

УДК 556.314

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2020.4.18-21>

І. В. ЛЕСЬКІВ, канд. геол.-мінерал. наук, завідувач відділу регіональних геофізичних досліджень (Український державний геологорозвідувальний інститут), ivles.ukrdgri@gmail.com

I. LESKIV, PhD (Geol. & Mineral.), Head of Department (Ukrainian State Geological Research Institute), ivles.ukrdgri@gmail.com

НАЙБЛИЖЧА ПЕРСПЕКТИВА ВИДОБУТКУ ЙОДУ В УКРАЇНІ

THE NEAREST PROSPECT OF IODINE PRODUCTION IN UKRAINE

Україна посідає останнє місце в Європі за споживанням йодованої солі на душу населення, а обов'язкове йодування солі ще не передбачено на законодавчому рівні. Йододефіцит у людському організмі викликає в дітей гальмування росту й погіршення пам'яті, у дорослих – зниження працездатності й захворювання ендокринної системи. Дедалі більші потреби в йоді Україна задовольняє імпортною сировиною з країн-виробників.

За результатами аналізу складу пластових вод газонафтоносних площ України, який підготував автор, уперше на суходолі держави виявлено промислові запаси йодовмісних пластових вод з умістом йоду 18–40 мг/дм³ у пластах сармату Крукенницької та Чоп-Мукачівської западин на глибинах 500–2200 м. У Крукенницькій западині швидкість накопичення в басейні осадів сармату сягала 1 см/рік, а його теперішня товщина 6 (!) км. Пластові води зі свердловин переливали з дебітами до 300 м³/д. У йодовмісних водах у незначних обсягах наявний розчинений вуглеводневий газ з умістом метану до 92 %. Оцінені в межах вивчених ділянок ресурси йоду дають змогу видобувати його рентабельно понад 50 років. Для техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) розробки покладів йоду та вибору способів і технологій його вилучення ще потрібні дослідні відкачування пластових вод з метою підрахунку промислових запасів вод і детального аналізу розчинених у водах сполук йоду.

Ключові слова: Крукенницька й Чоп-Мукачівська западини, піщані пласти сармату, пластові води, розчинені у водах йод і газ, оцінка ресурсів йоду та його видобуток.

Ukraine ranks the last place in Europe in iodized salt consumption per head of population, and mandatory salt iodization level has not yet been legalized. Iodine deficiency causes growth inhibition and memory impairment in children, efficiency decrease and endocrine system diseases – in adults. Iodized salt has not been widely used in Ukraine and the increase in the laminaria prices has been constraining its consumption. Since 1972 iodine reserves of Ukraine are recorded to be found in the waters of Severo-Sivaskoye field in Azov Sea, but due to high cost of drilling the offshore wells, iodine had not been extracted from the reservoir. The growing demand of Ukraine for iodine is met by its import from the producing countries. The rate of consolidated sediments accumulation in Krukenitsk depression of the Sarmatian basin reached 1 cm/year, and its current thickness is 6 (!) km. Formation waters from wells overflowed from flow rates up to 300 m³/d. The layers of oligomictic and polymictic sandstones with carbonaceous cement thickness up to 5 m, porosity up to 26 %, permeability –10 mD and carbonate content level up to 20 % serve as reservoirs of formation waters in Sarmatian molasses. There are no records of regularities in change of iodine content in waters of Krukenitsk depression; iodine concentration in Chop-Mukachevo depression increases to the southwest from the axis of the Vihorlat-Gutin Area. Iodinated waters contain dissolved hydrocarbon gas in small volumes with a methane content of up to 92 %. The iodine resources estimated within the studied areas of 15 km² at Krukenitsky depression and 10 km² at Chop-Mukachevo depression, allow its profitable commercial production for more than 50 years. Waste formation waters will be disposed through available highly permeable aquifers. In order to perform iodine production feasibility evaluation, further formation water study and detailed iodine compounds analyses are needed.

Keywords: Krukenytska and Chop-Mukachevo depressions, sand layers of Sarmatian, formation waters, iodine and gas dissolved in water, assessment of iodine resources and its extraction.

