

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИ ВИДОБУВАННІ ГАЗУ З НЕТРАДИЦІЙНИХ КОЛЕКТОРІВ

В.С. Боднарчук, А.П. Мазур, Л.В. Кобелінець, О.В. Палійчук

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 40117,
e-mail: volodymyr_bodnarchuk@i.ua*

У зв'язку з тим, що потреби людства у вуглеводневих енергоносіях зростають, все частіше доводиться проводити пошуки та розвідку на нафту і газ не тільки у традиційних колекторах, але й зі сланців та сланцюватих аргілітів, які раніше розглядалися тільки як породи покривки. Вказане обумовило необхідність проведення науково-дослідних робіт у Західноукраїнському бітумонафтогазоносному регіоні, враховуючи екологічні умови видобування сланцевого газу. Адже саме екологічний аспект відіграє надзвичайно важливу роль для західного регіону України. Проаналізована велика кількість негативних наслідків видобутку даного типу вуглеводню, з метою запобігання можливого несприятливого результату проведення промислових робіт та мінімізації їх впливу на довкілля.

Ключові слова: сланцевий газ, сланці, екологія.

В связи с тем, что потребности человечества в углеводородных энергоносителях повышаются, все чаще приходится проводить поиски и разведку на нефть и газ не только в традиционных коллекторах, но также из сланцев и сланцевых аргиллитов, которые ранее рассматривались только как породы покрывки. Указанное обусловило необходимость проведения научной исследовательской работы в Западном битумонафтогазоносном регионе, учитывая экологические условия при добыче сланцевого газа. Ведь именно экологический аспект играет чрезвычайно важную роль для западного региона Украины. Проанализировано большое количество негативных последствий добычи данного типа углеводорода, с целью предотвращения возможных неблагоприятных результатов проведения промышленных работ и минимизации их влияния на окружающую среду.

Ключевые слова: сланцевый газ, сланцы, экология.

Due to the fact, that demand for hydrocarbon energy resources is constantly growing, there is a need to conduct oil and gas exploration on a more frequent basis not only in traditional oil reservoirs, but also in shales and shale argillites, which were earlier considered only as the roof rocks. The above-mentioned issue stipulated the necessity to perform research in the West Ukrainian bitumen-oil-and-gas bearing region, taking into account ecological conditions of shale gas production. The ecological aspect is of a paramount importance for the western region of Ukraine. A great number of negative consequences of this type of hydrocarbon production were studied to prevent possible adverse effect of industrial activities and minimize their impact on the environment.

Key words: shale gas, shales, ecology.

Вступ. Останнім часом сланцевий газ є актуальною темою як у світі, так і в нашій країні. Це можна пояснити високими цінами на традиційні енергетичні ресурси, а також побоюваннями вчених, що такі ресурси, як нафта та газ, досить швидко можуть вичерпатись. Умови їх видобування щороку стають складнішими, що впливає на зростання ціни. Для нашої країни сланцевий газ зміг би вирішити безліч енергетичних проблем, зважаючи на всесвітні тенденції впровадження альтернативних джерел енергії, у яких газ займає одне з провідних місць.

Проаналізувавши сучасні закордонні та вітчизняні дослідження та публікації потрібно сказати, що основний принцип видобування сланцевого газу в США полягає в бурінні великої кількості горизонтальних свердловин зі створенням тріщин на певних інтервалах. Перша промислова газова свердловина в сланцевих пластах була пробурена у 1821 році Вільямом Хартом у Фредонії (штат Нью-Йорк). Даний регіон вважається в США «батьком природного газу». Ініціаторами масштабного видобування сланцевого газу в США є Джордж П. Мітчел і

Том Л. Уорд. В 70-ті роки ХХ століття під час загострення проблеми енергетичної безпеки США уряд, шукаючи нові ідеї, згадав про сланці. Були проведені геологорозвідувальні роботи, під час яких були виявленні гігантські сланцеві структури – Барнет, Хейнесвіль, Файетвіл і Марцеллус, що простягаються на десятки тисяч квадратних кілометрів і, ймовірно, містять значні запаси природного газу.

Проте, в той час ці поклади виявились недоступними, а технологію видобування перестали вдосконалювати внаслідок падіння цін на нафту в 1980 р. Однак, в 90-ті роки кілька невеликих компаній, найбільшою активною серед яких виявилась Чессапик Енерджі, вирішили повернутись до ідеї вилучення газу із сланцевих пластів. В той час об'єми споживання газу в США різко зросли внаслідок масового будівництва по всій країні ефективних і екологічно чистих паро-газових енергоблоків, ціни на газ були досить високі, тому це було вигідно. Масштабне промислове видобування сланцевого газу розпочала компанія Девон Енерджі в США на родовищі Барнетт Шейл, яка на даному родовищі в 2002 році пробурила першу гори-

