

## ОСНОВНІ ЧИННИКИ ФОРМУВАННЯ ТА КРИТЕРІЇ ПРОМИСЛОВОЇ ГАЗОНОСНОСТІ СЛАНЦЕВИХ ВІДКЛАДІВ СИЛУРУ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

В. П. Чепіль

Інститут геологічних наук НАН України; 01054, м. Київ, вул. Гончара 55-б,  
e-mail: info@igs-nas.org.ua

На основі системного аналізу відомих родовищ сланцевого газу різних нафтогазоносних басейнів світу визначено основні чинники формування та критерії промислової газоносності. В результаті вивчення літологічних, мінералого-петрографічних, петрофізичних, геохімічних, термобаричних характеристик порід за лабораторними дослідженнями кернів, шліфів, промислово-геофізичних даних встановлено основні найбільш важливі фактори формування та критерії прогнозування газоносності сланцевих відкладів силуру Волино-Поділля: площа сланцевого басейну - більше 10 тис. кв. км; глибини залягання продуктивних сланцевих - не більше 3-4 тис. м; товщини сланцевих відкладів - більше 15 м; умови осадоконакопичення - в основному морські низькоенергетичні обстановки; переважно субгоризонтальне залягання перспективних сланцевих товщ; фаціальний та літологічний склад сланцевих товщ - в основному тонкозернисті сланцеваті темнозбарвлені за рахунок органічної речовини породи з пластинчастоподібними глинистими мінералами; вміст органічної речовини - більше 1-3%; вік перспективних товщ - в основному, палеозой; ступінь метаморфізму (%R<sub>o</sub>) -1,5-2,0%; термічна зрілість збагачених органічною речовиною порід - МК2-АК2; пористість - більше 4%, проникність - більше 0,1 мД; наявність системи тріщинуватості: високий вміст кремнезему. Вони однозначно дозволяють констатувати, що район досліджень відноситься до перспективних територій на сланцевий газ. Найбільш перспективними є чорносланцеві відклади лудловського ярусу верхнього силуру, які є першочерговим об'єктом для подальших досліджень.

Ключові слова: сланці, фактори, критерії, осадоконакопичення, літофації, літогенез, перспективи, газоносність.

На основании системного анализа известных месторождений сланцевого газа различных нефтегазоносных бассейнов мира определены основные факторы формирования и критерии промышленной газоносности. В результате изучения литологических, минералого-петрографических, петрофизических, геохимических, термобарических характеристик пород по результатам лабораторных исследований кернов, шлифов, промышленно-геофизических данных установлены основные наиболее важные факторы формирования и критерии прогноза газоносности сланцевых отложений силура Волино-Подолья: площадь сланцевого бассейна - более 10 тыс. кв. км; глубины залегания продуктивных сланцевых - не более 3-4 тыс. м; толщины сланцевых отложений - более 15 м; условия осадконакопления - в основном морские низкоэнергетические обстановки; преимущественно субгоризонтальное залегание перспективных сланцевых толщ; фациальный и литологический состав сланцевых толщ - в основном тонкозернистые сланцеватые темноокрашенные за счет органического вещества породы с пластинчастоподобными глинистыми минералами; содержание органического вещества - более 1-3%; возраст перспективных толщ - в основном палеозой; степень метаморфизма (% R<sub>o</sub>) -1,5-2,0%; термическая зрелость обогащенных органическим веществом пород - МК2-АК2; пористость - более 4%, проницаемость - более 0,1 мД; наличие системы трещиноватости: высокое содержание кремнезема. Они однозначно позволяют констатировать, что район исследований относится к перспективным территориям на сланцевый газ. Наибольшую перспективу имеет чорносланцевые отложения лудловского яруса верхнего силура, которые являются первоочередным объектом для дальнейших исследований.

Ключевые слова: сланцы, факторы, критерии, осадконакопления, литофация, литогенез, перспективы, газоносность.

