

Л.І. Пимоненко, І.М. Скопиченко, А.О. Нікітіна

## ГЕОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ПОШИРЕННЯ СЛАНЦЕВИХ ФОРМАЦІЙ УКРАЇНИ

Горючі сланці у світі досить поширені. Вони представлені як невеликими сланцепроявами, так і великими родовищами. На даний час тільки декілька родовищ горючих сланців у Бразилії, Китаї й Естонії, експлуатуються. Зважаючи на зниження загальносвітових обсягів видобутку нафти, горючі сланці є перспективним джерелом енергоресурсів у майбутньому.

Горючі сланці містяться запаси вуглеводнів, які значно перевищують запаси природної нафти і газу. За даними пошуково-розвідувальних робіт, ресурси родовищ горючих сланців у світі колосальні. Їх потенційні ресурси оцінюються в 650 трлн. тонн, відомі ресурси досягають 450 трлн. тонн. Загальну оцінку світових ресурсів виконати доволі складно, оскільки для їх вивчення у країнах використовуються різні методи з урахуванням наявності запасів, потреби, доцільності їх видобутку і використання.

При вирішенні проблем охорони навколишнього середовища необхідно врахувати ту обставину, що газові викиди і стічні води сланцепереробних виробництв вміщують забруднювальні речовини, які мають підвищений забруднюючий вплив на навколишнє середовище і шкідливий вплив на організм людини.

**Ключові слова:** горючі сланці, менілітові сланці, охорона навколишнього середовища при видобутку сланців.

### Вступ.

Освоєння родовищ традиційних енергетичних джерел, у першу чергу нафти та газу, супроводжується швидким виснаженням розроблюваних родовищ, що викликає необхідність використання альтернативних джерел. Одним з джерел енергетичної сировини є горючі сланці, які мають великі запаси.

Горючі сланці у світі досить поширені. Вони представлені як невеликими сланцепроявами, так і великими родовищами. На даний час тільки декілька родовищ горючих сланців у Бразилії, Китаї й Естонії, експлуатуються [4, 12]. Зважаючи на зниження загальносвітових обсягів видобутку нафти, горючі сланці є перспективним джерелом енергоресурсів у майбутньому.

Горючі сланці містяться запаси вуглеводнів, які значно перевищують запаси природної нафти і газу. За даними пошуково-розвідувальних робіт, ресурси родовищ горючих сланців у світі колосальні. Їх потенційні ресурси оцінюються в 650 трлн. тонн, відомі ресурси досягають 450 трлн. тонн. Загальну оцінку світових ресурсів виконати доволі складно, оскільки для їх вивчення у країнах використовуються різні методи з урахуванням наявності запасів, потреби, доцільності їх видобутку і використання [2, 3, 4].

Сьогодні у багатьох країнах світу ведуться дослідницькі та дослідно-промислові роботи зі створення ефективних технологій з метою одержання зі сланців рідких і газоподібних висококалорійних палив та дефіцитних хімічних продуктів. Найбільший розвиток такі роботи одержали в Бразилії, Росії, Естонії, Австралії та США. За оцінками, США мають запаси понад 56 трлн м<sup>3</sup> сланцевого газу [10, 12].

Розширення паливно-енергетичного балансу України під час відновлення її після бойових дій, обумовлює повернення до вивчення сланцевих родовищ, які розташовані у різних геологічних структурах.

*Мета:* визначити геологічні чинники поширення сланцевих формацій та екологічні ризики при їх розробці.

#### **Матеріали та методи досліджень.**

Проведено аналіз та узагальнення матеріалів виробничих звітів, наукових публікацій [1 - 12], польові та аналітичні дослідження проведені авторами у 2019 – 2022 рр.

#### **Виклад основного матеріалу.**

Під сланцями взагалі (як горючими, так і вуглистими) розуміють викопні матеріали, в яких крім органічних речовин міститься велика кількість і мінеральних речовин (умовно понад 40%). Термін «горючі сланці» прийнято поширювати на сланці з органічною масою (тобто з керогеном) лише сапропелевої природи. Високозольні породи з органічною масою гумусної природи називають звичайно «вуглистими сланцями». Слід враховувати, що за характером органічної маси у природі зустрічаються сланці як гумусного і сапропелевого, так і ліптобіолітового, а також змішаного походження. У даній статті розглядаються «горючі та, переважно, мінілітові сланці».

