

УДК 556.314:553.982(477.83)

Неля Геннадіївна Кучманич,

к. геогр. н., доцент кафедри екології та географії,
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
вул. Т. Шевченка 23, м. Дрогобич, Львівська область, 82100,
e-mail: nelya_1411@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-8118-1469>;

Ірина Володимирівна Бриндзя,

к. біол. н., викладач кафедри екології та географії,
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка,
e-mail: ira_3107@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-2873-7712>;

Геннадій Васильович Щемельов,

к. хім. н., зав. лабораторії, Бориславський науково-дослідний інститут “Синтез”,
e-mail: genshchemel@gmail.com

ПЛАСТОВІ ВОДИ БОРИСЛАВСЬКОГО НАФТОПРОМИСЛОВОГО РАЙОНУ ЯК ДЖЕРЕЛО ЙОДУ ТА БРОМУ

Описано цікаві історичні факти використання йоду та бромю. Розглянуто важливість йоду для життя та господарської діяльності людини на сьогоднішній день. Проведено критичний аналіз опрацьованої літератури з проблеми дослідження та обґрунтовано необхідність здійснення подальших дослідницьких розвідок. Проаналізовано результати проб пластових вод нафтових родовищ Прикарпаття 1954–1983 років. За результатами аналізу вибрані проби з вмістом йоду від 50 мг/л. Перед поверненням супутніх пластових вод у надра пропонується вилучати з них цінну сировину – йод, який міститься в пластових водах Бориславського нафтогазового родовища в концентраціях від 40 до 150 мг/л. Запропоновано методи його вилучення. Побудована карта ямненського піщаного горизонту в Скибовій зоні Карпат. Розраховано обсяги пластової води ямненського горизонту Орів-Уличнянського родовища та розкрито потенціал вилучення з нього йоду. Обґрунтовано доцільність видобування йоду з пластових вод Бориславського нафтогазового родовища. А для великого промислового видобутку запропоновано використовувати і пластову воду ямненського горизонту Орів-Уличнянського родовища. Результати досліджень можуть бути враховані для розробки рекомендацій щодо видобування йоду з пластових вод багатьох родовищ Прикарпаття.

Ключові слова: Бориславське нафтогазове родовище, супутні пластові води, йод, бром, свердловина, ямненський горизонт, Орів-Уличнянське родовище, надра.

Н. Г. Кучманич, И. В. Бриндзя, Г. В. Щемелев. ПЛАСТОВЫЕ ВОДЫ БОРИСЛАВСКОГО НЕФТЕПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА КАК ИСТОЧНИК ЙОДА И БРОМА. *Описаны интересные факты использования йода и брома. Рассмотрены важность йода для жизни и хозяйственной деятельности человека на сегодняшний день. Проведен критический анализ разработанной научной литературы по проблеме исследования и обоснована необходимость осуществления дальнейших исследовательских изысканий. Проанализированы результаты проб пластовых вод нефтяных месторождений Прикарпатья 1954–1983 годов. По результатам анализа выбраны пробы с содержанием йода от 50 мг/л. Перед возвращением сопутствующих пластовых вод в недра предлагается изымать из них ценное сырье - йод, содержащийся в пластовых водах Бориславского нефтегазового месторождения в концентрациях от 40 до 150 мг /л. Предложены методы его извлечения. Построенная карта ямненского песчаного горизонта в Скибовой зоне Карпат. Рассчитаны объемы пластовой воды ямненского горизонта Оров-Уличнянского месторождения и раскрыт потенциал извлечения из него йода. Обоснована целесообразность добычи йода из пластовых вод Бориславского нефтегазового месторождения. А для большой промышленной добычи предложено использовать и пластовую воду ямненского горизонта Оров-Уличнянского месторождения. Результаты исследований могут быть учтены для разработки рекомендаций по добыче йода из пластовых вод многих месторождений Прикарпатья.*

Ключевые слова: Бориславское нефтегазовое месторождение, сопутствующие пластовые воды, йод, бром, скважина, ямненский горизонт, Оров-Уличнянское месторождение, недра.

Постановка проблеми. З розвитком технічного прогресу, в середині XIX ст., на Прикарпатті видобуток нафти набув бурхливого розвитку. В результаті довгої експлуатації, нафтові поклади значно обводнилися. Тому основний об'єм видобутку складають супутні пластові води.

Зважаючи на значні об'єми видобутку супутніх пластових вод на Бориславському нафтогазовому родовищі та їх високу мінералізацію, питання їх утилізації є актуальним.

Розвиток сучасної науки дозволяє розглядати питання видобутку та утилізації супутніх пластових високомінералізованих вод не тільки як джерело потенційної небезпеки для певного регіону, а як потенційний ресурс з метою видобутку цін-

них компонентів та відповідного підвищення потенціалу регіону та країни в цілому. Із цих вод можна видобувати йод, бром та інші корисні компоненти.

Супутні пластові води нафтогазових родовищ вилучаються з надр разом з вуглеводнями (нафтою та газом). Вилучена з надр вода є складною природною сумішшю, яка складається з власне конденсаційної води, що формується за рахунок природної вологості нафти і газу; води з водонасиченої частини продуктивного розрізу, а також контурних і підшовних вод, які підпирають поклад і надходять у нафтоносний розріз із зниженням тиску. При цьому вони не виконують ніякої технологічної ролі.