The main formation factors and criteria of industrial gas content were identified and based on a systematic analysis of known shale gas fields of various oil and gas basins of the world. As a result of study of lithological, mineralogical and petrographic, petrophysical, geochemical, thermobaric characteristics of rocks by laboratory studies of cores, slabs, industrial and geophysical data the main most important formation factors and criteria for shale gas content of Silurian sediments of Volyn-Podillia were established: shale basin area - more than 10 thousand. sq. km; The depth of occurrence of the shale - no more than 3-4 thousand. m; the thickness of the shale deposits - more than 15 m; sedimentation conditions - mostly low-energy marine environment; mainly sub horizontal bedding of prospect shale strata; facies and lithology of shale strata - mainly fine grained shaly dark coloured due to organic substance of rock with layered clay minerals; organic matter content - more than 1-3%; the age of prospective strata - mainly Paleozoic; degree of metamorphism (% RO) -1,5-2,0%; thermal maturity of organic-rich rocks - МК2-АК2; porosity - more than 4%, permeability - more than 0.1 mD; availability of fracture: a high silica content. They uniquely allow stating that the study area belongs to the prospective territory for shale gas. The most prospective are black shale deposits of yadlovsky stage of upper Silurian, which is a priority target for further research.

Keywords: shale, factors, criteria, sedimentation, lithofacies, lithogenesis, prospects, foulness.

**Актуальність.** Криза у енергетичній сфері, яка є вагомою складовою економіки держави, диктує першочергові задачі нарощування ресурсної бази вуглеводнів нафтогазоносних басейнів та збільшення власного видобутку газу та нафти для забезпечення енергетичної незалежності України. Це, в свою чергу, зобов'язує до вивчення нових перспективних на вуглеводневу сировину територій і стратиграфічних комплексів. Напружена політична ситуація у Східному та Південному регіонах, де зосереджені значні перспективні і прогнозні ресурси та запаси вуглеводнів з розвиненою інфраструктурою, а також значне падіння в останні роки обсягів геологорозвідувальних робіт і, як наслідок, зменшення кількості нових відкриттів родовищ і падіння видобутку нафти та газу у Західному регіоні України, також спонукає до невідкладних ретельних наукових, геолого-тематичних, лабораторно-аналітичних досліджень з вивчення перспектив нафтогазоносності Західного регіону, зокрема південно-західного (Волино-Подільського) схилу Східно-Європейської платформи.

Актуальність досліджень також зумовлена суттєвим нарощуванням в останні роки значних обсягів видобутку газу зі сланців у США, Канаді, інтенсифікацій досліджень проблеми сланцевого газу в багатьох країнах світу [1,2]. Газова «революція», що відбулася у світі, уже призвела до значного перерозподілу джерел постачання газу, зміни пріоритетів, у тому числі і політичних.

**Аналіз опублікованих праць.** Україна довгий час залишалася осторонь цього процесу, незважаючи навіть на те, що у Польщі вже тривалий час проводяться інтенсивні дослідження проблеми сланцевого газу світовими компаніями, які прагнуть видобувати газ з силурійських сланців схилу Східноєвропейської плити. На сьогодні уже експлуатуються перші пілотні свердловини.

Перші вітчизняні дослідження цієї проблеми в українських наукових виданнях почали розглядатися з 2010 р. За останні роки проведено значні обсяги наукових, геолого-тематичних та лабораторно-аналітичних робіт з метою висвітлити та обґрунтувати проблеми нетрадиційних джерел вуглеводнів нафтогазоносних басейнів України [3, 4, 10, 12, 17]. Всі проведені роботи практично можна віднести до регіонального етапу геологічного вивчення.

**Мета досліджень.** Метою цих досліджень є вивчення геологічних передумов промислової газонасності сланцевих товщ Волино-Поділля. Умови утворення скупчень газу у сланцевих відкладах стратиграфічних товщ відповідають певним критеріям і факторам їх формування та локалізації. Лише сукупність певних сприятливих факторів приводить до утворення скупчень сланцевого газу промислового значення. Тому вивчення й встановлення критеріїв та чинників і визначення їх сприятливості має важливе значення для прогнозування перспектив газонас-

ності сланцевих товщ слабовивчених територій. Однією із таких територій, що знаходиться на регіональній стадії вивчення, є південно-західний (Волино-Подільський) схил Східно-Європейської платформи.