зонтальну свердловину (рис. 1). Завдяки різко-

з сланцевими структурами, а в 2008 році відбу-

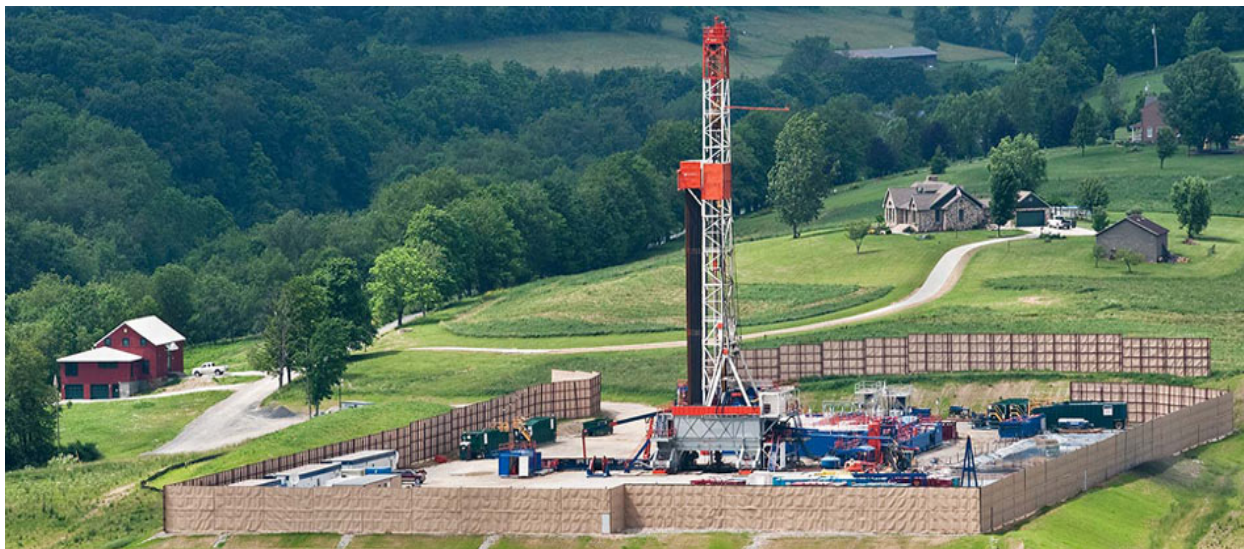


Рисунок 1 – Свердловина на сланцевий газ на родовищі Марцеллус, штат Пенсільванія [2]

му росту видобутку газу в 2009 р., США, стало світовим лідером з видобування газу (745,3 млрд куб. м). Проте, як стало пізніше відомо, ці дані не зовсім відповідали дійсності. До 2010 р. видобуток сланцевого газу в США досягнув 51 млрд куб. м на рік. На початку квітня 2010 р. виявилось, що цифри з видобування сланцевого газу в країні завищувались, що було пов'язано з бажанням США збільшити інвестиції у видобуток неконвекційного газу [1].

Науковці запропонували використовувати для видобування сланцевого газу дві технології, які були розроблені ще десятки років тому, але на той час не мали широкого застосування. Однією з них було горизонтальне буріння. Воно полягало в тому, що вже в середині пласта бур поступово відхилився від вертикалі, поки це відхилення не досягало 90 градусів, а потім продовжував свій рух вздовж осі земної поверхні (рис. 2).

Вперше ця технологія була використана в 40-х роках, але потім від неї відмовились через високу вартість. Завдяки розробкам 90-х років і використанню нових матеріалів (в основному для бурових труб) затрати вдалось знизити: ціна горизонтальної свердловини була вищою, ніж у традиційної вертикальної всередньому у 4 рази.

У газоносних сланцевих пластах в горизонтальній свердловині закачувалась під тиском суміш піску, води і спеціальних хімічних реагентів. Вважалося, що гідроудар зруйнує перепони газових кишень, що дозволить зібрати всі запаси газу разом і обійтись без буріння багатьох дешевих вертикальних свердловин.

Випробування та вивчення тривали кілька років, а в 2002 році на родовищі Барнет в штаті Техас була пробурена перша горизонтальна свердловина. Почалось введення в дію нової технології. З кожної пробуреної свердловини геологи отримували щораз більше інформації, що дало змогу поступово навчитись працювати

вся різкий прорив у технології видобування даного типу вуглеводнів з надр земної кори.

В Європі деякими нафтовими компаніями з світовим іменем вже ведеться видобування сланцевого газу, наприклад, у Польщі (рис. 4).

На думку експертів, Україна має значні ресурси сланцевого газу. Зокрема, перспективними є ресурси сланцевих товщ української частини Люблінського (Львівсько-Волинського) вугільного басейну.

Основний матеріал. Окрім цього, перспективи газоносності України можуть бути пов'язані з сланцями та сланцюватими породами менілітової світи олігоцену Внутрішньої зони Передкарпатського прогину та Скибової зони Карпат, неогену Зовнішньої зони Передкарпатського прогину, палеогену Болтишської западини Українського кристалічного щита (УЩ), верхньої крейди – північно-східного схилу УЩ, кайнозойських западинах Дніпровсько-Донецької западини, нижнього сармату і верхнього тортону Волино-Подільської плити, верхнього протерозою прикордонної частини України і Молдови та таврійської серії тріас-юрі в Криму. Деякі із вище перелічених стратиграфічних підрозділів до сьогодення не оцінювалися і не розглядалися як можливе джерело природного газу.