Перші родовища горючих сланців утворились більше 1 млрд років тому, в докембрії, близько 40% усіх сланців утворились у палеозойську еру, 30% – у мезозойську та 25% – у кайнозойську. Поклади горючих сланців, за звичай, це пласти товщиною в кілька метрів. Однак, зустрічаються сланцеві поклади загальною потужністю до 600 м із частим перешаруванням пластів горючих сланців і різних осадових порід.

На території України знаходяться два основних регіони (рис. 1) де поширені родовища горючих сланців, з яких можливе видобування природного газу, а саме: Львівсько-Люблінський басейн на заході країни (видобувні запаси сланцевого газу оцінюють на рівні 1,47 трильйона метрів кубічних) та Дніпровсько-Донецький басейн – на сході (видобувні запаси сланцевого газу оцінюють на рівні 2,15 трильйонів метрів кубічних) [2, 3 - 7].



Рис. 1. Оглядова карта сланченості України (Скоробач, 2002)

Формація, яка домінує в генеруванні газу сланцевих товщ Дніпровсько-Донецького басейну, - чорні сланці візейського ярусу нижнього карбону, а основні поклади сланцевого газу в межах Львівського палеозойського прогину зосереджені в сланцях силурійсько-ордовицьких відкладів.

Відклади, що включають родовища та прояви горючих та мінілітових сланців, приурочені в Україні до різних тектонічних структур і спостерігаються у різних регіонах . У межах України виділено дві геотектонічні групи формацій вміщуючих сланці: перша – формація древніх платформ, друга – формація геосинклінальних областей.

До формації древніх платформ відносять горючі сланці западин Українського щита (УЩ), півдня Подолії (Волино-Подольської плити), депресійних воронки і, можливо, компенсаційних прогинах Дніпровсько-

Донецької западини (ДДЗ). Формація геосинклінальних областей представлена менілітовими сланцями Карпат. Родовища горючих і менілітових сланців та сланцепроявів мають різний вік утворення та обстановки накопичення.

У Бовтиській і Ротмістрівській западинах УЩ [2] (рис. 1), у депресійних воронках ДДЗ сланценакопичення, ймовірно, проходило в умовах опріснених водойм зі значним обсягом надходження теригенного матеріалу. Горючі сланці півдня Подолії та менілітові сланці Карпат накопичувалися в умовах мілководдя морських басейнів [2, 6].

Сланці Ротмістрівської западини відносять до нижньо-крейдового віку. Питання про вік сланців Бовтиського родовища є дискусійним: одні дослідники відносять їх до нижньо-крейдового періоду, інші – до палеогену-нижнього еоцену. На нашу думку, сланценакопичення у Бовтиській западині можливо тривало протягом від крейди до неогену із перервами, аналогічно до торфонакопичення, що представлене у сучасних розрізах буровугільними пластами Дніпровського буровугільного басейну .

Вздовж Подільської гряди (рис. 1) товтрових вапняків розвинуті сланценосні відклади доволі широкою (10-20 км) смугою, яка простягається на 130 км. Підосвою сланценосного розрізу є рифові вапняки верхнього тортону, які називаються «тесовою банкою», що поширені на території повсюди. Горючі сланці півдня Подолії різного віку: Михайлівський прояв - пов'язаний з осадовими утвореннями верхнього тортону, а Флоріанівське родовище, Слобода-Савицький і Новоселицький прояви - нижньосарматського віку, що також корелюються за віком формування з буровугільними покладами регіону. Утворення фацій і вапнякових рифів проходило в умовах, які пов'язані з трансгресією теплих морів у верхньотортонській і нижньосарматській час [2].