Вивчення світового досвіду освоєння вуглеводневого потенціалу сланцевих відкладів осадових басейнів та родовищ сланцевого газу, зокрема Північної Америки, свідчить про те, що факторів утворення та формування покладів вуглеводнів промислового значення встановлено значну кількість, які тією чи іншою мірою є характерними для більшості басейнів. Слід відмітити, що до недавнього часу цілеспрямованих досліджень з цієї проблеми в Україні не проводилось, у тому числі і для силурійських відкладів Волино-Поділля.

**Дослідження.** На основі узагальнення та аналізу відомостей щодо покладів вуглеводнів, пов'язаних зі відомими у світі сланцевими товщами, та проведеними нами дослідженнями розроблено комплекс основних факторів формування та критеріїв прогнозування газонасності відкладів силуру Волино-Поділля. Коротка характеристика найбільш вагомих із них наведена нижче.

Площа сланцевого басейну повинна складати тисячі квадратних кілометрів. Для прикладу продуктивні площі поширення сланців родовищ складають: Барнетт – понад 13 тис. кв. км; Хайнсвілл та Файетвілл – близько 15 тис. кв. км; Антрім – близько 20 тис. кв. км; Нью-Олбені – близько 70 тис. кв. км; Марселлус – близько 140 тис. кв. км тощо [1, 2, 4-6].

Переважно глинисті відклади на південно-західній окраїні Східноєвропейської платформи, до якої відноситься територія досліджень, найбільше розвинуті у силурі центральної частини Львівського та у північно-східній частині Передкарпатського прогинів, накладених на зону Тейссейра-Торнквіста. Східна межа їх поширення приблизно збігається з Устилуго-Рогатинською зоною розломів, у якій в ізохронних товщах починають переважати глинисто-карбонатні та чисто карбонатні породи. Переважно глинисті розрізи розкриті невеликою кількістю глибоких свердловин, причому з незначним виносом керну. Проте поінтервальні його відбори дають достатньо чітку уяву про літофаці, речовинний склад та умови залягання відкладів, а діаграми стандартного каротажу свердловин дозволяють однозначно порівнювати стратиграфічні підрозділи та ізохронні літологічні пачки, визначати їхню товщину й особливості латеральних заміщень.

Зона розвитку чорних сланців силуру Волино-Поділля простягається на 320 км з північного заходу від кордону з Польщею на південний схід до кордону з Румунією (рис. 1) та складає більше 16 тис. кв. км [3].

Глибини залягання продуктивних сланцевих товщ, на які економічно вигідно при сьогоденньому розвитку технологій – не більше 3–4 тис. м. Так, на відомих родовищах глибини складають: Ексфілд-Маєр – 20–30 м, Нью-Олбе-

