського університету. – Вип. 23. – 2009. – С. 121 – 125.*

3. *Будзиновская, Т.К. Тенденции развития йодобромной промышленности / Т.К. Будзиновская, В.П. Гордиенко // Химические технологии и инжиниринг производств неорганических соединений йода, брома и марганца. – 1989. – № 7. – С. 3 – 5.*

4. Бабкина, О.А. Эколого-бальнеологические свойства йодобромных минеральных вод в восточной части Воронежской области / О.А. Бабкина // Вопросы региональной экологии: тез. докл. III Регион. науч.-техн. конф. – Тамбов: Тамбов. гос. ун-т, 1998. – С. 44 – 45.

5. T. Igunnu and George Z. Chen Produced water treatment technologies Ebenezer. *Int. J. Low-Carbon Tech.* (2012) [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://ijlct.oxfordjournals.org/content/early/2012/07/04/ijlct>.

6. Ahmadun Fakhru'l-Razia, Alireza Pendashteha, Luqman Chuah Abdullaha, Dayang Radiah Awang Biaka, Sayed Siavash Madaenic, Zurina Zainal Abidina Review of technologies for oil and gas produced water treatment *Journal of Hazardous Materials. Volume 170, Issues 2 – 3, 30 October 2009, P. 530 – 551.*

7. Виноградов, А.П. Йод в морских илах. О происхождении йод-бромных вод нефтеносных районов / А.П. Виноградов // Тр. биогеохим. лаб. АН СССР. – 1939. – Т.5. С. 19 – 32.

8. Атлас родовищ нафти і газу України: в 6 т. / Гол. ред. М.М. Іванюта. – Львів: «Центр Європи», 1998.

Надійшла до редакції 07.04.2014
©О.В. Бандуріна