На даний момент ми повинні продовжувати проводити дослідження, пов'язані з даною проблемою. Сьогодні не можна впевнено стверджувати, чи вигідно буде видобувати промисловий газ з сланців або інших бітумінозних товщ, адже кошти на видобування сланцевого газу можна використати для пошуку та розвідки нафтових і газових родовищ у традиційних породах-колекторах або витратити на закупівлю газу для української промисловості в інших країнах. Отже, на даний момент до кінця не визначено, який зі шляхів є найкращим для нашої держави.

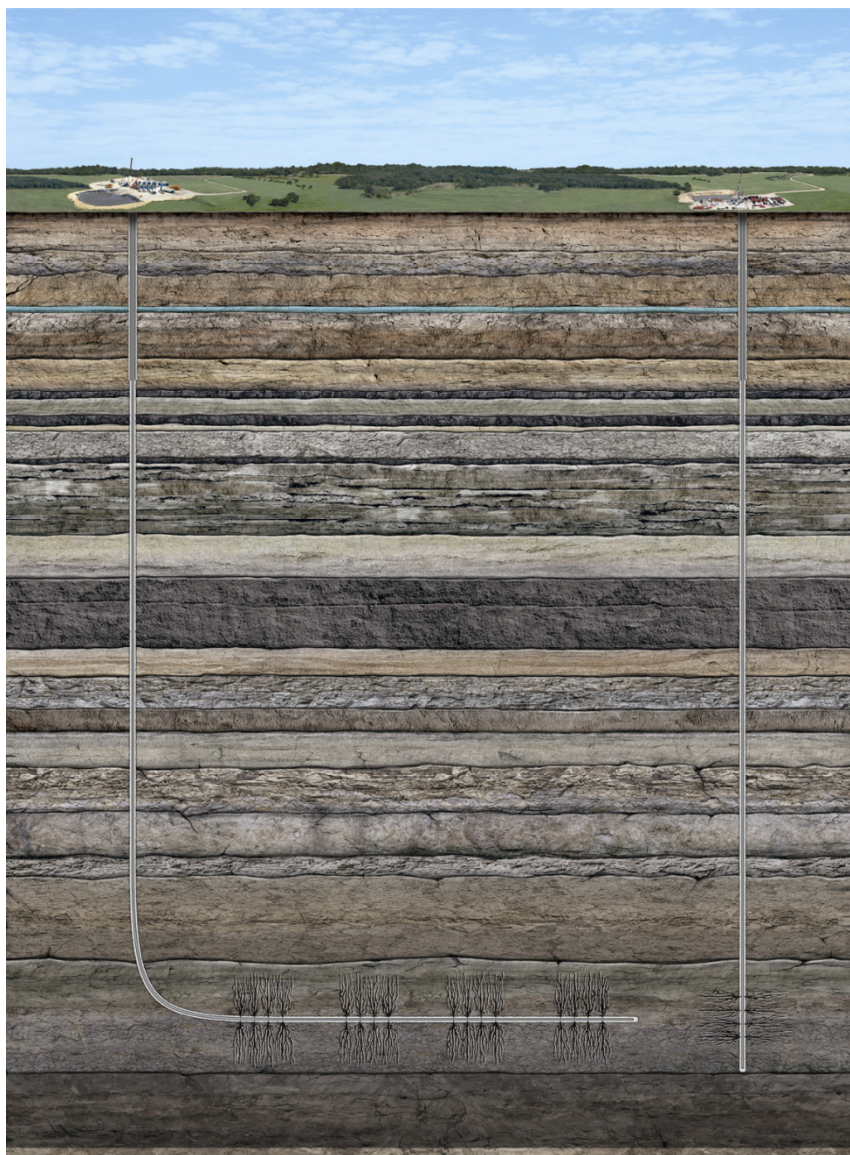


Рисунок 2 – Схема вилучення сланцевого газу горизонтальною та вертикальною свердловинами шляхом проведення гідророзриву пласта (за Джоном Пересом, 2008 р.) [3]

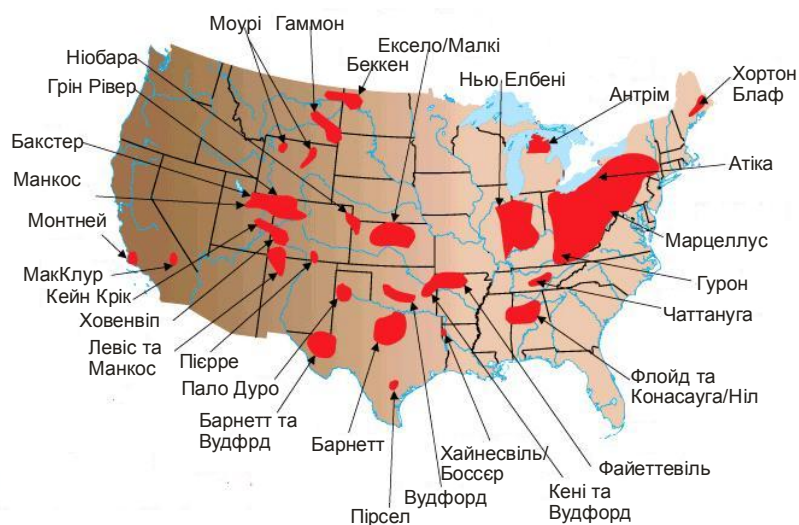


Рисунок 3 – Схема розповсюдження газоносних чорносланцевих порід у седиментаційних басейнах на території США [4]