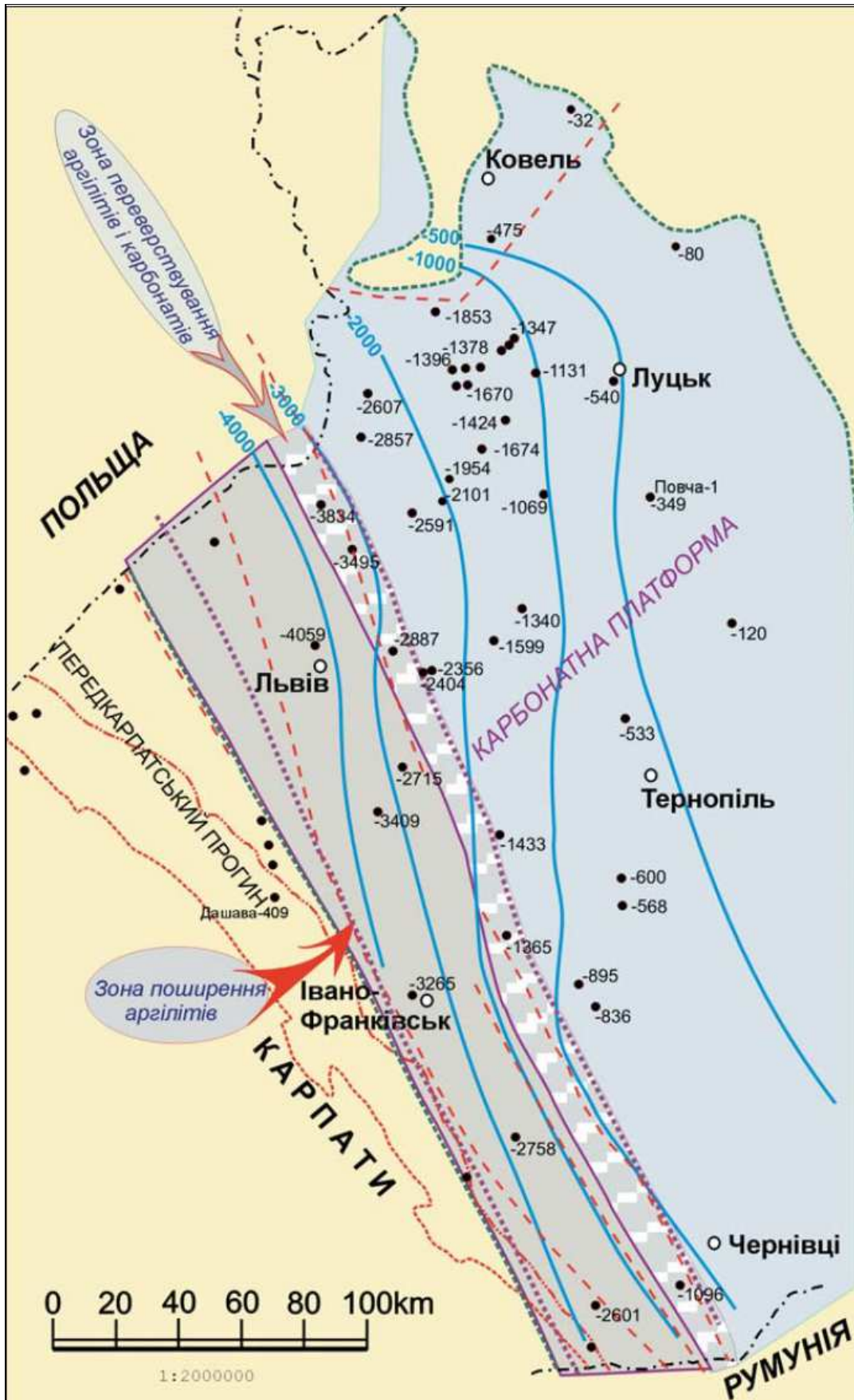


Рисунок 1 – Карта глибини залягання підосви силуру та поширення глибоководних сланців (за Крупським Ю. З. і ін.) [17]

ні – 150–600 м, Антрім – 180–660 м, Барнетт – 450–2000 м, Марселлус 700–3000 м, Вітч і Букінхорст – 800–1200 м, Файетвілл – 300–2100 м, Нордек і Фенні – 1200 – 2500 м, Мортіней – 1200–3000 м, Вудфорд – 1800–3300 м, Ігл-Форд – 1300–4000 м, Монтней – 1700–4000 м, Мусква – 1800–3500 м, Хайнсвілл – 3100–4000 м тощо.

Перспективна товща силурійських сланців території досліджень теж характеризується оптимальними глибинами залягання як для сприятливих термобаричних умов перетворення органічної речовини, так і для рентабельних техніко-економічних показників освоєння ресурсів сланцевого газу. Підшва залягання силурійських відкладів встановлена більше як тридцятьма пробуреними свердловинами і закономірно збільшуються з північного сходу на південний захід Волино-Подільської частини Східно-Європейської платформи. Зокрема, глибина залягання підшви силуру у пробурених свердловинах складає від 1305 м у Берестечківській 1, 1572 м у Локачівській 9 на північному сході території досліджень до 3709 м у Ліщинській 1, 4043 м Великомоствівській 30 та 4310 м у Дублянській 4 на південному заході. Перспективні сланцеві товщі силуру Волино-Поділля залягають на глибинах від 1500 до 4500 м [3, 12].