Супутні пластові води Бориславського нафтогазового родовища не піддаються очищенню економічно прийнятними способами і є екологічно небезпечними у разі їхнього складування на поверхні. Тому вони повертаються у надра для підтримання пластового тиску [1]. Однак різними геогенними та техногенними шляхами ці води можуть потрапляти у поверхневі, підземні води і ґрунтовий покрив, створюючи загрозу забруднення.

Водночас вони є цінною гідромінеральною сировиною, зокрема характеризуються промисловим вмістом йоду. Відповідно до ст. 37 Закону України «Про нафту і газ» надрокористувачі повинні забезпечити використання супутніх корисних копалин [6]. Проте така цінна сировина поки що не знайшла практичного застосування у господарській діяльності і сьогодні безповоротно втрачається.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Науковцями Київського національного університету імені Тараса Шевченка проаналізовано проблему видобування супутньо-пластових вод на нафтових та газових родовищах з точки зору їх впливу на навколишнє середовище та екологічну безпеку, а також можливості використання вод як сировини для видобутку корисних компонентів; визначено основні напрямки, за якими відбувається забруднення водоносних горизонтів, відкритих водойм та ґрунтів пластовими водами, що видобуваються разом із нафтою або газом; досліджено основні хімічні компоненти та сполуки, розчинені у супутньо-пластовій воді, за рахунок яких і виникає забруднення. Проаналізовано екологічні проблеми, що були спричинені скиданням, просочуванням, зберіганням пластових вод як у світовому досвіді, так і у вітчизняному. Наведено приклади забруднення пластовими водами, які пройшли попередню очистку перед скиданням. Відповідно до цих прикладів встановлено, що для промислової нафтогазової геології України питання забруднення навколишнього природного середовища є актуальним для Східного нафтогазового регіону (Дніпрово-Донецька западина) [19].

Запропоновано проводити моніторинг щодо визначення більшої кількості хімічних елементів та речовин, які містяться в пластовій воді, на початкових стадіях розробки та безпосередньо в процесі експлуатації. Це, в свою чергу, спростить вибір методу з оперативної локалізації забруднення, якщо таке буде, а також вибір методів очистки супутньо-видобутої води. Відомості про вміст таких компонентів, як Вг, В, І, Лі та інших, у цій воді дає змогу розглядати її як сировину для їх видобутку [19].

Науковцями Українського науково-дослідного інституту природних газів досліджено перетворення йодид-іонів супутньо-пластових вод вітчизняних газоконденсатних родовищ в йод озонованим повітрям. Проведені дослідження свідчать про те, що газоконденсатні родовища є не тільки джерелом для видобування вуглеводнів, але й можуть стати джерелом одержання йоду та інших корисних речовин, що може збільшити рентабельність технології газовидобувних процесів, особливо на завершальній стадії розробки родовищ, а можливо – і після вичерпання вуглеводневої сировини та зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище [14].

Науковцями Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» досліджено зменшення концентрації іонів заліза (II) при одержанні йоду з супутньо-пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ України озонуванням, оцінено ступінь перетворення заліза (II) в залізо (III), встановлено, що при озонуванні суміші іонів Fe^{2+} з іонами J^- на залежності ступеня утворення йоду від співвідношенні $\frac{Fe^{2+}}{J}$ спостерігається максимум, до досягнення якого переважно в реакцію вступають іони йоду, що вказує на можливість вилучення йоду з супутніх пластових вод, озонування прискорює процес перетворення іонів заліза (II) в іони заліза (III), які коагулюючи випадають у осад разом з завислими речовинами, що покращує процес підготовки супутньо-пластових вод до повернення та впливає на екологічну безпеку [15].

Питанням отримання йодо-бромної продукції з супутніх пластових вод Бориславського нафтового родовища займалися віддавна, від початку 90-х років ХХ сторіччя. За пропозицією керівника Бориславського філіалу інституту «Укрдипроднафта» Клімова Г. С. ініціативна група працівників НГВУ «Бориславнафтогаз» та вказаного інституту збрала і вивчила хімічні аналізи пластової води з сотень свердловин. Було встановлено, що пластові води глибоких нафтових горизонтів, як правило, містять промислові концентрації вмісту йоду. Можливість створення підприємства з видобування йоду на базі пластових вод Бориславського нафтопромислового району у м. Бориславі неодноразово була предметом зустрічі з владою міста та потенційними інвесторами.

Проблема вилучення йоду з пластових вод розглянута в працях російських, азербайджанських, американських та японських вчених [1, 3, 5, 12, 20]. Результати досліджень висвітлюють основні методи та напрями модернізації виробництва йоду, бромі і їхніх сполук з пластових вод

родовищ. Видобуток йоду в світовій практиці проводиться на базі наступної сировини: пластові води, води супутні нафтовидобутку, морські водорості (Китай), води з виробництва селітри (Чилі).

В Україні виробництво йоду на даний час відсутнє і його видобуток з пластових вод нафтових родовищ Прикарпаття є гостро актуальним.

Основною метою роботи було проаналізувати доцільність вилучення йоду з пластових вод Бориславського нафтопромислового району.

Виклад основного матеріалу дослідження. Йод має велике значення для життя та господарської діяльності людини. Його застосовують в медицині у вигляді йодної настойки (5 і 10 % розчину у спирті) чи розчину Ліголю (водний розчин йоду, що містить йодистий калій), у вигляді солей органічних сполук (йодоформ, йодност, сайодин, сегрозин, йодол і ін.). Також йод використовується під час синтезу органічних барвників, одержанні титану, виготовленні деяких металів високої чистоти. 70 – 75 % йоду переробляють у йодисті солі, які застосовуються (крім медицини) у лабораторній практиці, сільському господарстві та для йодування кухонної солі.