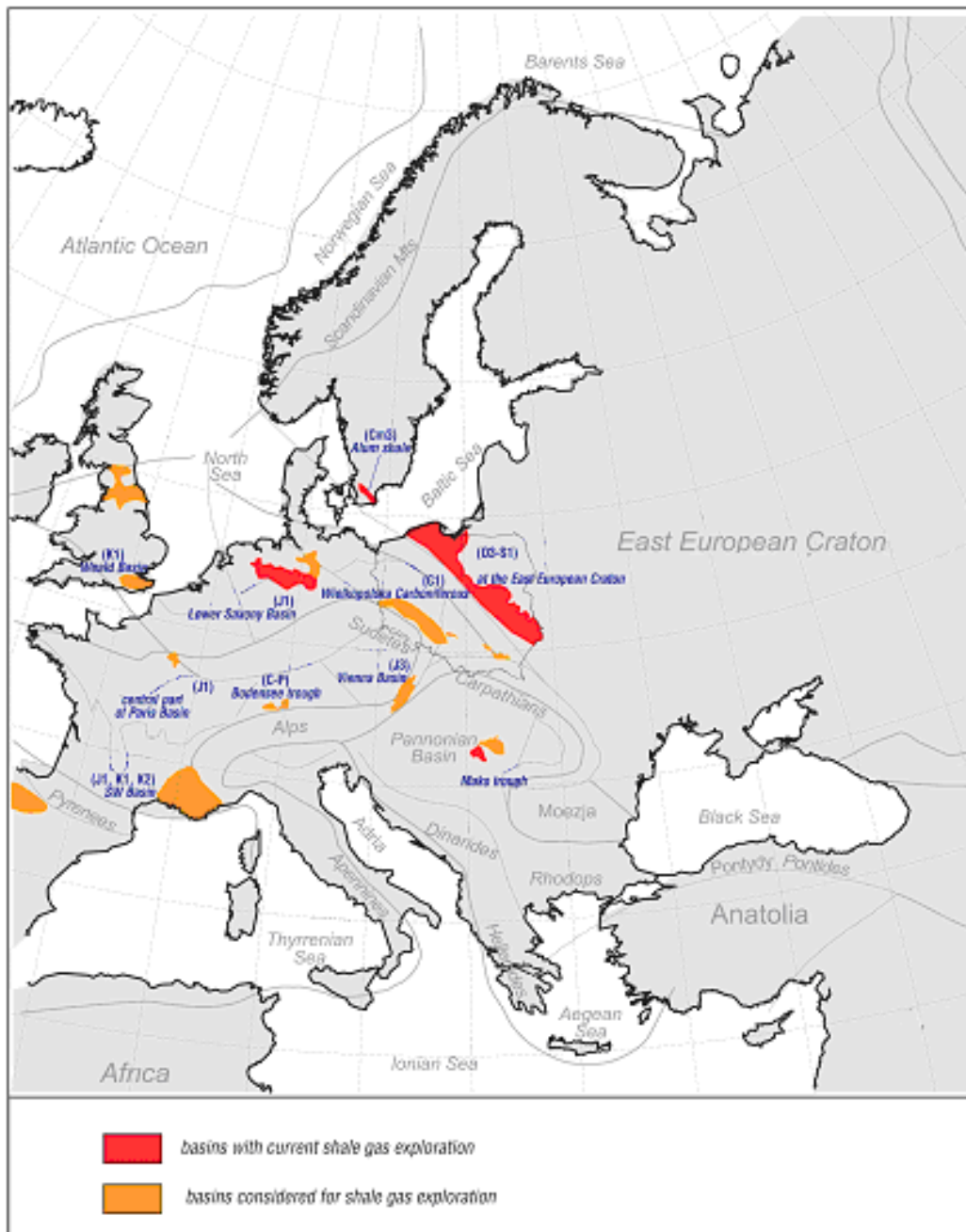


Рисунок 4 – Розташування основних європейських басейнів сланцевого газу (червоним кольором вказані місця, де видобувається сланцевий газ, жовтим – перспективні площі, за матеріалами ExxonMobil)

Американська схема вилучення сланцевого газу дуже перспективна. Проте, в сучасному світі лунає багато критики, стосовно екологічних проблем. На даний момент активно впроваджуються альтернативні джерела енергії, які не тільки економічно вигідні, але й екологічно безпечні.