Товщини сланцевих відкладів, що вміщують поклади газу промислового значення, на різних відомих родовищах складають від десятків до сотень метрів, зокрема на: Нью-Олбені - від 15 до 30 м, Файетвілл - від 6 до 60 м, Марселлус - від 15 до 60 м, Вудфорд – від 40 до 70 м, Ігл-Форд – до 80 м, Барнетт – від 30 до 180 м, Хайнесвіл – від 60 до 90 м, Утіка – від 45 до 225 м, Мусква – від 100 до 150 м, Мессіль – від 2 до 290 м, Мортіней – від 300 до 500 м тощо.

На схід від зони Тейсейра-Торнквіста у межах території досліджень спостерігається майже незмінні товщини окремих частин силурійської товщі, що було зумовлене відсутністю на цій ділянці палеобасейну диференційованих рухів по поперечних розломах, а отже, незмінністю структурного плану протягом всього періоду седиментації. Глинисто-алевритові товщі відкладів верхнього силуру Волино-Поділля характеризуються регіональним розвитком потужних пластів чорних аргілітів збагачених органічною речовиною, товщини яких змінюються від 32 м (свердловина Великомоствівська 30, інтервали 3848–3855 м, 3867–3882 м, 3929–3939 м) до 93 м (свердловина Глинянська 1, інтервали 2564–2622 м, 2694–2733 м).

Умови осадконакопичення проаналізованих осадкових порід відомих родовищ вуглеводнів свідчать, що абсолютна більшість цих сланцевих товщ утворювались в морських низькоенергетичних обстановках (глибоководні басейни, приливно-відливні відмілини тощо), значно рідше сланці формувались в озерно-болотних умовах (родовища Мессіль в Німеччині та Шахеджі в Китаї).

Важливою особливістю залягання продуктивних сланцевих товщ відомих родовищ є пе-

реважно субгоризонтальне, інколи полого складчасте залягання порід, яке охоплює, як відзначено вище, значні території – від 13-15 тисяч до декількох десятків тисяч квадратних кілометрів.

Силурійські відклади території досліджень теж характеризуються практично субгоризонтальним заляганням. Поступові переходи по латералі між фаціями і незначні зміни потужностей ізохронних відкладів вказують на те, що шельф силурійського палеобасейну, який розміщувався на більшій частині південно-західної країни Східноєвропейської платформи, протягом венлоцького та більшої частини лудловського віків (у доскальському часі) був досить пологим (нахил його не перевищував 1–2°) і рівним без різких уступів при переході до материкового схилу. Перспективні відклади формувалися в умовах відкритого спокійного палеобасейну, про що свідчить їх горизонтальна шаруватість, пелітова текстура тощо за даними вивчення значного керовного матеріалу пробурених свердловин [10].

Фаціальний та літологічний склад продуктивних сланцевих товщ відомих родовищ – це, в основному, тонкозернисті сланцюваті темно-забарвлені за рахунок органічної речовини породи з пластинчастоподібними глинистими мінералами (сланці, чорні сланці, горючі сланці, рідше аргіліти, алевроліти).

Силурійські відклади зануреної частини материкового схилу території досліджень, як у центральній частині Львівського прогину, так у зоні Тейсейра-Торнквіста (Передкарпатський прогин) на повну товщину розкриті багатьма свердловинами, зокрема Дублянською 4, Перемишлянською 1, Ліщинською 1, Івано-Франківською 1, Загайпільською 1 та іншими і представлені теригенними породами темно-сірими, майже чорними аргілітами грубо- і тонкошаруватими, міцними, місцями алевритистими з граптолітами по нашаруваннях, зрідка ледь карбонатними.

Товщини граптолітових аргілітів значно перевищують товщини одновікових глинисто-карбонатних та карбонатних відкладів. За даними літолого-петрографічних досліджень серед аргілітів за структурними і текстурними особливостями вирізняються кілька видів: аргіліти гідрослюдисті з включенням органічної речовини; аргіліти шаруваті з пропластками алевролітів; аргіліти гідрослюдисті алевролітисті з вуглефікованою органічною речовиною та піритом; аргіліти тонкодисперсні масивні з включеннями органічної речовини та піриту [10].

