**УДК 550.42**

П.А. Львова, студентка групи 403-НГ

Науковий керівник - О.В. Бандуріна, канд.техн.наук, с.н.с.

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ВМІСТ ЙОДУ В ПЛАСТОВИХ ВОДАХ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину**

*Проаналізовано фактори, що впливають на вміст йоду в пластових водах. Досліджено поклади родовищ з підвищеним вмістом іонів йоду.* *Виявлено зв'язок між підвищеним вмістом йоду в пластових водах родовищ та відповідним хімічним складом (вмістом брому та густиною пластової води).*

***Ключові слова****: йод, пластові води, мінералізація, іони, поклад, бром.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв’язок із важливими практичними завданнями. Йод** — [хімічний елемент](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) з атомним номером 53, належить до [галогенів](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B5%D0%BD). Символ І, атомна маса 126,9045. Кристали чорно-сірого кольору з металічним [блиском](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BB%D0%B8%D1%81%D0%BA). Йод дуже [розсіяний елемент](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D1%81%D1%96%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82&action=edit&redlink=1), найбільші концентрації йоду в нафтових водах (3×10-3%) і морській воді (0,06 мг/мл). Власне йодних [мінералів](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BB) мало. Найвідоміші—[лаутарит](http://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9B%D0%B0%D1%83%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%82&action=edit&redlink=1" \o "Лаутарит (ще не написана)) Са(ІО3)2 та [йодаргірит](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%80%D0%B8%D1%82) AgI. Мінерали йоду легко розчинні. Кристали йоду під час нагрівання дають фіолетові пари з запахом, схожим на запах [хлору](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80). Йод відкрив [1811](http://uk.wikipedia.org/wiki/1811) року французький хімік [Б. Куртуа](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%80_%D0%9A%D1%83%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B0). У [1813](http://uk.wikipedia.org/wiki/1813)–[1814](http://uk.wikipedia.org/wiki/1814) роках французький хімік [Гей-Люссак](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%B9-%D0%9B%D1%8E%D1%81%D1%81%D0%B0%D0%BA_%D0%96%D0%BE%D0%B7%D0%B5%D1%84-%D0%9B%D1%83%D1%97) і англійський хімік [Деві](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BC%D1%84%D1%80%D1%96_%D0%94%D0%B5%D0%B2%D1%96) довели елементарну природу йоду. Значні концентрації йоду знайдено у підземних водах майже в усіх нафтових родовищах світу. Проте у водах нафтових та газових родовищ вміст йоду може змінюватись у широких межах. У багатьох державах світу промислові підземні води – є основним джерелом одержання йоду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв’язання даної проблеми.** Дослідженням йоду у підземних водах нафтоносних басейнів як показника органічного походження нафти та його присутність у пластових водах нафтових та газових родовищ присвячені роботи Виноградова А.П. [1] Білоніжки П.М. [3], Бондаренко С.С.[4], Кудельського А.В. [5], Павлова Г.А. [6] та ін. На підставі аналізу й узагальнення великого фактичного матеріалу з геохімії, фізичної хімії підземних вод, геохімії органо-мінеральних комплексів осадових порід, даних з гідрогеології великих геологічних структур, у тім числі нафтогазоносних басейнів, а також експериментальних досліджень А. Кудельський [5] зробив принципово важливий висновок: “Майже повсюдна наявність йоду в підземних водах нафтогазоносних басейнів, а також близкість геохімічних і термобаричних умов формування нафти і йоду внаслідок руйнування розсіяної в породах органічної речовини дає змогу вважати йод одним з найважливіших показників єдиного процесу нафтогазойодоутворення, що відбувався або відбувається в наш час у надрах того чи іншого району” [5, с. 188]. Результати їхніх досліджень висвітлюють основні джерела знаходження йоду, брому і їхніх сполук. Видобуток йоду в світовій практиці проводять на базі такої сировини: пластові води, води супутні нафтовидобутку, морські водорості (Китай), води з виробництва селітри (Чилі).

**Виділення не розв’язаних раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.**  Вивчення потенціалу вилучення йоду з пластових вод розпочато досить давно. Однак, щоб розпочати промисловий видобуток йоду із вод родовищ нафти чи газу необхідно проаналізувати родовища, де вміст йоду є достатнім для промислового видобутку та які саме фактори впливають на його присутність в пластовій воді.