Середня річна норма споживання кухонної солі на одну людину складає 8–10 кг. Вміст вільного йоду в йодованій солі всіх сортів складає 19 г на 1 т солі. Річна потреба України в йоді для йодування кухонної солі складає 10–15 т, потреби медичної промисловості – 20 т, для інших галузей розвинутого господарства України – 30 т.

Історичні паралелі. Задовго до відкриття хімічного елемента йод, йодовміщуючі морські продукти використовували для лікування в різних країнах. Пліній Старший в “Естественной истории” згадує про використання попелу губки, що згоріла, для лікування внутрішніх хвороб. Цим попелом посипали рани. Змішуючи попел з молоком, готували лікувальний напій, який давали пити хворому три рази на день. Лікувальна дія губки отримала пояснення набагато пізніше. Виявилось, що у ній високий відсоток йоду [2].

В Європі на лікувальні властивості морських водоростей при зобі вказує Гіппократ. Однак такі ж рекомендації прозвучали задовго до цього в Китайському кодексі, написаному в 1567 році до н. е. Цікаво, що ці проблеми хвилювали не лише лікарів. Наполеон, вибираючи солдат для своєї армії, оглядав їхню шию. Особливо тих, хто виріс у гірських місцевостях, де часто зустрічаються зобні хворі.

Йод – це мікроелемент, без якого життя неможливе. Основне джерело йоду на планеті – морські води, що містять в 1 л приблизно 50 мкг йоду. Перший дослідник корисних властивостей

йоду Жозеф Луї Гей-Люсак назвав його “Йоей-дес”, що з грецького – “фіалковий”, і йод зайняв одне з перших місць серед фармакопейних препаратів.

Після того, як в Німеччині та Франції йод запропонували використовувати в лікуванні зобу і він виявився дієвим при деяких станах, його стали використовувати при всіх патологічних процесах. Проти цього рішуче виступили багато клініцистів, які спостерігали, як під впливом лікування йодом в необґрунтовано високих дозах розвивались важкі функціональні розлади. А йодобромні води ще довгий час вважались умовно-специфічними в силу незначного, з точки зору фармакології і фармакодинаміки, вмісту в них активних елементів – йоду і бром.

В 1820 році лікар із Женеви Жан Франсуа Конде навів докази залежності між низьким вмістом йоду у питтєвій воді і зобом. Однак в той час вважали, що хворобу можуть викликати 42 причини – нестача йоду в цьому переліку не фігурувала. В 1896 році Бауман виявив значну кількість йоду в тканині щитоподібної залози і встановив, що цей специфічний мікроелемент концентрується в цьому органі. Теорію йододефіциту підтвердила ефективність йодної профілактики, що розпочалась в 1920 році в Альпах, і поширилась у всьому світі [2].

Препарати бром застосовуються в медицині більше 140 років. Висловлювання І. Павлова про те, що “людство повинно бути щасливе, що розпоряджається таким дорогоцінним для нервової системи препаратом, як бром” не втратило свого значення і сьогодні.

Використання бромідів натрію і калію, відомих в той час під загальною назвою “бром”, в якості седативного (заспокійливого) і протисудомного засобу, при лікуванні епілепсії, розпочалось в 1857 році. Про ефективність цього засобу свідчать романи класичної літератури XIX століття, герої яких приймали бром для “заспокоєння нервів”, а також роботи сучасних фізиків із Національного університету Мексики. Вони виявили на полотнах Ван Гога розподіл яскравості, що відповідає математичному опису турбулентного потоку. На думку мексиканських фізиків Ван Гог володів унікальною можливістю бачити і відображати турбулентність, і це відбувалось з ним саме в моменти психічного розладу. Однак у художника є картини, де сліди турбулентності непомітні. Їх Ван Гог писав, знаходячись під впливом препаратів бром в стані, як він сам характеризував “повного спокою”.

Протягом довгого часу механізм дії препаратів бром залишався невідомим. Вважалось, що броміди зменшують збудливість, діючи аналогічно снодійним препаратам. Лише в 1910 році один

із учнів І. Павлова – П. Нікіфоровський експериментально показав, що броміди посилюють процеси гальмування в центральній нервовій системі. Дію броду на центральну нервову систему пов'язують з його здатністю витіснити хлор і накопичуватися в ліпідній частині мембран клітин головного мозку [2].

Небагато відомо і про метаболізм та фізіологічну дію броду. Встановлено, що бром здійснює вплив на залози внутрішньої секреції – щитовидну залозу, гіпофіз, наднирники. Він є також “конкурентом” йоду, пригнічуючи його захоплення щитовидною залозою. Крім того, виявлено, що броміди пригнічують основний обмін, знижують рівень цукру крові, володіють антикоагулянтними властивостями.

На сьогоднішній день показаннями для застосування йодобромних вод є: захворювання органів кровообігу, хвороби нервової системи, гінекологічні захворювання, захворювання молочної залози, кістково-м'язової системи, органів травлення, нирок, стоматологічні захворювання.

Не дивлячись на те, що люди давно використовували заспокійливі та лікувальні властивості йодобромних вод, більша частина курортів, побудована на джерелах йодобромних вод, з'явилась на карті світу в епоху технічного прогресу, коли розпочалась інтенсивна розвідка нафти.