За даними Інституту ендокринології АМН України, людська нервова система найчутливіша до браку йоду в організмі. А серед найфатальніших наслідків йододефіциту – народження розумово неповноцінних дітей, зниження їхнього інтелекту, сповільнення росту та зниження працездатності в дорослих. В Україні відсоток учасників ЗНО з фізики й математики щорічно скорочується, а 2019 року відсоток школярів, які склали іспити із цих предметів на мінімальний бал, сягнув 30 %. За останнє десятиріччя влада не здійснила жодних кроків зі зниження йододефіциту населення, особливо в молодого покоління. Через низький уміст йоду у воді й ґрунтах, а отже й у харчових продуктах українського походження, дефіцит йоду в населення мав би покриватися за аналогією з іншими країнами світу завдяки використанню йодованої солі. У процесі приготування страв більша частина йоду із солі випаровується і його дефіцит не компенсується. Зарадити цьому можна, якщо додавати йодовану сіль у готові страви, але рідко яка з українських господинь знає про це. Серед європейських країн найменше йодованої солі

на душу населення споживають саме в Україні, та й закону про обов'язкове йодування солі також бракує.

Повноцінним заміном йодованої солі може слугувати морська капуста (водорості родини ламінарієвих). Вона поширена на обмежених прибережних ділянках акваторій Тихого й Атлантичного океанів з постійними течіями на глибинах води 2–20 м. Росте на схилах і каміннях побережжя Сахалін, Південних Курил за $t = 0+13$ °C. Водорості живуть чотири роки, оптимальні харчові якості властиві дворічним ламінаріям, а їхня врожайність становить до 100 тонн з гектара. У листках міститься до 3 % йоду, а також 12 хімічних елементів, дев'ять вітамінів, полісахариди, кислоти й фруктози. В Україні мариновану морську капусту з російських Сахаліну й Курил, розфасовану в Білорусі, реалізують ціною понад 70 грн/кг.

75 % йоду людського організму міститься в щитоподібній залозі. Наслідками йододефіциту є захворювання щитоподібної залози й “букет” спричинених через хвору залозу ускладнень зниження росту та інтелекту в школярів. Крім харчової промисловості, йод використовують у медицині, ветеринарії, металургії, хімічній промисловості, сільському

господарстві, криміналістиці, а в останні роки – у виробництві електроніки, літєвих акумуляторів, ізотопів, дисплеїв на рідких кристалах і лазерних пристроїв. Йод належить до II класу токсичності, його гранично допустимі концентрації в повітрі – 1 мг/м³. Для виробництва сполук йоду потрібен сам йод, якого в Україні не добувають, а імпортують щорічно від світових країн-виробників (Чилі, США і Японія). У більших концентраціях йод трапляється в морській воді, пластових водах нафтогазоносних басейнів, до 140 мг/дм³, та океанічних водоростях. Промислові обсяги йоду одержують переважно методом повітряної десорбції, а також іншими способами.

Щорічно обсяги світового виробництва йоду зростають на 2,5–3,0 % і вже сягають 40 тис. т, а його ринкова ціна становить понад \$50 за 1 кг. В останні роки на ринку виробників йоду з'явилися Азербайджан, Іран і Туркменістан, а імпорт в Україну хлору, йоду, бромю та фтору за 2016–2018 рр. зріс у 87 разів.

Найдоступнішим способом отримання йоду в Україні є підземні пластові води. Супутні води нафтових родовищ ДДЗ і Внутрішньої зони Передкарпаття, у яких виявлені промислові вмісти йоду, не годяться для його виробництва через чималі глибини залягання йодовмісних вод і високу вартість експлуатаційних свердловин, невеликі дебіти припливів води, короткий період фонтанного способу їхнього видобутку та шкідливі домішки [1]. Держбаланс корисних копалин України обліковує тільки два родовища підземних промислових вод з кондиційним, понад 10 мг/дм³, умістом йоду – Північносиваське в Херсонській і Бистрівське у Львівській областях.