**Метою роботи** є аналіз факторів, що впливають на вміст йоду в пластових водах. Дослідити, як мінералізація та вміст брому пластової води буде впливати на вміст йоду у пластовій воді родовищ.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Пластові води – підземні води, що циркулюють у пластах гірських порід. Їх поділяють на 3 класи: порово-пластові, тріщинно-пластові, карстово-пластові, кожен з яких може бути грунтовою, міжпластовою безнапірною або напірною (артезіанською) водою. Пластові води складають до 80 – 95 % від загального об’єму  стічних вод. За хімічним складом пластові води – це високо мінералізовані розсоли з великим вмістом хлоридних солей, карбонатів, лужних металів і бікарбонатів лугів та лужноземельних металів. Промисловий інтерес становлять води, які мають підвищену концентрацію йоду, брому тощо. Мінерали, що містять йод, являють собою індивідуальні або змішані галогеніди. Роль його в промисловості, медицині зростає з кожним роком. Мінерали йоду легко розчинні, тому йод легко вилуговується з гірських порід, переноситься в моря, де частково накопичуються у водоростях-ламінаріях. [1].

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

На даний час в Україні виробництво йоду майже відсутнє і його видобуток з пластових вод нафтових родовищ Західної України є досить актуальним [7-8]. Виробництво йоду з пластових вод рентабельне за умови його концентрації у воді − 18 мг/л. У пластових водах Західної України концентрація йоду сягає від 0,01 мг/л (газове родовище) до 253,8 мг/л (нафтове родовище).

Для проведення дослідження було обрано певну сукупність родовищ, що знаходяться в Західній Україні: нафтові (Старосамбірське, Східницьке, Орів-Уличнянське,) та нафтогазоконденсатні (Іваниківське, Танявське, Бориславське).

Розглянуто зв'язок між наявністю йоду в пластових водах продуктивних горизонтів при певному вмісті брому та мінералізації пластових вод.

**Таблиця 1.**

**Характеристика пластових вод продуктивних горизонтів**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Назва родовища | Індекс горизонту | Мінералізація  г/кг | Вміст брому Br,  мг/л | Вміст йоду J,  мг/л |
| Нафтові родовища Західної України | | | | | |
| 1 | Старосамбірське родовище | Р1  Р2 | 267,0  155,8 | 920,0  253,8 | 20,0  16,9 |
| 2 | Орів-Уличнянське родовище | Орівський поклад Р3  Уличнянський поклад Р3 | 204,6  172,1 | 375,2  233,2 | 4,23  4,44 |
| 3 | Східницьке родовище | Р1  Р2  К2 | 8,68  40,98  20,05 | -  -  - | -  -  - |
| Нафтогазоконденсатні родовища Західної України | | | | | |
| 1 | Бориславське родовище | Скибова зона Ділянка МЕП  Р3  Ділянка Міріам  К2  Мражницька складка  К2  І ярус складок  N1  Р3  БП  Р2  Р2  Р1  Попельський блок Р3  ІІ ярус складок  Р3  Р2  Нижньопопельська складка  Р3 | 11,74  -  41,2  240,4  275,7  291,7  303,0  -  319,7  259,7  333,8  311,4  321,0 | -  2,77  -  596,0  -  557,0  640,5  726,3  0,0  -  281,4  -  - | -  3,8  -  15,0  -  33,8  26,91  83,8  0,0  -  34,9  -  - |
| 2 | Іваниківське родовище | Іваниківський блок  Р2  Р2  Занурена частина Іваниківського блока  Р2  Південно-Іваниківська складка  Помірківський блок  Р3 | 307,0  325,0  278,0  311,0 | 449,9  469,0  399,0  324,0 | 21,6  21,2  6,1  23,0 |
| 3 | Танявське родовище | Берегова скиба Р1  Танявська складка Р3 | 83,3  83,0 | 117,2  - | 37,2  - |

Виявлено, що при мінералізації 267,0 г/кг на Старосамбірському нафтовому родовищі вміст брому 920 мг/л, а йоду 20 мг/л, при мінералізації 155,8 г/кг вміст брому 253,8 мг/л, а йоду 16,9 мг/л. Кількість брому і йоду на цьому родовищі є достатньою для промислового вилучення.