Рифові споруди товтрової смуги характеризуються складними формами та конфігурацією, які обумовили утворення напівзамкнених мілководних лагуноподібних басейнів. У яких склалися сприятливі умови застійного режиму при яких почалось накопичення глинистого матеріалу і розвиток органічного світу. За таких умов здійснювалось накопичення рослинних і тваринних залишків, які є джерелом органічної речовини бітумінозних сланців. Лагунно-морські умови накопичення та утворення сланценосних формацій були характерні для більшості відкладів нижньосарматського віку, які прилягають безпосередньо до товтрів.

У будові Дніпровсько-Донецької западини приймають участь девонські, кам'яновугільні, пермські, тріасові, юрські, крейдянні, палеогенові, неогенові і четвертинні відклади, які залягають на розмитій поверхні докембрійського кристалічного фундаменту. Припущення про можливу сланценосність девонських відкладів базуються на тому факті, що у Прип'ятському прогині

(Білорусь), який є північно-західним продовженням ДДЗ, встановлена сланценосність девонських відкладів (данково-лебедянський горизонт фаменського ярусу верхнього девону), глибина залягання горючих сланців коливається там від 60-70 м на заході, до 500-600 м і більше на сході (на кордоні держав). Потужність пластів горючих сланців змінюється у межах від 0,1-0,2 м до 3-4 м [2].

Сланценосними у ДДЗ (рис. 1) можуть бути широко розвинуті олігоцен-міоценові відклади у межах депресійних воронок, які пов'язані з соляною тектонікою. Про це свідчить виявлення сапропелітів в межах Ново-Дмитрієвської та Пісочненської депресійних воронок, які мають багатошарову будову.

Виявлення горючих сланців доволі ймовірно в межах компенсаційних прогинів, які залягають в тому ж комплексі осадових порід, включаючи і вугленосну товщу, з середньою частиною якої пов'язані сапропеліти. Однак, поки що ні в одному із вивчених компенсаційних прогинів (Сула-Удайський, Роспачинівський) горючих сланців виявлено не було.

Вивченість виявлених на Україні родовищ і проявів горючих сланців доволі різна, тому і геолого-економічна оцінка залежить від ступеня вивченості геологічних особливостей кожного родовища і сланцепрояву.

Менілітові сланці розповсюджені на значній площі Українських Карпат (рис. 1) (близько 15 тис. км<sup>2</sup>). Менілітові бітумінозні сланці, які є одним із компонентів менілітової серії олігоцену, широко розвинуті в зоні Карпатських гірських будов, на всьому протязі української частини Карпат від польського до румунського кордону. З рахунок інтенсивної складчастості та численних надвигових порушень вони в багатьох місцях утворюють великі відслонення, головним чином у бортах долин рік, які прорізають їх навхрест простягання (рис. 2). У товщі менілітової серії М. Л. Ладиженський виділяє три світи: нижню, середню і верхню.

Нижня світа представлена кременисто-мергелистим роговиковим горизонтом, сланцюватим аргілітом з багаточисленними прошарками глауконітових пісковиків, доломіту і доломітизованих вапняків. Потужність світи змінюється від 200 до 400 м.

Середня світа складається з вапнякових аргілітів темно-сірого кольору, які чергуються з вапняковистими пісковиками, алевролітами і доломітами. Порооди даної світи характеризуються невеликим вмістом органічної речовини.

Верхня світа складена аргілітами чорного та коричневого кольору з прошарками пісковіку, алевриту, мергелю і доломіту. Потужність світи досягає 600 м.



Рис. 2. Відслонення сланців у долині річки Свіча.



Рис. 3. Відслонення менілітових сланців поблизу с. Новошин (Карпати, палеоген, менілітова світа).

Менілітові відклади, як і інші породи карпатського флішу, зібрані в складки і ускладнені тектонічними порушеннями скидного-насувного характеру.

Вміст менілітових сланців в розрізі верхньої і нижньої світ коливається від 80 до 95 %. Менілітові відклади неоднорідні як за літологічним складом, так і за вмістом органічної речовини в сланцях. Вказана неоднорідність спостерігається по розрізу і по простяганню менілітових порід (рис. 4 а, 4 б).