Після останніх подій у Японії (аварія на атомній електростанції Фукусіма-1) людство звернуло увагу на проблеми безпеки експлуатації атомних електростанцій. Україна знає про це, завдяки своєму гіркому досвіду з Чорнобилем. Відповідно, необхідно шукати інші енергетичні альтернативи. На даний час жодні варіанти не в змозі замінити вуглеводневі енерго-

носії; актуальними є газ з нетрадиційних колекторів, які раніше вважались покривками.

Проте, на скільки б не була перспективна ідея «сланцевого газу», потрібно звертати велику увагу на вплив схеми його вилучення на навколишнє середовище.

Екологічні проблеми, які викликає буріння на сланцевий газ, спричинили хвилю протестів. Одна з найбільших проблем – це викид в навколишнє середовище природних радіоактивних матеріалів через бурові розчини та обладнання. Процес гідравлічного розриву пласта (ГРП) також може негативно впливати на якість значного об'єму ґрунтових вод.

Значна кількість продуктивних пластів залягають у місцях, де фахівці не рекомендують проводити будь-які бурові роботи. Наприклад, в затоці Чессапик (США), а також в басейні річки Делавер (США), на території яких діє комісія з водних ресурсів, котра має нормативну юрисдикцію в цьому районі. Робота комісії полягає у виключенні будь-якого сценарію потенційного зараження природних водойм при видобуванні та промисловому використанні води. Наприклад, нещодавно запроваджена умова, згідно якої у разі використання ГРП потрібно отримати дозвіл від DRBC (служба по спеціальному захисту води). Це, не зважаючи на те, чи проводились раніше роботи на даній території [5].

В травні 2008 року комісія по басейну річки Саскуеханна та департамент охорони навколишнього середовища віддали наказ про зупинку будь-яких робіт на окремих свердловинах. Це зроблено через те, що роботи проводились без необхідних дозволів. Після відбору проб води та її дослідження решту наявних дозволів поставили під сумнів.

При активному видобуванні вуглеводнів у межах західного регіону України було б доцільно створити схожий орган з контролю водних ресурсів.

Потрібно також помітити, що в місті Нью-Йорк та передмістях заборонено проводити бурові роботи. Інший штат – Пенсільванія, підтримуючи дану тенденцію, 16 листопада 2010 року зробив Пітсбург своїм першим містом, де не можна проводити ГРП.

Буріння у Північно-Східній Пенсільванії викликало витік природного газу у водоносні горизонти, що в свою чергу, змусило людей покинути дані території (місто Дімок, район Саскуеханна), на яких знаходилось 15 осель. До кінця не відомо, чи цей витік газу був спричинений саме буровими роботами. Однак, на нафтову компанію подали позов, у якому дане підприємство звинувачували у халатному відношенні в ході проведення бурових та інших промислових робіт без відповідних дозволів. Північно-Східна Пенсільванія – не єдине місце в США, де люди зіткнулись з проблемою потрапляння природного газу в водоносні пласти.

Сланцевий газ продовжують видобувати поблизу місця споживання, що є позитивним та досить актуальним аспектом, оскільки при спалюванні даного джерела енергії парникових газів буде виділятися значно менше порівняно з іншими енергоносіями. Природний газ породжує на третину менше викидів, ніж нафта і наполовину менше, ніж вугілля. Використання такого газу знижує викиди двоокису сірки і оксиду азоту. Перехід на газову енергетику з використанням величезного потенціалу сланцевого газу дозволить розв'язати проблему з парниковими газами в Україні.

При вилученні сланцевого газу потрібно враховувати і екологічну безпеку нових технологій. Можливе забруднення підземної питної води при гідророзриві через використання хімічних реагентів. Проте, вже розроблені і засто-

совуються нетоксичні бурові розчини та рідини для проведення ГРП. Експерти зазначають, особливої небезпеки немає, оскільки до кінця не доведено, що схема вилучення сланцевого газу призводить до забруднення питної води. Крім того, в цілому на виробництво газу з нетрадиційних колекторів витрата водних ресурсів менша, ніж при виробництві енергії іншими способами.

На думку фахівців, видобуток сланцевого газу в Європі ускладнюється низкою чинників, головні з яких:

- по-перше, поклади сланцевого газу на території ЄС та безпосередньо України ще не вичені.

- по-друге, враховуючи значну щільність населення порівняно з територією США, особливого значення набувають екологічні проблеми, пов'язані, зокрема, з використанням хімічних реагентів у технології гідророзриву пласта, що може призвести до забруднення підземних вод і джерел водопостачання.

Нарешті, науковці звертають увагу на те, що в Північній Америці з її просторами можна без особливих проблем бурити десятки тисяч свердловин на ділянках в тисячі квадратних кілометрів. В густонаселеній Європі видобувні компанії не зможуть дозволити собі подібну розкіш, що різко зменшує привабливість проєктів із вилучення альтернативних вуглеводневих енергоносіїв.