Було проаналізовано 1689 проб пластових вод Бориславського нафтопромислового району 1954 – 1983 років. У пластових водах Прикар-

патського регіону концентрація йоду сягає 40 – 150 мг/л. За результатами аналізу вибрані проби з вмістом йоду від 50 мг/л і встановлено наступне:

П'ятдесят чотири проби води з вмістом йоду 50 мг/л і більше належать свердловинам і об'єктам Бориславського нафтового родовища, 13 – до об'єктів нафтових родовищ Внутрішньої зони Передкарпатського прогину, решта 31 – до об'єктів газових родовищ Зовнішньої зони. До Бориславського нафтогазового родовища належать 10 проб води з аномально високим вмістом йоду з покладів Піднасуву, 3 проби – з менілітового покладу Помірки, що розташований у зоні курортного округу Трускавець; більшість свердловин Глибинної складки з високим вмістом йоду в пластовій воді знаходяться у східній частині, на Тустановецькій ділянці;

Питома вага вод газових родовищ, як правило, низька – від 1,006 до 1,089 г/см³, а вод Бориславського та Орів-Уличанського родовищ – висока, від 1,074 до 1,23 г/см³. Проте між вмістом йоду та питомою вагою води, а відтак і її мінералізацією, не виявлено ніякої кореляційної залежності.

Існує до десяти технологічних способів вилучення йоду з пластових вод [1, 5, 12, 20]. Найбільш прогресивними є два методи:

- повітряний метод, при якому після відповідної обробки хімічними реагентами йод видувається з води за допомогою повітря, а потім поглинається оксидом сірки (рис. 1);

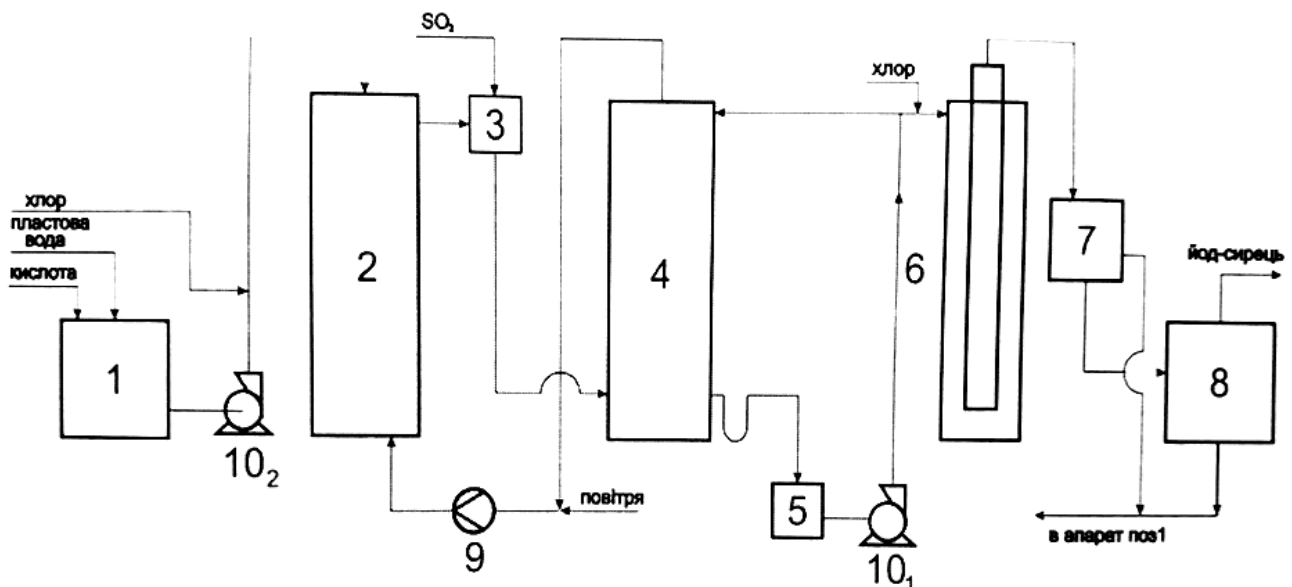


Рис. 1. Схема десорбції йоду повітрям:

- | | | |
|-------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1 – змішувач; | 5 – бачок-приймач; | 9 – компресор; |
| 2 – десорбер; | 6 – кристалізатор; | 10 ₁₋₂ – насоси |
| 3 – газозмішувач; | 7 – відстійник; | |
| 4 – кислотний абсорбер; | 8 – центрифуга; | |

- іонообмінний метод, при якому оброблена хімічна вода проходить через шар іонообмінної смоли, а потім з насиченої йодом смоли вилучається за допомогою розчину лугу (рис. 2).

Води, що добувається супутньо з нафтою НГВУ “Бориславнафтогаз”, досить для одержання близько 1 тонни йоду на рік (за 2017 рік підприємство видобуло 121961,23 м³ пластової води). Тому, в разі організації більш потужного виробництва, потрібно:

- використовувати законсервовані обводнені свердловини з відповідним введенням їх в експлуатацію;

- або бурити нові свердловини і розробляти водоносні горизонти родовищ.

Прикладом такого родовища є йодо-бромне родовище мінералізованої води у Сколівському районі Львівської області, виділене за високим вмістом йоду і бром у пластових водах. В тектонічному відношенні воно знаходиться у складці Берегової скиби і приурочене до вигодських та ямненських відкладів. У плані родовище займає південно-західну частину Орів-Уличнянського нафтового родовища.

За даними буріння шістьдесят однієї свердловини, пробуреної на нижчезалягаючий нафтоносний нижньоменілітовий горизонт І-го ярусу структур, побудована карта ямненського піщаного горизонту в Скибовій зоні Карпат, площа якого в межах тектонічного блоку складає 33 км² (рис. 3). Глибина залягання горизонту – від 700 до 1700 м. Товщина горизонту – від 85 до 150 м.