Рис. 4. Фрагменти відслонення (рис. 3) менілітових сланців поблизу с. Новошин (Карпати, палеоген, менілітова світа)

Територія розповсюдження менілітових сланців ділиться на наступні тектонічні одиниці: Покутську підзону внутрішньої зони Передкарпатського прогину (Покутські складки), Скибову, Кросненську і Дуклянську зони [4, 7].

Менілітові відклади представляють собою потужний комплекс почергових шарів власне бітумінозних сланців, пісковиків і кременистих порід. Свою назву менілітові сланці отримали від мінералу «меніліт» з групи напівопалів, який названий у 1794 році французьким мінералогом Доломьє і виявлений у даній серії відкладів Е. Глокером.

В Україні найбільш збагачені бітумами вважаються сланці менілітової світи. Ці сланці мають коричневий до чорного колір, виходять на денну поверхню та залягають на різних глибинах у різних тектонічних поверхах Внутрішньої зони Передкарпатського прогину і Скибової зони Карпат. На рисунку 2 зображено фото менілітових сланців із відслонення у руслі ріки

Свіча, Івано-Франківської області. Це - чорні сланці, які містять органічний матеріал сапропелевого ряду.

Варто зазначити, що формування сланценосних товщ у межах древніх платформ корелюються за часом формування із вугленосними товщами аналогічних структур та відповідає закономірностям накопичення органічної речовини. Накопичення та консервація органічної речовини відбувається за наявності воднево-вуглеводневого підтоку [2]. Процеси збачагнення осадових порід бітумінозною речовиною були простежені по-близу Залізного порту та на Арабатській стрілці у зоні впливу «гарячих джерел».

Значні тектонічні (тектоно-магматичні) процеси значно змінили менілітові сланценосні товщі, які підняли на денну поверхню (рис. 3, 4). Зважаючи на різкі зміни форм на незначних відстанях у сланценосній товщі та тріщинуватість у сланцевих прошарках, вважаємо за що на товщу мали значний вплив постформаційні тектоно-плутонічні процеси, які за часом відповідають вулканізму у Карпатах. Вугленосні площі Закарпаття та Прикарпаття за віком формування корелюються із менілітовими сланцями.

Розвиток покладів сланців корелюється територіально та в часі з вугленосними товщами та з нафтогазоносними верствами у межах Українського щита, півдня Подолії (Волино-Подольської плити), депресійних воронок і, можливо, компенсаційних прогинах Дніпровсько-Донецької западини та Карпат.

Потенціал покладу горючих сланців характеризується кількістю і якістю органічних сполук, а також рівнем їх термічної зрілості [1].

Якісним показником газової ефективності горючого сланцю є вміст керогена, тобто вуглецевмісної органіки. До найбільш термічно зрілих сланців відносять родовища «сухого газу» (вміст метану складає не менше 90%) з керогеном типу III. Менш термічно зрілі родовища з керогеном типу II даватимуть газ з домішками конденсату. Ще менш термічно зрілі сланці з керогеном типу I є нафтоносними. Термічна зрілість залежить від ступеня нагрівання материнської породи в процесі перетворення керогену у вуглеводні [10].

Обсяг доступного газу в сланцевому пласті прямо пропорційний товщині сланцевого шару, найбільш доцільно розробляти потужні і термічно-зрілі сланці. Як правило, вони відносяться до палеозойської і мезозойської ери, зокрема, до пермського, девонського, ордовіцького і силурійського періодів.

Існує цілий набір геохімічних параметрів, які зумовлюють умови видобутку сланцевого газу а, відповідно, визначають собівартість продукту. Перш за все, істотно впливає на собівартість видобутку вміст глини у жорстких пісках, яка поглинає енергію гідророзриву, що вимагає збільшення обсягу



необхідних хімікатів. Найбільш вигідними вважаються «крихкі» сланці з великим вмістом двоокису кремнію, оскільки такі родовища містять природні переломи і тріщини та потребують меншої потужності гідророзриву [3, 8, 10].

*Екологічні ризики під час розробки сланців.*

Сланцева промисловість має вельми різноманітний вплив на навколишнє середовище, причому негативний характер цього впливу у багато чому визначається утворенням надзвичайно великої кількості твердих відходів, основна частина яких за сучасних технологій видобутку та переробки сланців складається у відвалах [1, 3, 4, 9, 11].