Вміст органічної речовини є одним із ключових факторів в аспекті газоносності (залишки водоростей, рослин і тварин) і її розподіл в сланцевих басейнах. Як свідчить досвід, інтервали та ділянки із найвищим вмістом органічної речовини не завжди безпосередньо збігаються з такими, де первинна продукція органічної речовини була найвищою. Так, у формації Монтерей в інтервалах найвищої продуктивності органічна речовина значною мірою розсіяна

органогенним матеріалом і кремнеземом. Сприятливі умови захоронення навіть за середньої продуктивності, призводять до значних концентрацій органічної речовини [11]. Практика свідчить, що на відомих родовищах сланцевого газу вміст органічної речовини змінюється в широких межах: від 1–6 % на родовищі Монтней до 20 % на родовищі Алюм.

В межах південно-західного схилу Східно-Європейської платформи, куди входить і територія досліджень, вміст органічної речовини у чорносланцевих товщах силуру складає від 1 до 3 % [12].

Відомо, що зміни вмісту органічного вуглецю в породах переважно контролюються інтенсивністю надходження в седиментаційний басейн детритового матеріалу. Збільшення швидкості його седиментації впливає на зменшення вмісту органічного вуглецю в породах.

Характерною рисою відкладів ранньопалеозойських седиментаційних басейнів західного схилу Східноєвропейської платформи є діахронність залягання глинистих товщ, збагачених органічною речовиною: від нижнього кембрію на північному заході до раннього девону на південному сході [12, 13].

Вік продуктивних товщ. Більшість відомих родовищ з промисловими запасами вуглеводнів приурочені до сланцевих товщ палеозойського віку. Зокрема, родовище Алюм пов'язане з товщами верхнього кембрію, родовище Утіка приурочене до ордовіцьких відкладів, родовище Екшоу – до девонських відкладів, родовища Мусква та Марселлус – до відкладів середнього девону. Рідше родовища приурочені до мезозойських відкладів: родовища Монтней та Мортіней – до раннього тріасу, родовища Барнетт, Нордек і Фенні – до юрських відкладів, родовища Вітч і Букінхорст – до відкладів нижньої крейди. І зовсім рідко родовища приурочені до кайнозойських відкладів, зокрема родовища Грін-Рівер та Шахеджі (Китай) – до еоценових відкладів.

Перспективи промислової газоносності чорносланцевих товщ Волино-Поділля зв'язуються з силурійськими відкладами. Визначення віку глинистих товщ здебільшого базується на знахідках у них граптолітів, кореляція ж глинисто-карбонатних та карбонатних розрізів контролюється наявністю проверстків туфітів та метабентонітових глин [12; 13].

Дуже важливими факторами формування та критеріями прогнозу вуглеводнів є ступінь метаморфізму і термічна зрілість збагачених органічною речовиною порід (катагенетичного перетворення). Як відомо, ступінь катагенетичного перетворення визначається відбитвою здатністю вітриніту (% $R_o$ ). В проаналізованих родовищах сланцевого газу середня величина  $R_o$  коливається від 0.5–0.6 до 3–4 %. Наявність незначної кількості зерен вітриніту в досліджуваних силурійських породах території досліджень ускладнила оцінку ступеня їх перетвореності. Однак заміри, проведені по інших мацералах, дали змогу визначити ступінь їх перетвореності з певною мірою достовірності [13].

Ступінь зрілості нижньопалеозойських сланців західного схилу Східноєвропейської платформи, як і глибина їх залягання, зростає з північного сходу на південний захід [14–16]. В цьому напрямку ступінь перетвореності ( $R_o$ ) нижньопалеозойських відкладів змінюється від незрілих порід до стадії генерації сухого газу і перезрілих порід у крайовій зоні Східноєвропейської платформи і змінюється від 0,6–0,7 % до 1,5–2,0 %.