Північносиваське родовище промислових йодних вод виявлено внаслідок буріння двох свердловин на Арабатській стрілці під час розвідки Стрількового родовища газу й розміщене в акваторії Азовського моря та прилеглих до нього західних заток і водойм Сивашу (рис. 1). Уміст йоду у воді родовища становить до 30 мг/дм³. Запаси йодовмісних вод затверджені ДКЗ у 1972 р. в обсягах кат. А – 7,2 тис. м³/д, В – 12,8 тис. м³/д і С1 – 13,6 тис. м³/д. Пластові води хлоридо-натрієвого типу залягають у товщі дат-еоцену в пісковиках та органогенно-детритових вапняках товщами до 100 м на глибинах 1 300–1 600 м, де температура сягає 59 °С. Більша частина продуктивної площі родовища розміщується на території Херсонської області, решта – належить АР Крим. У 2018 р. уряд окупованого Криму безуспішно шукав зарубіжних інвесторів для видобутку на “свій” ділянці родовища пластових вод з метою одержання йоду. Згідно з ТЕО з Північносиваського родовища 42 проєктними свердловинами за допомогою компресорів і глибинних електропомп на пізнішому етапі видобутку вод передбачалося щорічне вилучення йоду в кількості 200 тонн на Сакському йодобромному заводі. Через потребу буріння в акваторії дорогих добувних свердловин та анексію Криму, Україна Північно-Сиваське родовище йоду, очевидно, не розроблятиме.

Бистрівське родовище промислових підземних розсолів розміщується на південному сході від Трускавця у Львівській області. Розсоли мінералізацією понад 350 г/дм³ містяться у відкладах верхньоворотиченської підсвіти в тріщинуватій глазурит-мірабілітовій шапці вторинних солей на глибинах 45–90 м і переливають з дебітом до 20 м³/д. Через малі запаси води та її низькі дебіти вода слугує сировиною тільки для виготовлення лікувальної трускавецької солі “Барбара”, аналогічної до солі з Карлових Вар у Чехії. В Україні це єдине родовище такої лікувальної солі.

Унаслідок аналізу даних з гідрогеології нафтогазоносних областей України виявлено дві геолого-тектонічні території, на яких є об'єкти для видобутку пластових йодовмісних вод і які відповідають таким критеріям: 1) невеликі глибини залягання й прості гірничо-геологічні умови буріння свердловин, що не здорожчуватиме їхньої вартості; 2) наявність у перспективному розрізі високомістких і проникних міцних гранулярних колекторів, які забезпечать високі дебіти припливів вод і рідини в потоці без твердої фази; 3) наявність аномально високого пластового тиску чи надлишкових тисків, які забезпечать тривалий період самовиливу вод зі свердловин; 4) наявність у водах великих концентрацій йоду без агресивних чи шкідливих компонентів; 5) наявність у водах незначних обсягів розчиненого вуглеводневого газу, який можна буде використати для технологічного процесу вилучення йоду, що знизить його собівартість; 6) наявність на малих глибинах природних резервуарів для закачування відпрацьованих пластових вод; 7) розвинена інфраструктура територій – дороги, залізниці, ЛЕП, газопроводи й населені пункти. Ці території – Крукеницька западина Зовнішньої зони Передкарпатського прогину і Чоп-Мукачівська западина Закарпатського прогину. Геологічну будову цих територій досить повно вивчено геофізичними методами, свердловинами різних категорій і глибин та докладно описано. Головним перспективним комплексом з йодовмісними пластовими водами на згаданих територіях вважаємо моласові відклади сарматського ярусу. Нижче звернемо увагу тільки на деякі виявлені, але раніше не висвітлені особливості територій. Краковецький розлом спрямований під кутом 40° до Карпатської геосинклінали. Крукеницька западина на території України має в плані форму трикутника: сторона вздовж лінії



Рис. 1. Північносиваське родовище. Схема розміщення за О. Ф. Кириченко, 1972

кордону з Польщею завдовжки становить 42 км, а бічні сторони, які сходяться на південному сході, східніше Майницького газового родовища, під кутом 25°, – 58 і 63 км (рис. 2). Поверхня рифейського фундаменту за даними методу спільної глибинної точки з позначки -2,2 км на кордоні з Польщею