Відвали порушують елементи природного ландшафту, які визивають зміни рельєфу місцевості і типової рослинності. Оскільки у вміщуючій породі та зольних залишках термічної переробки сланців міститься від 5 до 20% горючих речовин, відвали можуть samozapalюються. Горіння їх продовжується місяцями, іноді продовжується протягом ряду років. При цьому атмосфера забруднюється сірчаним ангідридом та іншими токсичними газами. Інтенсивне забруднення атмосфери відбувається і в результаті вітрової ерозії поверхневого шару відвалів. У зв'язку з вимиванням із відвалів органічних речовин, продуктів їх розкладу, розчинних мінералів і важких металів забруднюється ґрунт, ґрунтові води і джерела водопостачання. Варто зазначити, що облаштування відвалів пов'язано з відчуженням значних земельних територій. При цьому пошкодження ґрунту проявляються на площах, які значно перевищують безпосередньо зайнятість відвалами. Заходи, які направлені на локалізацію шкідливого впливу видобутку сланців на навколишнє середовище, зводяться, в основному, до організації відповідного складування твердих відходів і з наступною рекультивацією території.

У теперішній час, з метою запобігання samozapalення, відсипка порід на прибалтійських шахтах ведеться тільки у плоскі відвали з терасами через кожні 10 м по висоті. Проєкт рекультивації таких відвалів передбачає покриття поверхні терас і вершин відвалів родючим шаром ґрунту, попередньо знятого з поверхні відведеної під відвал і посадки лісу [9].

Розроблені і, як передбачається у майбутньому, будуть широко застосовуватися методи озеленення зольних відвалів переробки сланців деревами і кущами, а також багаторічними травами. Перші дослідження в цьому напрямку були проведені в 1968 році в Естонії. Вегетаційні дослідження по озелененню відвалів проводяться і у США [12].

Для складування відходів переробки сланців необхідно використовувати негативні форми рельєфу (балки, яри і ін.). При цьому відходи повинні зволожуватись водою і утрамбовуватись. Для попередження забруднення водотоків при розчиненні речовин із відходів, відвали повинні бути обладнані

дамбами і дренажним устаткуванням. Після виповнення негативних форм рельєфу відвали вирівнюються і покриваються ґрунтовим шаром.

Таким чином, є ряд технічних рішень, реалізація яких дозволяє зменшити негативний вплив відходів на навколишнє середовище. Тим не менше, коло невирішених проблем достатньо широке, і в США наприклад, саме ця обставина є в якості одного із головних доводів проти організації промислової переробки сланців у наземних агрегатах.

При підземній перегонці можуть виникнути проблеми, які пов'язані з охороною довкілля (забруднення ґрунтових вод продуктами термічної переробки, які залишаються у породі). Негативні наслідки можуть мати і високотемпературне нагрівання великих мас гірської породи. Всі ці питання потребують довивчення.

При вирішенні проблем охорони навколишнього середовища необхідно врахувати ту обставину, що газові викиди і стічні води сланцепереробних виробництв вміщують забруднювальні речовини, які мають підвищений забруднюючий вплив на навколишнє середовище і шкідливий вплив на людину. Системи захисту атмосферного повітря від забруднення, захисту води від забруднення стічними водами, охорона ґрунту і рекультивацію земель будуть використовувати сучасні технічні засоби і заходи, що в повному обсязі забезпечить очищення газових викидів і стічних вод до гранично припустимих концентрацій.

На основі вище викладеного можна ще раз констатувати, що єдино вірним і радикальним рішенням цієї проблеми є комплексна переробка сланців з максимальною утилізацією їх мінеральної частини. При такому підході з ефективним захистом навколишнього середовища, досягається значна економія коштів, які використовуються на облаштування й експлуатацію породних і зольних відвалів, а також забезпечення раціонального використання природних ресурсів.

