

ВІДЗИВ

офіційного опонента Федоришина Д.Д., доктора геологічних наук, професора на дисертаційну роботу Чепіля В.П. «Геологічні умови формування та освоєння нетрадиційних вуглеводневих джерел Волино-Поділля», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.17 – геологія нафти і газу.

Дисертаційна робота Чепіля В.П. складається із вступу, п'яти розділів, висновків та списку літературних джерел (128 найменувань), містить 41 рисунок і 6 таблиць. Загальний обсяг дисертації 201 сторінки. У **Вступі** в повному обсязі викладені необхідні атрибутивні вимоги до дисертаційних робіт, зокрема: актуальність теми дисертації, її прикладне значення, зв'язок з науковими, науково-виробничими планами та програмами, мета та завдання, об'єкт, предмет та методи дослідження, наукова новизна одержаних результатів, особистий внесок здобувача, інформація про публікації по темі роботи.

Значний дефіцит вуглеводнів в Україні власного видобутку спонукає до вивчення нових перспективних територій зі значними ресурсами, в тому числі і нетрадиційних джерел вуглеводнів. А інтенсифікація досліджень проблеми нетрадиційних вуглеводневих джерел та нарощування значних обсягів їх видобутку в багатьох країнах світу визначає **актуальність** даної роботи.

Метою досліджень автора дисертації є наукове обґрунтування геологічних умов формування та кількісної оцінки їх основних критеріїв у палеозойських, а саме силурійських чорносланцевих та кембрійських ущільнених товщах, прогноз можливих покладів вуглеводнів, оцінка їх ресурсної бази та визначення першочергових ділянок для подальших геологорозвідувальних робіт.

У **першому розділі** відображено сучасний стан вивченості та проблеми освоєння нетрадиційних джерел північно-американських басейнів, де сучасні технології зробили реальними їх промисловий видобуток, зокрема сланцевого газу та ущільнених пісковиків. Відмічено і польський досвід вивчення даної проблеми. Охарактеризовано також стан вивченості цієї проблеми в Україні та на Волино-Поділлі у тому числі. Необхідно відмітити, що вивченість умов формування нетрадиційних джерел вуглеводнів знаходиться на початковому етапі і тому дана робота є важливим кроком подальшого вивчення проблеми.

На основі аналізу наявних матеріалів відомих родовищ нетрадиційних джерел автором визначені основні чинники та їх кількісні значення, які пропонується використовувати для прогнозування газоносності ущільнених пісковиків слабовивчених територій. Зокрема, розглядається їх регіональне поширення на значних площах, де присутня маловодність геологічного розрізу перспективної товщі.

Відмічено також, що особливістю щільних колекторів є труднощі у визначенні їх даними параметрів за даним ГДС, що обумовлено структурною будовою літотипів.

У розділі викладена коротка характеристика геологічної будови північно-західної окраїни Східно-Європейської платформи з позицій сьогоденного стану вивчення. Зокрема, наведені основні тектонічні елементи та особливості їх будови, системи різнонаправлених розломів. Справедливо відмічено важливу

роль досліджень у будові території зони Тейсейра-Торнквіста (ТТЗ). Охарактеризовані породи кристалічного фундаменту та осадового чохла. Більш детально висвітлені кембрійські та силурійські відклади.

Особливих зауважень до розділу немає.

У другому розділі викладено геолого-промислову характеристику відкладів району досліджень. Зокрема, умови формування кембрійських та силурійських відкладів, нафтогазоносність, чинники прогнозування газоносності кембрійських ущільнених пісковиків та силурійських сланцевих товщ.

Умови формування кембрійських та силурійських відкладів. Відмічено, що седиментація кембрійських відкладів відбувалася в єдиному басейні, глибина якого поступово збільшувалася у західному напрямку. У цьому ж напрямку змінюються фації від прибережноморських піщаних до глибоководних алевроито-глинистих. Породи-колектори екрануються пачками глинистих порід у середині кембрійської товщі, а в її покрівлі відслідковуються стратиграфічно зрізані пласти з глинистими відкладами силуру. Пісковики у східній частині регіону середньо- і крупнозерністі. У напрямку на захід зменшуються кременистість і частка піщаних порід. Пісковики ущільнюються, хлоритизуються, окварцовуються та глинизуються. Виділяються фаціальні зони північно-західного простягання; а саме:

- із задовільними фільтраційно-ємнісними властивостями, яка охоплює північно-східну і південну частини території;
- із незадовільними фільтраційно-ємнісними властивостями, що охоплює південно-західну територію. Вона приурочена до гідрохімічної зони застійного водообміну з критичними значеннями фільтраційно-ємнісних властивостей, яка смугою шириною у 10–15 км розмежовує фаціальні зони із задовільними та незадовільними колекторськими властивостями.