Рис. 2. Схема Крукеницької западини

опускається на південний схід, сягаючи позначки -6,4 км. За сейсмічними даними форму поверхні фундаменту різні автори інтерпретують неоднозначно – від блокової до спокійної з рідкими скидами. Крукеницька западина – тектонічний елемент з найбільшою в Україні товщиною нижнього сармату, що становить приблизно 6 км! [2]. На Закарпатті товщина осадів сармату – 700 м, у Передкавказзі – 900 м. Об'єм порід нижнього сармату в Крукеницькій западині, з огляду на прийняту в літературі умовну межу їхнього поширення під Стебницьким насувом, сягає 2,6 тис. км³. У найглибшій частині Крукеницької западини накопичення осадів нижнього сармату проходило з небаченою в геології швидкістю – до 1 см за рік. Подібні товщини одновікових молас майкопу трапляються в Україні ще на Керченському півострові.

Повздовжні блоки доальпійського фундаменту Передкарпатського прогину утворюють гряди з рифейськими породами в ядрі. Обмежувальні блоки Краковецький, Городоцький та інші розриви розвивалися в неогені одночасно з осадкоутворенням. Товщини однойменних горизонтів сармату в зануреному й трохи піднятому крилах Крукеницького й Бонівського блоків різняться більше ніж удвічі (рис. 3). Крім повздовжньої у Крукеницькій западині, менш активно проявилася поперечна тектонічна діяльність – тільки чотири регіональні розломи у фундаменті трасуються в межах западини від Карпат до платформи. Резервуарами пластових вод у Крукеницькій і Чоп-Мукачівській западинах слугують витримані по площі пласти олігоміктових, зрідка поліміктових, міцних кварцових з карбонатним цементом пісковиків завтовшки до 3–5 м у товщі дрібнозернистих алевролітів і глин. Поруватість пісковиків сягає 26 %, проникність – 10 мД. Уміст карбонатного цементу в пісковиках становить до 20 %,