Горизонт ямненських відкладів високонасичений. Під час випробування ямненських відкладів в інтервалі 1270–1327 м, у свердловині № 23 одержано приплив мінералізованої води з потенційним дебітом 1750 м³/добу, а з вигодських відкладів в інтервалі 1087–1073 м – приплив води з потенційним дебітом 872 м³/добу і т. д.

Для підрахунку обсягу пластової води ямненського горизонту використовується об’ємний метод підрахунку запасів [17]. Об’ємний метод підрахунку запасів – це метод підрахунку запасів нафти, води, або газу, що базується на вивченні геометричних умов їх залягання.

Для нафтових і газонафтових родовищ при підрахунку запасів пластової води об’ємним методом використовують такі параметри: площу водонасиченого горизонту, товщину горизонту, коефіцієнт відкритої пористості.

Найкраще колекторські властивості ямненських відкладів вивчені на Старосамбірському родовищі. Тому, за аналогією, для підрахунку запасів пластової води ямненського горизонту Орів-Уличнянського родовища приймаємо величину відкритої пористості – 12 %.

При загальній товщині ямненського горизонту Старосамбірського родовища до 120 м, його середня ефективна товщина (Державна комісія запасів) – 60 м. Ця величина може бути прийнята і для Орів-Уличнянського родовища. Отже, обсяг пластової води ямненського горизонту родовища складатиме:

$$33000000 \text{ м}^3 \times 60 \times 0,12 = 237600000 \text{ м}^3.$$

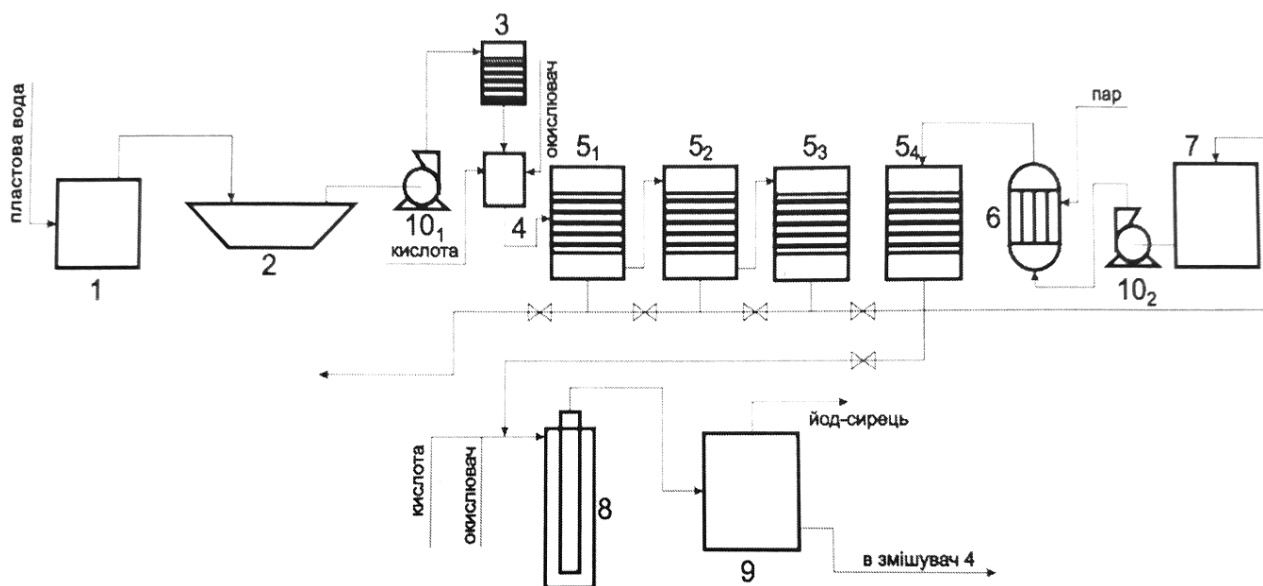


Рис. 2. Схема вилучення йоду за допомогою іонообмінних смол:

- | | | |
|------------------------|--|----------------------------|
| 1 – нафтова ловушка; | 5 ₁₋₄ – адсорбери; | 9 – центрифуга; |
| 2 – басейн-відстійник; | 6 – теплообмінник; | 10 ₁₋₂ – насоси |
| 3 – піщаний фільтр; | 7 – ємність для розчину сульфату натрію; | |
| 4 – змішувач; | 8 – кристалізатор; | |