### **Висновки.**

Площі розвитку сланців України пов'язані з різними геотектонічними структурами. На накопичення та формування сланцевих верств мали вплив тектоніка та воднево-вуглеводней підтік, за аналогією до вугленосних товщ та нафтогазових покладів. У менілітових сланценосних товщах встановлено постформаційний тектоно-плутонічний вплив, що вивів сланцевмісні розрізи на денну повехню, не виключено, що такі ж процеси можна буде простежити й на глибині у суміжних регіонах.

При вирішенні проблем охорони навколишнього середовища необхідно врахувати ту обставину, що газові викиди і стічні води сланцепереробних виробництв вміщують забруднюючі речовини, які мають підвищений

негативний вплив на навколишнє середовище і шкідливий вплив на організм людини.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вульчин Є.І. Геохімія мікроелементів у каустобіолітах Західних областей України. К.: Наукова думка, 1974. 111 с.
2. Етапи утворення вугленосних формацій в геологічних структурах України; ІГН НАН України / А.Я. Радзівілл, В.Ф. Шульга, А.В. Іванова, С.О. Мачуліна, Н.В. Вергельська, А.В. Александрова, Л.Б. Зайцева. Київ: LAT&K, 2012. 215 с.
3. Ковальський В.С., Зубченко О.М., Богуслав М.В. Горючі сланці для енергетики і хімії України. *Вісник НАУ*. 2006. №2. С. 139-144.
4. Лукін О. Ю. Сланцевий газ та перспективи його видобування в Україні. Стаття 1. Сучасний стан проблеми сланцевого газу (у світлі досвіду освоєння його ресурсів у США). *Геологічний журнал*. 2010. № 3. С. 17–33.
5. Орлов О.О. Виявлення нафтопродукуючих порід у Карпатах. *Нафтова і газова промисловість*. 1992. №2. С.10-11.
6. Орлов О.О., Омельченко В.Г., Трубенко О.М., Омельченко Т.В. Методика кількісного температурного впливу на енергетичні властивості покладів вуглеводнів. *Науковий вісник*. 2009. №2. С.37-43.
7. Орлов О.О., Жученко Г.О. Потенційні можливості використання ресурсів нетрадиційних енергоносіїв у Західному регіоні України. *Івано-Франківськ: ІФНТУНГ*. 1992. 17 с.
8. Орлов О.О., Омельченко В.Г. Проблема видобутку нафти і газу із бітумінозних товщ України. *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. 2010. № 4(37). С. 28 – 33.
9. Щокін А.Р., Колесник Ю.В. Взаємозв'язок проблем екології та заходів з енергозбереження – вирішальний чинник сучасного етапу розвитку економіки держави. *Стратегічна панорама*. 2004. № 2. С. 25–30.
10. Frantz J.K., Jochen V. 2005. Shale Gas White Paper [Electronic resource] *Technological journal*. Autumn. – Log access mode: [http://www.slb.com/services/industry\\_challenges/unconventional\\_resources/shale\\_gas\\_liquids.aspx](http://www.slb.com/services/industry_challenges/unconventional_resources/shale_gas_liquids.aspx)
11. Lapidus A. L., Krylova A. Yu., Tonkonogov B. P. 2000. Chemistry and technology of fuels and oils [Electronic resource] *Science in higher education*. Vol. 36. № 2. P. 82–88. – Log access mode: <http://www.springerlink.com/content/g34t346350m7p312/>
12. Shale Gas in North America Emerging Supply Opportunity: Northeast Energy and Commerce Association Fuels Conference / Canadian Society for Unconventional Gas. – Canadian Society for Unconventional Gas, 2008. 20 p.