Розрізи силуру складені мінливими поліфаціальними товщами лагунних, міліних, відкритих шельфових та схилових утворень басейну. Однотипні за складом та походженням фації утворюють фаціальні зони субмеридіонального простягання. Поступові переходи по латералі між фаціями і незначні зміни товщин ізохронних відкладів вказують на те, що шельф силурійського палеобасейну на більшій частині південно-західної окраїни СЄП протягом венлоцького та більшої частини лудловського віків був досить пологим і нахил його не перевищував 1-2°. Він складений потужними товщами різнофаціальних аргілітів, збагачених ОР (Львівсько-Коломийська фаціальна зона). Материковий схил палеобасейну геоморфологічно оформився під кінець лудловського віку. Для нього характерне значне збільшення товщин відкладів у західному напрямі. Глибина досилурійської поверхні зростає у західному напрямі до 4000 м.

Типовий розріз глибоководних морських теригенних відкладів силуру із значним відбором керну розкритий параметричною свердловиною Ліщинська 1 в інтервалі 2613–3537 м. З метою обґрунтування геологічних передумов та чинників прогнозу газоносності сланців на колекції зразків керну із цієї свердловини вперше проведено детальні мінералого-петрографічні, петрофізичні і структурно-текстурні, геохімічні дослідження.

Нафтогазоносність. Відмічено, що цілеспрямованих робіт на нетрадиційні

вуглеводні у попередні роки на Волино-Поділлі, як і в Україні, не проводилось. Відомий єдиний випадок випробування силурійських сланців у свердловині Володимирівська 1, де в процесі буріння за допомогою випробувача пластів на трубах із інтервалу 1807–1862 м отримано приплив газу розрахунковим дебітом 1,4 тис. м³/добу. В межах Волино-Подільської нафтогазоносної області відкрито лише два традиційні газові родовища у девонських відкладах: Великомоствське у базальних пісковиках та Локачівське, де виявлено 7 покладів у базальних та карбонатних пісковиках. Необхідно відмітити, що в межах Люблінської западини на території Польщі відкрито родовище Цецежин з покладами газу у доломітах верхнього девону, а ближче до кордону з Україною - газове родовище Камарув у відкладах середнього девону.

Окрім цього у палеойських відкладах зафіксовано багато газонафтопроявів при бурінні свердловин, інколи з фонтануванням природного газу, вміст метану в якому склав до 85 %, відмічається також непромисловий приплив нафти, прояви газу метану при видобуванні бурого вугілля у ЛВВБ. В геологічних розрізах у 45 свердловинах за даними ГДС виділені газоперспективні пласти. Однак, в більшості об'єктів промислових припливів вуглеводнів з різних причин за результатами геолого-геофізичного аналізу немає здобувач справедливо підкреслює значні перспективи палеозойських відкладів Волино-Поділля, а перспективні породи в пошукових горизонтах, з яких не отримані промислові припливи вуглеводнів, пропонує відносити до нетрадиційних джерел, оскільки вони приурочені до ущільнених порід, а їх освоєння потребує використання сучасних технологій.

Оскільки ступінь освоєння початкових ресурсів традиційних джерел вуглеводнів менше 10% в межах Волино-Поділля, а нетрадиційних - 0%, то автор справедливо підкреслює актуальність регіонального етапу вивченості території.

Чинники прогнозування газонасності кембрійських ущільнених пісковиків. Перспективи вище вказаних літотипів, здобувач пов'язує із зоною розповсюдження порід з незначними фільтраційно-ємнісними властивостями, які приурочені до гідрохімічної зони застійного водообміну. Дисертантом визначені кількісні означення основних чинників прогнозування скупчень газу, а саме:

- *Площа поширення* - більше 6 тис. кв. км.
- *Катагенез ОР* та ущільнених пісковиків МК₄ - АК₁ (R₀ -1,35-2,00) характерний для формування вуглеводневого газу та вторинної тріщинної пористості та проникності.
- *Глибини залягання* не перевищують 4000 м.
- *Товщини* піщано-алевритових відкладів від 50 до 110 м і більше.
- *Наявність зон маловодності.*

Чинники прогнозування газонасності силурійських сланцевих товщ. Здобувачем визначені кількісні значення основних параметрів прогнозу їх газонасності:

- *Найвищий вміст ОР* в межах Львівсько-Коломийської СФЗ - 0,9–2,27%.
- *Ступінь катагенезу* сприятливіший для нафтогазоутворення (МК₂–АК₁).
- *Маловодність геологічного розрізу* встановлено відсутністю пари води у

досліджуваних флюїдних включеннях.