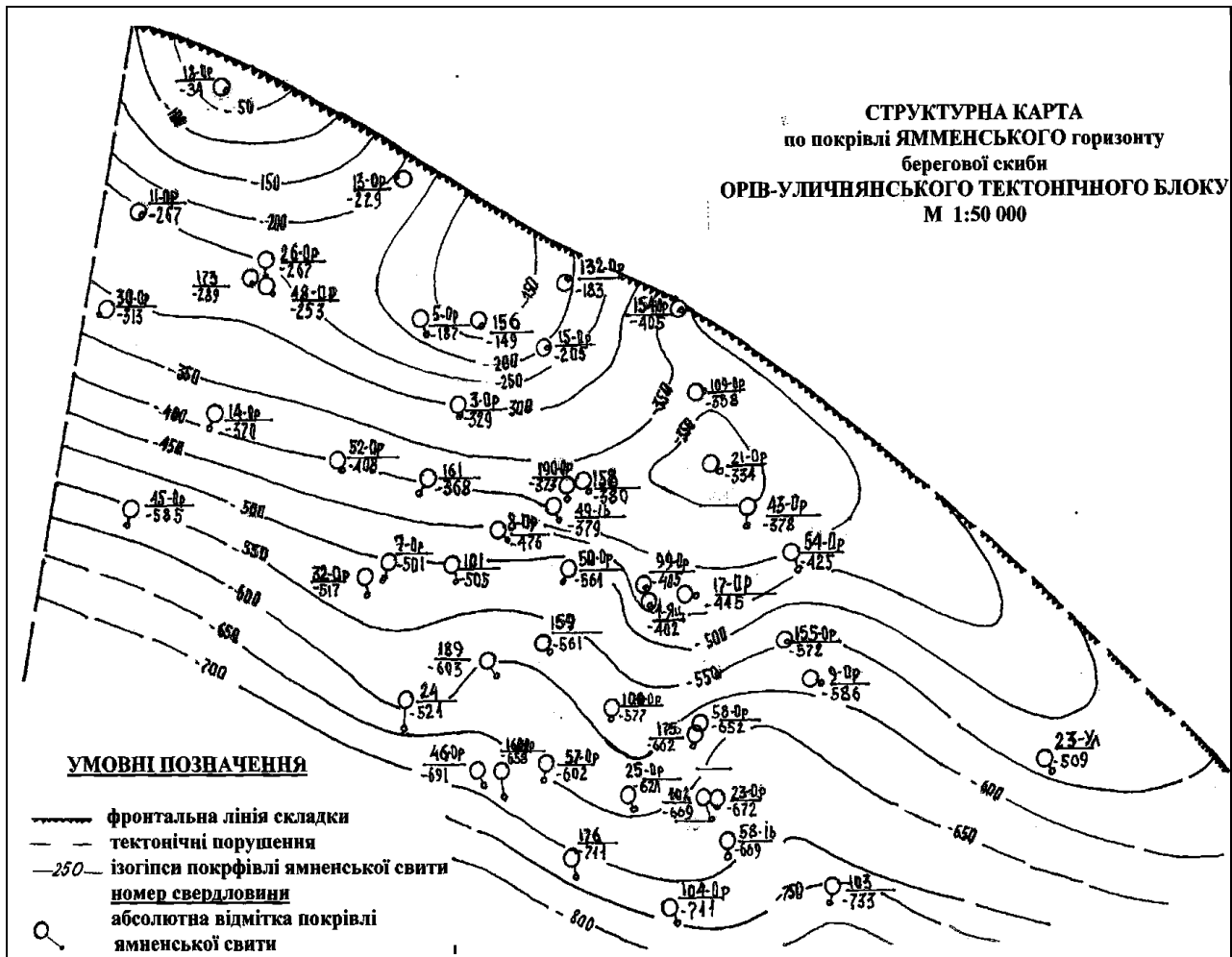


Рис. 3. Структурна карта по покрівлі ямненського горизонту берегової скиби Орів-Уличнянського тектонічного блоку

За попередніми даними (негерметизований відбір проб води, довготривале зберігання проб до аналізу тощо) вміст йоду у воді родовища складає від 15 до 50 мг/л, при середній – 30 мг/л. Запаси йоду становитимуть:

$$237600000 \text{ м}^3 \times 30 \frac{\text{мг}}{\text{л}} = 7128 \text{ т};$$

Вміст брому – від 250 до 450 мг/л, при середній – 350 мг/л. Тоді запаси брому становитимуть:

$$237600000 \text{ м}^3 \times 350 \frac{\text{мг}}{\text{л}} = 83160 \text{ т}$$

Висновки. Отже, враховуючи складну геологічну будову родовища, значну вертикальну і горизонтальну порушеність продуктивних і перекриваючих їх відкладів, густу сітку пробурених свердловин, зношеність обладнання в старих свердловинах, значну величину залишкових запасів нафти (при початкових балансових запасах 112, 8 млн. т на сьогоднішній день видобуто 32,6 млн. т) – наслідки експлуатації родовища будуть довготривалими. А нафтові поклади все більш обводненими.

Глибинні пластові води родовищ Бориславського нафтопромислового району, зокрема

Бориславського нафтогазового родовища, є перспективною сировиною для рентабельного видобутку йоду, який може здійснюватись трьома напрямками: 1) використання наявних вод супутніх нафтовидобутку; 2) використання законсервованих та відновлення ліквідованих обводнених свердловин нафтових покладів; 3) буріння нових свердловин на водоносні горизонти.

Для наступних досліджень рекомендовано:

- систематизація даних вмісту йоду і бром у пластових водах Бориславського нафтогазового району;
- визначення потреб та споживачів йоду;
- створення аналітичної групи та хімічної лабораторії для аналізу пластових вод;
- проведення хімічних аналізів пластових вод в перспективних нафтопромислових районах;
- обробка геологічного матеріалу з метою визначення промислових покладів пластової води;
- підрахунок геологічних запасів;
- подальше вивчення технологічного процесу та оптимального вибору обладнання.