Видобування сланцевого газу вимагає використання великих об'ємів води, яка змішується з піском і хімреагентами. Хоча, потрібно відмітити, що вміст хімікатів з першого погляду – незначний (вміст води та піску – 99%, хімікатів – 1%). Незважаючи на це надходять повідомлення про прояв негативного впливу вилучення сланцевого газу з надр. Наприклад, аналіз, проведений в американському штаті Вайомінг, де знаходиться один з крупних покладів, вказує, що хімічні речовини здатні проникати у підґрунтові води. Зокрема вони були знайдені в навколишніх колодязях.

У процесі видобування сланцевого газу активно застосовують процес, який має назву "гідравлічний розрив пласта". При проведенні ГРП потрібно значно більше води, ніж для звичайної свердловини. Для прикладу можна розглянути родовище Марцеллус в США, де свердловини на сланцевий газ при активних промислових роботах потребують 7193,4 м³ води на день, а для одного ГРП потрібно 4000 т води і 200 т піску [6]. Необхідно відмітити, що використовується вода з річок та струмків, а це впливає на погіршення їх якісних характеристик, а також призводить до зменшення об'єму питних вод (рис. 6, 7).

Перед проведенням серйозних промислових робіт у західних областях України потрібно спочатку розробити необхідний пакет законів, спрямованих на захист водних ресурсів при використанні їх для такого типу робіт, тобто видобування сланцевого газу. Для прикладу, в Сполучених Штатах діють спеціальні комісії, які відповідають за відбір води з природних

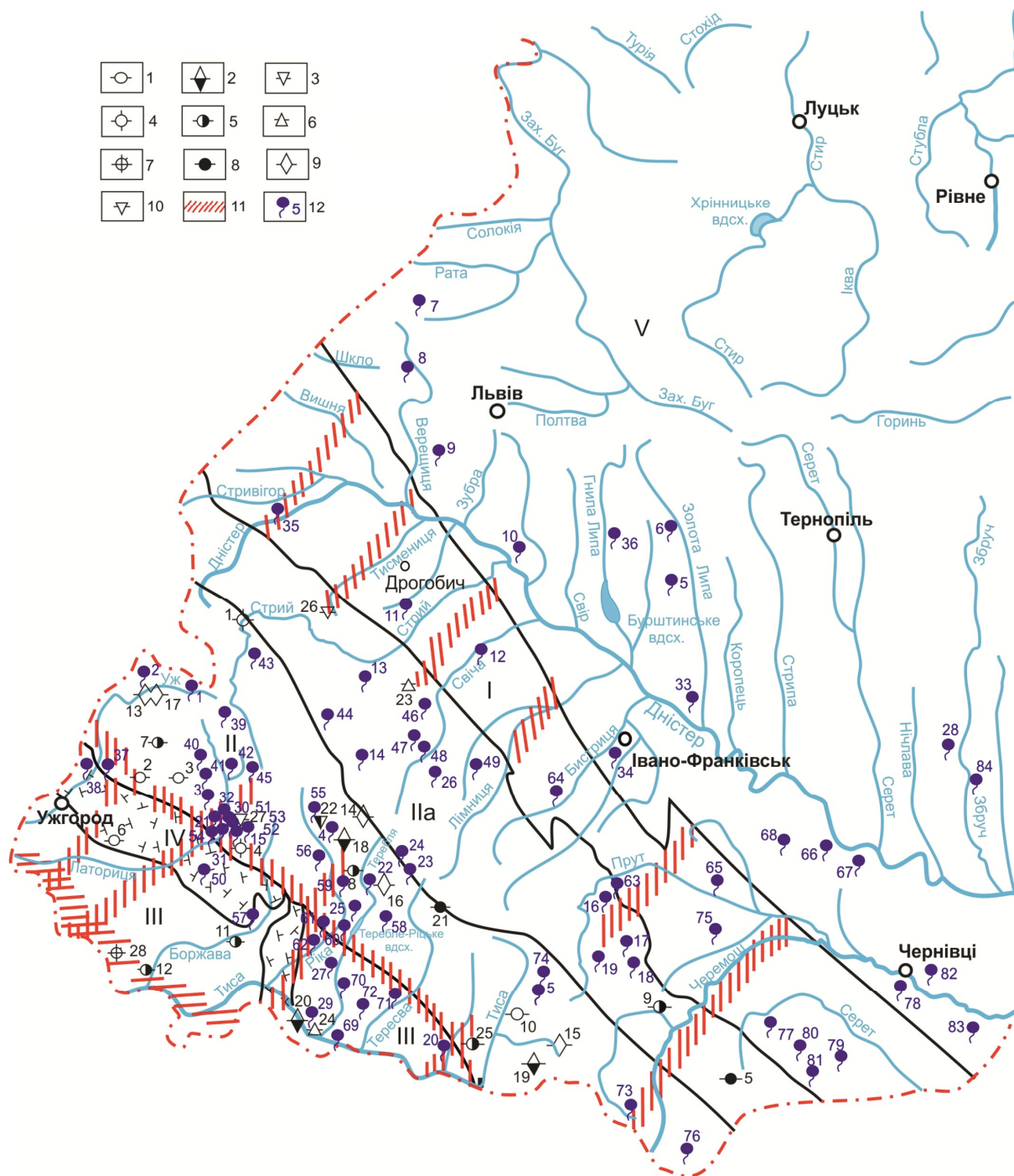


Рисунок 5 – Схема розташування водних пунктів з вуглекислими мінеральними водами різних типів, досліджених на вміст водорозчинних органічних речовин та з невизначеним мінеральним складом (основа В.В. Колодія та І.М. Койнова, з додатками В.С. Боднарчука)

джерел, видають дозволи на певну кількість відборів, постійно здійснюють контроль за якістю та рівнем поверхневих вод і т.д.