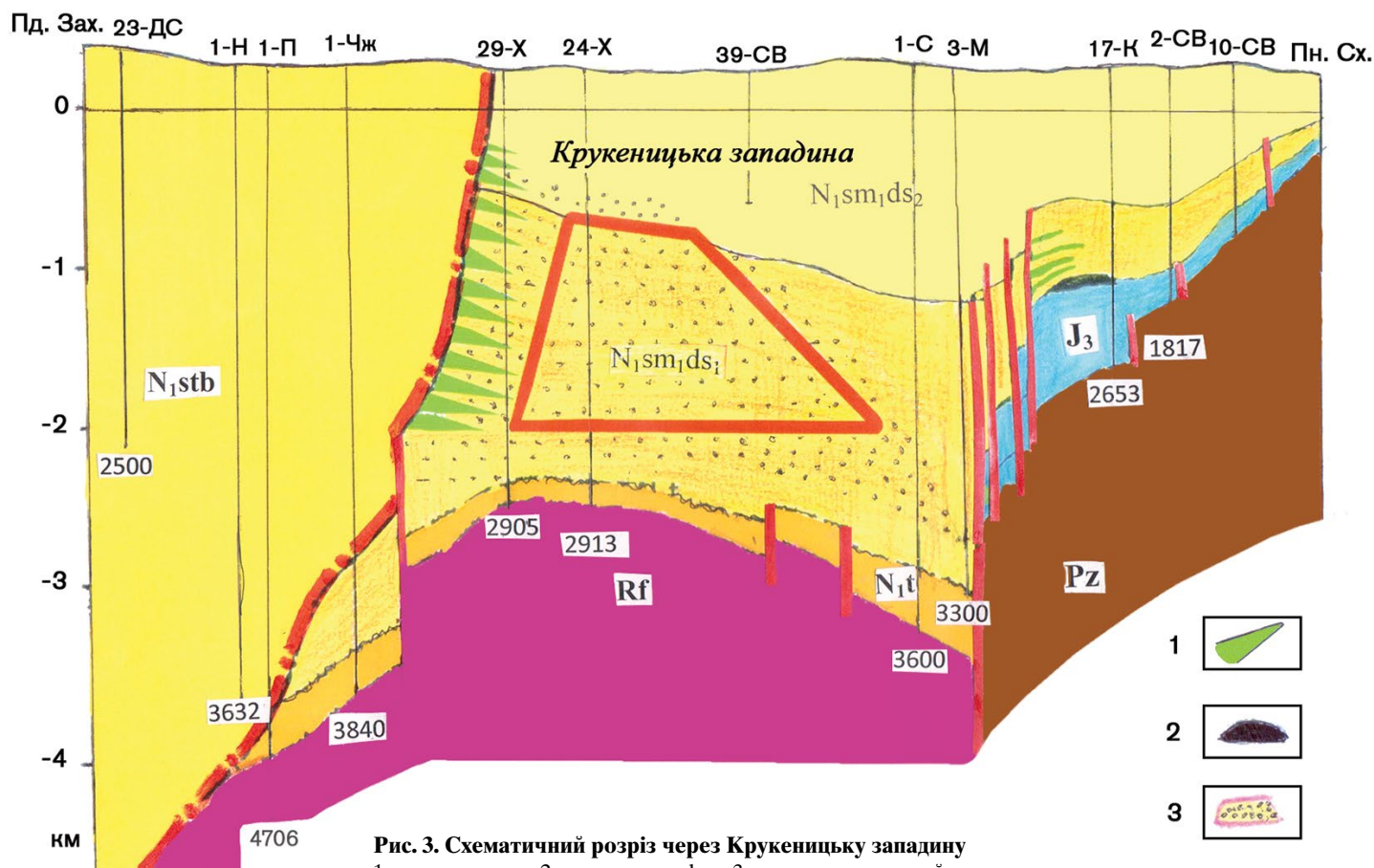


Рис. 3. Схематичний розріз через Крукеницьку западину

1 – поклади газу, 2 – поклади нафти, 3 – зона поширення йодорозчинних вод

а використання солянокислотного оброблення набагато підвищує дебіти припливів флюїдів зі свердловин. Покришками пасток слугують пласти-репери туфів і щільних монтморилітових глин, які унеможливають гідравлічний зв'язок між горизонтами. Це підтверджують різні характеристики вод із сусідніх по розрізу горизонтів. Пробурені по територіях западин свердловини розміщені нерівномірно. Їхня головна мета полягала в пошуках газу, але здебільшого під час випробування одержували припливи вод, які вивчали в лабораторіях УкрДГРІ і УкрНДІгазу. Вміст йоду у водах коливався переважно в межах 18–40 мг/дм³, але траплялися й води з більшим умістом, аж до 161 мг/дм³ (свердловина 2-Залужани). У водах також наявний розчинений вуглекислий газ із умістом метану до 92 %, який можна використовувати в технологічному процесі вилучення йоду. У Крукеницькій западині в межах свердловин, які ми дослідили, йод міститься в пластових водах нижнього сармату з глибини 900 м, а колектори, які можуть забезпечити промислові припливи йодовмісних вод, поширені тільки до глибини 2 200 м. Глибше залеглі пласти ще потребують додаткового вивчення їхніх фільтраційних можливостей. Закономірностей зміни концентрацій йоду по території не виявлено. У Чоп-Мукачівській западині йодовмісні води наявні в сарматі з глибини 500 м, а концентрація в них йоду зростає вперек осі Вигорлат-Гутинської гряди на південний захід (рис. 4). Походження йоду в пластових водах западин і закономірності зміни його концентрації ще потребують наукового вивчення.

Матеріал стосовно йодовмісту пластових вод, який зібрав автор, дав змогу вперше в Україні оцінити ресурси йоду в Крукеницькій і Чоп-Мукачівській западинах на ділянках площею 15 км² і 10 км² відповідно та підтвердити рентабельність робіт з організації на суходолі власного видобутку йоду.