Література

1. А. с. 1244087 СССР, МКИ С 01 В 7/14. Способы выделения йода из растворов / Ю. А. Таран и др. (СССР). – № 3815334/23-26 ; заявл. 23.11.84 ; опубл. 5.03.86, Бюл. № 26.
2. Антоняк, Г. Л. Біохімічна та геохімічна роль йоду : [монографія] / Г. Л. Антоняк, В. В. Влізло. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 392 с. – (Серія "Біологічні Студії"). (історичні паралелі).
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. Глушко, В. В. Тектоника и нефтегазоносность Карпат и прилегающих прогибов / Глушко В. В. – М. : Недра, 1968. – С. 226.
5. Дубик, Н. А. Исследование десорбции и абсорбции йода при извлечении его из буровых вод / Н. А. Дубик, А. Ф. Махайким., Л. Г. Голубев // Массообменные процессы и аппараты химической технологии. – 1979. – № 6. – С. 17–19.
6. Закон України про нафту і газ : за станом на 24 лип. 2010 р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид.-во, 2010.
7. Закон України про охорону навколишнього природного середовища : за станом на 19 бер. 2009 р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид.-во, 2009.
8. Иванов, С. А. Ландшафты горнопромышленных территорий / С. А. Иванов. – Л. : Издав. центр ЛНУ ім. І. Франка, 1997. – С. 334.
9. Клімова, Н. Г. Історія розвитку Бориславського нафтогазового родовища та екологічні наслідки його експлуатації / Н. Г. Клімова // Історія української географії : Всеукраїнський науково-теоретичний часопис. – 2004. – Вип. 10. – С. 63–68.
10. Кодекс України про надра : за станом на 27 квіт. 2010 р. / Верховна Рада України. – Офіц. Вид. – К. : Парлам. вид.-во, 2010.
11. Колодій, В. В. Екологічна безпека експлуатації нафтогазових родовищ / В. В. Колодій, О. А. Приходько, П. Г. Дризулич // Вісник Державного університету "Львівська політехніка". Проблеми економії енергії. – 1999 – № 2. – С. 328–330.
12. Ксензенко, В. И. Ионообменные способы извлечения йода / В. И. Ксензенко., Н. И. Торчигина // Технология неорганических веществ и минеральных удобрений : 14 всем. науч.-техн. конф., 25–27 нояб. 1988 г. : тезисы докл. – Л., 1988. – С. 43.
13. Кучманіч, Н. Г. Екологічний стан нафтовидобувних районів західного Передкарпаття: оцінка та обґрунтування природоохоронних заходів (за матеріалами Бориславського родовища): дис. ...кандидата географічних наук : Н.00.11 / Кучманіч Неля Геннадіївна. – Львів, 2012. – 217 с.
14. Мельник, А. П. Про підвищення екологічної безпеки повернення супутньо-пластових вод нафтогазоконденсатних родовищ / А. П. Мельник, Н. М. Німець, М. О. Подустов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – Х. : НТУ «ХПІ», 2017. – № 18(1240). – С. 73–79.
15. Мельник, А. П. Щодо використання супутньо-пластових вод газоконденсатних родовищ / А. П. Мельник, С. В. Кривуля, Н. М. Німець // Екологія. Український науково-дослідний інститут природних газів. – 2013. – № 4. – С. 31–39.
16. Природа Львівської області : [за ред. К. І. Геренчука]. – Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 1972. – 150 с.
17. Про затвердження Інструкції про зміст, оформлення та порядок подання в ДКЗ України матеріалів геолого-економічної оцінки родовищ нафти і газу : N 853/4146. – Офіц. вид. – К. : Державна комісія України по запасах корисних копалин (ДКЗ України) при Комітеті України з питань геології та використання надр, 1999. – 74 с. – (Нормативний документ Державна комісія України по запасах корисних копалин. Інструкція).
18. Тердовидов, А. С. Состояние обезвреживания и утилизации попутных промысловых вод газовых и газоконденсатных месторождений УССР / А. С. Тердовидов, М. Я. Малыхин, В. Т. Баршполец // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов : информ. для руководителя / А. С. Тердовидов, М. Я. Малыхин, В. Т. Баршполец. – К. : УкрНИИИТИ, 1986. – 47 с.
19. Чомко, Д. Супутньо-пластова вода нафтових родовищ як гідромінеральна сировина / Д. Чомко, М. Рева, О. Диняк // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія Геологія. – 2016. – Вип. 4. – С. 77–80.
20. Электрохимический способ выделения йода из буровых вод через йодаты / А. Л. Щабанов., Р. А. Расулбекова., О. С. Мухин [та ін.] // Азербайджанский химический журнал. – 1983. – № 3. – С. 143–146.

Nelia Kuchmanysh,

PhD (Geography), Associate Professor, Department of Ecology and Geography,
Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University,
T. Shevchenka st., 23, Drohobych, Lviv region, 82100, Ukraine,
e-mail: nelya_1411@ukr.net, <http://orcid.org/0000-0002-8118-1469>;

Irina Bryndzia,

PhD (Biology), lecturer, Department of Ecology and Geography,
Ivan Franko Drohobych State Pedagogical University,
e-mail: ira_3107@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-2873-7712>;

Hennadii Shchemeliiov,

PhD (Chemistry), Head of Laboratory, Borislav Scientific Research Institute "Synthes",
e-mail: genshchemel@gmail.com

RESERVOIR WATER OF BORYSLAV OILFIELD AS A SOURCE OF IODINE AND BROMINE

Formulation of the problem. Associated reservoir water is valuable hydro-mineral raw material. Its practical use in economic activity has not been found, and is now irretrievably lost by returning to the corresponding geological horizons to maintain reservoir pressure.

The purpose of the article. The purpose of this work is to analyze the expediency of extracting iodine from the reservoir waters of Borislav oilfield.