Необхідно звернути увагу, що вода, яка використовувалась у свердловині у час проведення ГРП повинна бути очищена. Для цього її транспортують на спеціальні очисні заводи (або застосовують мобільні очисні станції безпосередньо на місці проведення робіт). Потрібно також звернути особливу увагу на відсутність на території західного регіону настільки потужних очисних споруд. Відпомпована зі свердловина суміш після ГРП в декілька разів соло-

ніша за морську воду. Не варто забувати також про те, що наш регіон має значну кількість підземних вод, які відіграють велику роль у повсякденному житті мешканців західних областей. До речі, в західних областях України існує близько 111 джерел мінеральних питних вод (рис. 5).

Тому потрібно звернути особливу увагу на очищення води від можливого забруднення при проведенні гідророзривів. Тобто шляхом прориву хімічних реагентів у водоносні горизонти. В разі виникнення такого типу небезпеки необхідно, по можливості, ізолювати його у сверд-

Умовні позначення до рисунку 5:

I - Передкарпатський прогин; II - складчасті Карпати; III - Закарпатський прогин; IV - Вигорлат-Гутинський вулканічний хребет; V - Волино-Подільська плита.

Місцезнаходження водних пунктів з вуглекислими водами: 1 - Розлуч; 2 - Зарічево; 3 - Сімерки; 4 - сан. "Сонячне Закарпаття"; 5 - Путила; 6 - Руські Комарівці; 7 - Черногорова; 8 - Вучково; 9 - Верховина; 10 - Кваси, св. 45; 11 - Іршава; 12 - Берегово; 13 - Сіль; 14 - Верхній Бистрий; 15 - Говерла; 16 - Мерешор; 17 - Кострина; 18 - Сойми; 19 - Богдан; 20 - Шаян, св. 242; 21 - Усть-Чорна; 22 - Калечин; 23 - Танява; 24 - Шаян, св. 1-СВ; 25 - ур. Попитнік; 26 - Східниця; 27 - Поляна; 28 - Мала Бегань.

Мінеральні джерела з невизначеним мінеральним складом: 1 - Ужок; 2 - Стужиця; 3 - Плоске; 4 - Репинне; 5 - "Кришталева гірська", Бережани; 6 - "Карпатська джерельна", Струтин; 7 - Немирів; 8 - Шкло; 9 - Великий Любін; 10 - Розділ; 11 - Трускавець; 12 - Моршин; 13 - Верхнє Синьовидне; 14 - Славське; 15 - Свалява; 16 - Яремче; 17 - Татарів; 18 - Ворохта; 19 - Яблуниця; 20 - Солотвино; 21 - Синяк; 22 - Паринівате; 23 - Кантина; 24 - ур. Остріки; 25 - Косий Вирьх, с. Вучково; 26 - Мислівка; 27 - "Забродь", с. Драгово; 28 - Надзбручанська, смт. Гусятин; 29 - Едель; 30 - Луги Маркетини; 31 - Луги Алжбетини; 32 - Жофія; 33 - Золота Липа; 34 - Джерело Якова; 35 - Засадки; 36 - Коношки; 37 - Перичин; 38 - Сімер; 39 - Карпатське; 40 - Лумшори; 41 - Турички; 42 - Підполоззя; 43 - Ільник; 44 - Гребенів; 45 - Климець; 46 - Тисів; 47 - Мізунька; 48 - Шандра; 49 - Спас; 50 - Івашковиця; 51 - Голубине; 52 - Драчино; 53 - Солочин; 54 - Карпати; 55 - Ізки; 56 - Запереділля; 57 - Білки; 58 - Руська Мокра; 59 - р-н г. Мерша; 60 - Вільшани; 61 - Підчумаль; 62 - Противень; 63 - Заріччя; 64 - р-н Надвірна-Верхній Майдан; 65 - Турка; 66 - Звенячин; 67 - Хрещатик; 68 - Городенка; 69 - Тячів; 70 - Дулово; 71 - Ганичі; 72 - Лазы; 73 - Буркут; 74 - р-н г. Петрос; 75 - Космач; 76 - Сергії; 77 - Мигове; 78 - Михальча; 79 - Буденець; 80 - Банилів Підгірний; 81 - Стара Красношора; 82 - Магала; 83 - Хряцька. 84 - Сокиринці (за словами місцевих жителів).