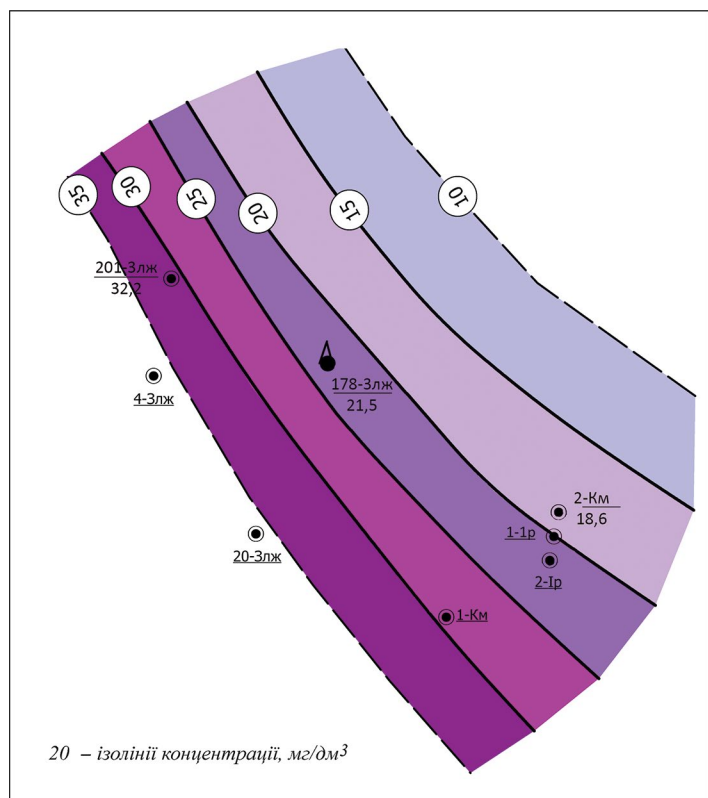


Рис. 4. Прогнозна схема максимальних концентрацій йоду у відкладах сармату площ Залуж – Іршава

Кінцевому рішення про видобуток йоду ще мають передувати такі роботи: 1. Дослідження з відповідної наукової тематики для конкретизації напрямів робіт з освоєння ресурсів йодовмісних вод. 2. Дослідні водовипуски на першочергових ділянках з метою підрахунку промислових запасів йодовмісних вод гідродинамічним способом. 3. Всебічне вивчення в Інституті ендокринології НАМН України складу сполук йоду в пластових водах для вибору оптимальних способів вилучення чистого йоду та виробництва йодопрепаратів як бази для складання об'єктивного ТЕО робіт на родовищах з видобутку йоду.

Кінцева мета: згідно з Національною програмою “Здорова нація” забезпечити учнів усіх шкіл і дошкільних закладів доступними йодовмісними препаратами вітчизняного виробництва для обов'язкового щоденного вживання під наглядом вихователів, що стане запорукою повноцінного росту й розвитку розумових здібностей молодого покоління.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кучманіч Н. Г., Бриндзя І. В., Шемельов В. Г. Пластові води Бориславського нафтопромислового району як джерело йоду і бромиду//Вісник Харківського НУ ім. Каразіна. – 2018. – № 2. – С. 62–68.
2. Леськів І. В., Щерба В. М. Геолого-геофізичні методи розшуків газу у Зовнішній зоні Передкарпатського прогину. – К.: Наукова думка, 1979.

REFERENCES

1. Kuchmanych N. H., Bryndzia I. V., Shemelev V. H. Formation waters of Boryslav oil field as the source of iodine and bromine//Visnyk Kharkivskoho NU im. Karazina. – 2018. – № 2. – P. 62–68. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2018-48-05> (In Ukrainian).
2. Leskiv I. V., Shcherba V. M. Geological and geophysical methods of gas exploration in the Outer Zone of the Pre-Carpathian Depression. – Kyiv: Naukova dumka, 1979. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 17.08.2020.



КАТАЛОГ ВИДАНЬ УКРАЇНИ

ПРЕСА ПОШТОЮ

Шановні читачі!
Державне підприємство з розповсюдження періодичних видань «Преса» повідомляє, що триває передплата на періодичні видання України на 2021 рік.

Передплату можна оформити за Каталогом видань України «Преса поштою»:

- на сайті ДП «Преса» www.presa.ua;
- на сайті АТ «Укрпошта» www.ukrposhta.ua;
- у відділеннях поштового зв'язку;
- в операційних залах поштамтів;
- у пунктах приймання передплати.