Methods. To do this, various scientific methods were used, namely: observation, description; analysis - during studying the results of reservoir water samples from the deposits of Precarpathian; synthesis - for the allocation of wells and objects with industrial iodine content in samples of reservoir water within Borislav oilfield; mathematical methods - a volumetric method to calculate reservoir water.

Results. Results of reservoir water samples from the Precarpathian region deposits were analyzed in the article. It is highlighted that fifty-four samples of water with iodine content of 50 mg/l and more belong to wells and Borislav oilfield, 13 belong to objects of oil deposits in the Inner zone of the Carpathian forge, the remaining 31 belong to the gas fields within Exterior Zone. For the first time, volumes of reservoir water from the Yamnian horizon of the Oriv-Ulychne deposit and its reserves of iodine and bromine were calculated. According to preliminary estimates, iodine reserves amount to 7,128 tons, bromine reserves amount to 8,311 tons. Based on these calculations, it is proposed to use also iodine-bromine mineralized mineral water in the forge zone of the Carpathians for the large industrial production of iodine based on Borislav oilfield.

Scientific novelty and practical significance. The research results were used by Borislav Town Council to prepare an investment project "Establishment of an Iodine Production Plant based on the reservoir waters of Borislav Oilfield in the town of Borislav, Lviv Oblast", which can be implemented at the expense of the state fund of regional development.

Keywords: Borislav oil and gas field, associated reservoir water, iodine, well, Yamnian horizon, Oriv-Ulychne deposit.

References

1. Antonyak, G. L., Vlizlo, V. V. (2013). *Biochemical and geochemical role of iodine*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 392.
2. Budzinovskaya, T. K., Gordienko, V. P. (1989). *Trends in the development of iodide-bromine industry. Chemical technologies and engineering of iodine, bromine and manganese inorganic compounds*, 7, 3–5.
3. Chomko, D., Reva, M., Dynyak, O. (2016). *Contributing-formation water of oil fields as hydro-mineral raw material. Bulletin of Taras Shevchenko National Taras University of Kyiv. Series Geology*, 4, 77–80.
4. *Code of Ukraine on mineral resources as of April 27, 2010. (2010). Verkhovna Rada of Ukraine. Kyiv: Parl. publ. house.*
5. Dubik, N. A., Makhakim, A. F., Golubev, L. G. (1979). *Study of iodine desorption and absorption during its extraction from drilling waters. Mass exchange processes and equipment of chemical technology*, 6, 17–19.
6. Gerenchuk K. I. (1972). *Nature of the Lviv region*. Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 150.
7. Glushko, V. V. (1968). *Tectonics and oil and gas potential of the Carpathians and adjacent deflections*. Nedra, 226.
8. Ivanov, Ye. A. (1997). *Landscapes of mining areas*. Ivan Franko National University of Lviv, 334.
9. Klimova, N.G. (2004). *History of Borislav oil and gas field development and the ecological consequences of its exploitation. History of Ukrainian Geography: All-Ukrainian Scientific and Theoretical Journal*, 10, 63–68.
10. Kolodiy, V. V., Prikhodko, O. A., Drygulych, P.G. (1999). *Environmental safety of oil and gas deposits exploitation. Bulletin of "Lviv Polytechnic" State University. Problems of energy saving*, 2, 328–330.
11. Ksenzenko, V. I. Torchigina, N. I. (1988). *Ion exchange methods of iodine extraction. Technology of inorganic substances and mineral fertilizers. 14 Scientific-Techn. Conf. L.*, 43.

12. Kuchmanych, N. H. (2012). *Ecological situation of the oil-producing regions in Western Precarpathians: evaluation and substantiation of environmental measures (based on Boryslav deposit)*. Lviv, 217.
13. *Law of Ukraine on Environmental Protection as of March 19, 2009*. (2009). Verkhovna Rada of Ukraine. Kiev : Parl. publ. house.
14. *Law of Ukraine on Oil and Gas as of July 24, 2010*. (2010). Verkhovna Rada of Ukraine. Kyiv: Parl. publ. house.
15. Melnik, A. P., Krivulya, S. V., Nimets, N. M. (2013). *The use of contiguous water reservoirs of gas-condensate deposits*. *Ecology. Ukrainian Research Institute of Natural Gas*, 4, 31–39.
16. Melnyk, A. P., Nimets, N. M., Postustov, M.O. (2017). *On increasing ecological safety of the return of contiguous reservoir waters of oil and gas condensate deposits*. *Bulletin of the NTU "KhPI". Series: Innovative studies in students' scientific work*, 18, 73–79.
17. *On approval of the Instruction on the content, design and procedure for the submission of materials for the geological and economic assessment of oil and gas deposits in the SCMR of Ukraine*. (1999). Kyiv: State Commission of Ukraine on Mineral Resources (SCMR) under the Committee of Ukraine on Geology and Subsoil Use, 74.
18. Shchabanov, A. L., Rasulbekova, R. A., Mukhin, O. S. (1983). *Electrochemical method for the iodine extraction from drill waters through iodates*. *Azerbaijan Chemical Journal*, 3, 143–146.
19. Taran Yu. A. et al. (5.03.1986). *Author's certificate 1244087 USSR, MKH C 01 B 7/14. Methods of iodine extraction from solutions*. 3815334/23-26; declared, 23.11.84, № 26.
20. Terdovidov, A. S., Malykhin, M. Ya., Barishpolets, V. T. (1986). *The state of neutralization and utilization of associated commercial waters of gas and gas condensate fields of the Ukrainian SSR. Nature protection and rational use of natural resources: inform*. Chapter 47.