В межах західного схилу Східноєвропейської платформи термічне дозрівання порід настало в пізньому карбоні. Катагенез тут характеризується найсприятливішими для нафтогазоутворення етапами (МК2–АК2) [17].

В потенційно материнських чорносланцевих відкладах нижнього палеозою території досліджень газ міг генеруватися одночасно в потужній їх товщі, які часто перевищували 100–200 м [12, 17]. Такі товщини чорносланцевої глинистої товщі сприяли можливості збереження вуглеводнів.

Фільтраційно-ємнісні властивості сланцевих товщ відомих родовищ невисокі. Загальна пористість зазвичай низька і не перевищує 2–10%. Так, на родовищах вона змінюється: Файетвілл – від 2 до 8%, Вудфорд – від 3 до 9%, Барнетт – від 4 до 5%, Хайнесвіл – 8–9%, Антрім – 9 %, Марселлус – 10 %.

Петрофізичні властивості досліджуваної товщі вивчалися на невеликій кількості наявних зразків кернів із свердловин, зокрема Лішинської 1, Рава-Руської 1, Крехівської 1, Давиденівської 1. Загальна пористість цих зразків не перевищує 2,5% при низькій проникності – не більше 0,1 мД. В межах суміжного Люблінського басейну пористість окремих зразків керну складає більше 4 %.

Крім інших фільтраційно-ємнісних властивостей важливою структурною особливістю проаналізованих родовищ є наявність системи тріщинуватості сланцевих порід, які можуть бути розвинені у зонах розвитку глибинних розломів. Цей фактор необхідно враховувати при подальшому виборі перспективних територій.

Зазначимо, що мізерна кількість кернового матеріалу, а тим більше відсутність цільового відбору для вивчення даної проблеми, є суттєвим недоліком для визначення достовірної оцінки перспективності цих відкладів на сланцевий газ.

Наявні дані по західному схилу як польської частини Східноєвропейської платформи, так і території досліджень вказують на високий вміст кремнезему в чорних сланцях нижнього палеозою [10, 18], що має важливе значення для ефективного проведення гідророзриву перспективних пластів.

#### **Висновки та завдання подальших досліджень**

За результатами проведених досліджень на основі системного аналізу геологічної будови відомих родовищ сланцевого газу різних наф-



тогазоносних басейнів світу та вивчення літологічних, мінералого-петрографічних, петрофізичних, геохімічних, термобаричних характеристик порід за лабораторними дослідженнями кернів, шліфів, промислово-геофізичних даних, визначення вмісту органічної речовини у перспективних відкладах, їх термічної зрілості, ступеню катагенезу, глибини залягання перспективних горизонтів дозволило обґрунтувати геологічні передумови (основні найбільш важливі фактори формування та критерії прогнозу) газоносності сланцевих відкладів силуру Волино-Поділля.

Встановлені чинники формування та критерії прогнозу газоносності сланцевих відкладів однозначно дозволяють констатувати, що Волино-Подільський схил Східно-Європейської платформи відноситься до однієї із перспективних територій на сланцевий газ в західному регіоні України.

Найбільш перспективними є чорносланцеві відклади лудловського ярусу верхнього силуру, які є першочерговими об'єктами для подальших досліджень.

Слід зазначити, що лише подальше цільове буріння пілотних свердловин із повним відбором керну та його системними дослідженнями за допомогою сучасних лабораторно-аналітичних методів дозволить одержати вичерпну характеристику можливості утворення і збереження сланцевого газу промислових категорій в даних відкладах.

### **Література**

1 Hill R. J., Jarvie, D. M. Barnett Shale // AAPG Bulletin. – 2007. – V. 91. – P. 399–622.

2 Jaffe A.M. Shale Gas Will Rock the World // The Wall Street Journal. – USA, May 10, 2010 (<http://www.scribd.com/doc/31187126>).

3 Гурский Д. С. Сланцевый газ и проблемы энергообеспечения Украины / Д. С. Гурский, В. А. Михайлов, П. М. Чепиль и др. // Мін. ресурси України. – 2010. – № 3. – С. 3–8.