На Орів-Уличнянському нафтовому родовищі, Орівський поклад, мінералізація складає 204,6 мг/кг, вміст брому 375,2 мг/л, а частка йоду становить 4,23 мг/л. В Уличнянському покладі мінералізація 172,1 г/кг, вміст брому 233,2 мг/л, вміст йоду 4,44 мг/л. У промислових водах Орів-Уличнянського нафтового родовища спостерігається нижча концентрація йоду, вона є недостатньою для вилучення.

На Східницькому нафтовому родовищі на жодному з продутивних горизонтів вміст брому і йоду в пластовій воді експериментально не встановлений.

На Бориславському нафтогазоконденсатному родовищі чітко бачимо, що на різних горизонтах одного і того ж ярусу складок вміст йоду може коливатись в доволі широких межах. На одному з горизонтів при мінералізації 240,4 к/кг,вміст брому 598,0 мг/л,а йоду 15,0 мг/л. А от на іншому горизонті при невстановленій мінералізаціївміст брому 726,3 мг/л - кількість йоду 83,8мг/л. На ділянці Міріам вміст брому та йоду малий – 2,77 мг/л та 3,8 мг/л. В цілому по родовищу вміст йоду достатній для промислового вилучення. В останньому випадку вміст йоду вищий, ніж вміст брому, а отже можна зробити висновок,що на вміст йоду впливає певна сукупність факторів.

На Іванниківському нафтогазоконденсатному родовищі можна прослідкувати, що на різних горизонтах при відносно однаковій мінералізаціі 278 г/кг і 311 г/кг та вмістах брому 399,0 мг/л і 324,0 мг/л вміст йоду доволі різний – 6,1 мг/л та 23,0 мг/л відповідно. Це може бути зумовлено термобаричними умовами горизонтів або тектонічними порушеннями.

На Танявському нафтогазоконденстаному родовищі при мінералізації 83,3 г/кг вміст брому складає 117,2 мг/л, а йоду – 37,2 мг/л, що є достатнім для промислого видобутку. Якщо порівняти ці дані з даними Іванниківського родовища, то помітно, що там при більших мінералізації і вмісті брому вміст йоду менший.

**Висновок.** В результаті досліджень виявлено, що зі збільшенням мінералізації пластових вод нафтових родовищ зростає вміст брому та зменшується вміст йоду. Найвищий вміст йоду виявлено у пластових водах Бориславського нафтогазоконденсатного родовища – 83,8 мг/л. Вміст йоду залежить від геологічних факторів та термобаричних умов родовищ. Також виявлено чітку закономірність: в родовищах, де в пластовій воді є бром майже завжди є певна сукупність йоду.

*Література*

1. *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.*
2. ***Атлас родовищ нафти і газу України: в 6 т.*** */ гол. ред. М.М. Іванюта. − Львів: «Центр Європи», 1998.*
3. *Білоніжка, П.М. Йод у підземних водах нафтоносних басейнів як показник органічного походження нафти / П.М. Білоніжка // Вісник Львівського університету. – Вип. 23. − 2009. −С 121 – 125.*
4. *Бондаренко, С.С. Подземные промышленные воды. / С.С. Бондаренко, Г.В. Куликов. ‒ М.: Недра, 1984. ‒ 358 с.*
5. *Кудельский, А.В. Гидрогеология и гидрогеохимия йода / А.В. Кудельский. ‒ Минск, 1970. ‒ 216 с.*
6. *Павлова Г.А., Шишкина О.В. Распределение йода в осадках Тихого океана и накопление его в иловых водах в процессе их метаморфизации / Г.А. Павлова, О.В. Шишкина // Геохимия. 1973. ‒ № 7. ‒ С. 1056 – 1066.*
7. *Наливайко А.И. Исследование содержания йода в Пластовых водах Прикарпатья / А.И. Наливайко, Е.В. Бандурина «Экологические проблемы нефтедобычи ‒ 2013». Сборник докладов научно-технической конференции: сб. науч. ст. – Уфа: Изд-во «Нефтегазовое дело», 2013. – С. 90 ‒ 94.*
8. *Наливайко А.И. Исследование содержания йода в пластовых водах / А.И. Наливайко, Е.В. Бандурина. Нефть и газ Западной Сибири: материалы международной научно-технической конференции. Т.2. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – с. 176 ‒ 178.*
9. *Ксензенко В.И., Стасиневич Д.С. Химия и технология брома, иода и их соединений; Учебное пособие для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. –М.: «Химия». 1995. -432с.: ил.*