Вуглекислі води: 1 - гідрокарбонатно-хлоридні натрієві; 2 - гідрокарбонатно-хлоридні натрієво-кальцеві; 3 - гідрокарбонатні кальцієво-натрієві; 4 - метаново-вуглекислі гідрокарбонатно-хлоридні натрієві; 5 - хлоридно-гідрокарбонатні натрієві; 6 - хлоридні натрієві; 7 - хлоридно-гідрокарбонатні сульфатні натрієві; 8 - хлоридні натрієво-кальцеві; 9 - хлоридно-гідрокарбонатні натрієво-кальцеві; 10 - гідрокарбонатні натрієві; 11 - тектонічні розломи; 12 - мінеральні джерела з невизначеним мінеральним складом.

ловині та вжити заходів, спрямованих на очищення води безпосередньо у водоймах, колодязях спеціальними фільтрами або хімічними реагентами, нешкідливими для людини.

Проте, не тільки вище вказаними факторами небезпечна схема вилучення - при застосуванні ГРП можливе просідання землі в районі проведення робіт. Це відбувається внаслідок того, що гідророзривні зони, які утворюються на глибині - недовготривалі і з часом руйнуються. А це може нанести непоправної шкоди сільському господарству. При бурінні свердловин під містами це може привести до негативних наслідків (руйнування житлових споруд). Ще одним важливим фактором є небезпека проявів тектонічної активності (землетрусів до 2 балів за шкалою Ріхтера), як це було у Великій Британії. Потрібно помітити, що Західний регіон знаходиться у сейсмічно-активній зоні, а це факт, який не повинен залишатись поза увагою. Для цього потрібно забезпечити проведення роз'яснювальних робіт в районах проведення видобутку. А також звернути увагу на стан житлових та нежитлових споруд [7].

Слід також сказати, що американці видобувають сланцевий газ на території багатьох штатів США шляхом буріння свердловин з подальшим випожуванням та проведенням ГРП кожні 25 м. Тобто потрібно у 100 разів більше свердловин, ніж при видобуванні газу з традиційних родовищ [7]. Для прикладу, на родовищі Барнетт, США у 2008 році пробурено понад 11,8 тис. свердловин. При промисловому видобуванні сланцевого газу використовується кущове буріння, тобто з одного стовбура бурять до 16 свердловин у різні напрямки, в кожній з яких проводять ГРП. А це досить серйозний вплив на надра регіону, в якому виконують бурові роботи.

Висновки та завдання подальших досліджень. Питання екології для Західного регіону України має надзвичайно важливе значення. Західна частина нашої держави, в перспективі – великий та цінний, з природної точки зору туристичний регіон. Однією із галузей спеціалізації господарства областей Західної України традиційно вважається туристична індустрія.

Потрібно приділяти значну увагу саме екологічному аспекту даної проблеми. Адже туризм відіграє надзвичайно важливу роль для жителів Прикарпаття та інших областей західної України. Наша держава пишається природою Західного регіону і повинна оберігати неповторну флору та фауну Прикарпатського краю.

Література

- 1 Маленькая ложь о сланцевом газе – Война и Мир: <http://www.warandpeace.ru/rucommentaries.org/wiki/> - 14.02.2011 17:13:12.
- 2 <http://news.nationalgeographic.com/news/2010/10/101022-energy-marcellus-shale-gas-overview/> - 18.05.2012 16:34:56
- 3 Modern shale gas development in the USA. A Primer. U. S. Department of Energy, Office of Fossil Energy National Energy Technology Laboratory, 2009.
4. <http://energyfuture.ru/wordpress/wp-content/uploads/2010/02/shale-gas-basins-in-usa.jpg> - 10.07.12 12:45:14
- 5 Governor's Marcellus Shale Advisory Commission, report. Edwin Austin Abbey mural, State Capitol, Harrisburg, 2011.
- 6 Боднарчук В.С. Необхідні екологічні умови для початку видобування сланцевого газу [Текст] // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції молодих



Рисунок 6 – Вантажівки з хімічними реагентами та водою для проведення гідравлічного розриву пласта (за матеріалами Schlumberger)



Рисунок 7 – Свердловина на сланцевий газ та "басейн" поряд з нею (за матеріалами Schlumberger)

вчених та студентів «Техніка і прогресивні технології у нафтогазовій інженерії - 2012», 5-7 листопада 2012 р., Івано-Франківськ, с. 23-26.

7 Орлов О.О. Сланцевий і вугільний газ та інші джерела енергоносіїв майбутнього [Текст] / О.О. Орлов, В.Г. Омельченко, А.В. Локтев - Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2012. - 152 с.

8 <http://energyfuture.ru/ecologicheskoe-posledstviya-dobychi-slancevogo-gaza>, 25.12.2011 20:54:20.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
11.09.13*

*Рекомендована до друку
професором **Орловим О.О.**
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
канд. геол.-мінерал. наук **Штурмаком І.Т.**
(НДПІ ПАТ «Укрнафта», м. Івано-Франківськ)*