4 Лукин А. Е. Сланцевый газ и перспективы его добычи в Украине. Современное состояние проблемы сланцевого газа (в свете опыта освоения его ресурсов в США) / А. Е. Лукин // Геол. журн. – 2010. – № 3. – С. 17–32.

5 Milici, Robert C.; Swezey, Christopher S. (2006). [Assessment of Appalachian Basin Oil and Gas Resources: Devonian Shale-Middle and Upper Paleozoic Total Petroleum System](#). – Open-File Report Series 2006-1237. – United States Geological Survey.

6 Petzet A. [BC's Muskwa shale shaping up as Barnett gas equivalent](#) // Oil & Gas Journal. – 2009. – 106 (12). – P. 40–41.

7 Sumi L. Shale Gas: Fokus on the Marcellus Shale. – Durango: Oil&Gas Accountability Project, 2008. 21 p. ([www.ogap.org](http://www.ogap.org)).

8 Poprawa P. Shale gas hydrocarbon system – North American experience and European potential // Przegląd Geologiczny, 2010. – Vol. 58. – P. 216–225.

9 Rach N.M. Triangle Petroleum, Kerogen Resources drilling Arkansas' Fayetteville shale gas // Oil & Gas Journal. – 17 Sept. 2007. – P. 59–62.

10 Куровець І. М. Геолого-петрофізична характеристика басейнових дрібнозернистих порід силуру південно-західної окраїни Східно-європейської платформи. // І. М. Куровець, Д. М. Дригант, П. М. Чепіль, П. С. Чепусенко. : // Зб. мат. міжнар. конф. «Сучасні проблеми літології осадових басейнів України та суміжних територій», (м. Київ, 9-11 листопада 2010 р.). – Київ, 2010. – С. 39.

11 Bohacs K., Grabowski G., Carroll A., Mankiewicz P., Miskell-Gerhardt K., Schwabach J., Wegner M. & Simo J. 2005 — Production, destruction, and dilution — the many paths to source-rock development. SEPM Sp. Publ., 82: 61–101.

12 Куровець І. М. Перспективи газоносності та прогнозні ресурси сланцевого газу породних комплексів силуру Волино-Поділля (Україна) / І. М. Куровець, Ю З. Крупський, В. П. Чепіль // Геологія і геохімія горючих корисних копалин. – 2014. – № 1-2. – С. 28-35.

13 Poprawa P. 2010 c — Potencjal występowania złoży gazu ziemnego w łupkach dolnego paleozoiku w basenie bałtyckim i lubelsko-podlaskim. Przegląd Geologiczny, 58: 226-249.

14 Nehring-Lefeld M., Modlinski Z. & Swadowska E. 1997 - Thermal evolution of the Ordovician in the western margin of the East-European Platform: CAI and Ro data. Geol. Quart., 41(2): 129–138.

15 Swadowska E. & Sikorska M. 1998- Historia pogrzebania skal kambru na podstawie refleksyjności maceralów wityrynitopodobnych w polskiej czkoeci platformy wschodnioeuropejskiej. Prz. Geol., 46(8): 699–706.

16 Karnkowski P. H. 2003b - Modelowanie warunków generacji węglowodorów w utworach starszego paleozoiku na obszarze zachodniej części basenu bałtyckiego. Prz. Geol., 51: 756–763.

17 Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Книга П. Західний нафтогазоносний регіон / Ю. З. Крупський, І. М. Куровець, Ю. М. Сеньковський, В. А. Михайлов, Чепіль В. П. та ін. – Київ. Ніка-Центр, 2013. – 400 с.

18 Krzemicki L. & Poprawa P. 2006 - Geochemia klastycznych osadów ordowiku i syluru ze strefy Koszalin-Chojnice i zachodniej części basenu bałtyckiego. Pr. Państw. Inst. Geol., 186: 123–147

*Стаття надійшла до редакційної колегії 21.10.14*

*Рекомендована до друку професором Федоришиним Д.Д.*

*(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ) канд. геол.-мінерал. наук Штурмаком І.Т. (НДПІ ПАТ «Укрнафта», м. Івано-Франківськ)*