## REFERENCES

1. Vulchyn E.I. 1974. Geochemistry of trace elements in caustobiolites of Western regions of Ukraine. K.: Naukova dumka. 111 p.
2. Stages of the formation of coal-bearing formations in the geological structures of Ukraine. 2012. National Academy of Sciences of the National Academy of Sciences of

- Ukraine / A.Ya. Radziwill, V.F. Shulga, A.V. Ivanova, S.O. Machulina, N.V. Vergelska, A.V. Aleksandrova, L.B. Zaitseva Kyiv: LAT&K. 215 p.
3. Kovalsky V.S., Zubchenko O.M., Bohuslav M.V. 2006. Oil shale for energy and chemistry of Ukraine. *Bulletin of NAU*. No. 2. P. 139-144.
  4. Lukin O. Yu. 2010. Shale gas and prospects for its extraction in Ukraine. Article 1. The current state of the shale gas problem (in the light of the experience of developing its resources in the USA). *Geological Journal*. No. 3. P. 17–33.
  5. Orlov O.O. 1992. Discovery of oil-producing rocks in the Carpathians. *Oil and gas industry*. No. 2. P.10-11.
  6. Orlov O.O., Omelchenko V.G., Trubenko O.M., Omelchenko T.V. 2009. Methodology of quantitative temperature influence on energy properties of hydrocarbon deposits. *Scientific Bulletin*. No. 2. P.37-43.
  7. Orlov O.O., Zhuchenko G.O. 1992. Potential opportunities for the use of resources of non-traditional energy carriers in the Western region of Ukraine. Ivano-Frankivsk: IFNTUNG. 17 p.
  8. Orlov O.O., Omelchenko V.G. 2010. The problem of oil and gas extraction from bituminous strata of Ukraine. *Exploration and development of oil and gas fields*. No. 4(37). P. 28-33.
  9. Shchokin A.R., Kolesnyk Y.V. 2004. The interrelation of environmental problems and energy saving measures is a decisive factor in the current stage of development of the state's economy. *Strategic panorama*. No. 2. P. 25–30.
  10. Frantz J.K., Jochen V. 2005. Shale Gas White Paper [Electronic resource] *Technological journal*. Autumn. – Log access mode: [http://www.slb.com/services/industry\\_challenges/unconventional\\_resources/shale\\_gas\\_liquids.aspx](http://www.slb.com/services/industry_challenges/unconventional_resources/shale_gas_liquids.aspx)
  11. Lapidus A. L., Krylova A. Yu., Tonkonogov B. P. 2000. Chemistry and technology of fuels and oils [Electronic resource] *Science in higher education*. Vol. 36. № 2. P. 82–88. – Log access mode: <http://www.springerlink.com/content/g34t346350m7p312/>
  12. Shale Gas in North America Emerging Supply Opportunity: Northeast Energy and Commerce Association Fuels Conference / Canadian Society for Unconventional Gas. – Canadian Society for Unconventional Gas, 2008. 20 p.

**L.I. Pymonenko, I.M. Skopychenko, A.O. Nikitina**

## **GEOLOGICAL FACTORS OF SHALE FORMATIONS IN UKRAINE**

Oil shale is quite widespread in the world. They are represented by both small oil shale occurrences and large deposits. At present, only a few oil shale deposits in Brazil, China and Estonia are being exploited. Given the decline in global oil production, oil shale is a promising source of energy in the future.

Oil shale contains hydrocarbon reserves that are significantly higher than those of natural oil and gas. According to exploration data, the resources of oil shale deposits in the world are enormous. Their potential resources are estimated at 650 trillion tonnes, while known resources reach 450 trillion tonnes. It is difficult to make a general assessment of global resources, as different countries use different methods to study them, taking into account the availability of reserves, the need, and the feasibility of their extraction and use.

When addressing environmental issues, it is necessary to take into account the fact that gas emissions and wastewater from oil shale processing facilities contain pollutants that have an increased environmental impact and harmful effects on the human body.

**Key words:** oil shale, menilite shale, environmental protection during oil shale extraction.

Інститут геотехнічної механіки ім. Полякова НАН України, м. Дніпро, Україна  
Людмила Пимоненко

доктор геологічних наук

<https://orcid.org/0000-0002-5598-6722>

ДУ «Науковий центр гірничої геології, геоекології та розвитку інфраструктури НАН України», м. Київ, Україна

Ігор Скопиченко

кандидат геолого-мінералогічних наук

e-mail: [i.skopychenko@gmail.com](mailto:i.skopychenko@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-0333-2698>

Анна Нікітіна

кандидат геологічних наук

<https://orcid.org/0000-0003-0196-1391>

Стаття надійшла: 25.04.2023.