- *Площа поширення* (Львівсько-Коломийська СФЗ) більше 16 тис. км².
- *Сприятливі глибини* залягання - 2500 - 4000 м.
- *Товщини* регіонально розвинуті і змінюються від 32 м (св. Великомоствська 30), 90 м (св. Ліщинська 1) до 130 м (св. Рава-Руська 1).
- *Осадконакопичення* відбувалось у спокійному палеобасейні з нахилом 1–2° на значних площах.
- *Фаціальний та літологічний склад* представлений темно-сірими, майже чорними аргілітами грубо- і тонкошаруватими, міцними, місцями алевроитистими з граптолітами по нашаруваннями, зрідка трохи карбонатними.
- *Ємнісно-фільтраційні властивості* - загальна пористість не перевищує 4,5% при проникності не більше 0,1 мД.
- *Тріщинуватість* сланців теж отримала значний розвиток.
- *Високий вміст кремнезему* - 48,1-57,1%, що має важливе значення для ефективного проведення гідророзривів пластів.

Розділ досить об'ємний і різноплановий та перегружений фактичним матеріалом. На думку офіційного опонента доцільно було б дещо скоротити узагальнивши загальну аналітику досліджень.

Розділ 3. Перспективи пошуків покладів вуглеводнів нетрадиційних джерел.

Перспективи нафтогазоносності силурійських товщ. На основі встановлених здобувачем кількісних критеріїв прогнозу вуглеводнів та співставлення їх із аналогічними в межах родовищ Північної Америки, зроблено висновок про високі перспективи газоносності чорносланцевих товщ палеозою Волино-Поділля і в першу чергу силурійських відкладів. На основі вищенаведеного здобувач вперше обґрунтовує перспективи чорносланцевих товщ силуру (Львівсько-Коломийську СФЗ) як найперспективніший об'єкт, де відбувались найбільш сприятливі умови для акумулювання достатньої кількості ОР (до 2,27%) та перетворення її у газ (стадії катагенезу МК₂ - АК₁). СФЗ охоплює значну територію протяжністю у 320 км з північного заходу на південний схід і площею близько 16 тис. км².

Перспективи нафтогазоносності кембрійських ущільнених пісковиків. Здобувачем на підставі визначених кількісних значень чинників прогнозування скупчень газу в ущільнених породах доведено, що найбільш перспективним стратиграфічним комплексом для пошуку газу у щільних породах на Волино-Поділлі є відклади кембрію. Перспективи пов'язуються із зоною розповсюдження порід з незначними ємнісно-фільтраційними параметрами (пористість <5–6 %, проникність - 0,5 мД), яка приурочена до гідрохімічної зони застійного водообміну, та займає південно-західну частину СЄП, площею близько 6 тис. км².

Розділ викладено досить лаконічно. На думку опонента доцільно було б хоча б коротко охарактеризувати перспективи інших товщ палеозою.

Розділ 4. Прогнозування та геолого-промислова оцінка вуглеводневих ресурсів.

В цьому розділі здобувач приводить оцінку геологічних ресурсів газу

чорносланцевих порід силуру Волино-Поділля, яка виконана за методикою геологічної служби США для слабовивчених територій, через порівняння вагової одиниці породи родовища-аналога Хайнсвілл, у 12 трлн. м³, а мінімальні видобувні близько 1,8 трлн. м³ при коефіцієнті вилучення 0,15.

Прогнозні видобувні ресурси газу кембрійських ущільнених пісковиків зони оцінені у 340 млрд. м³.

Оскільки названі нетрадиційні джерела вуглеводнів характеризуються близькими гірничо-геологічними умовами залягання і потребують сучасних практично однакових технологій розкриття та видобування, то переваги першочерговості їх освоєння зв'язані з величиною прогнозних видобувних ресурсів. Виходячи з цього, більш пріоритетними для освоєння є чорносланцеві відклади силуру.

На думку здобувача кембрійські ущільнені пісковики можуть розглядатися як самостійний, так і суміжний напрямок робіт з освоєння вуглеводневих ресурсів силурійських сланців, враховуючи те, що площі їх поширення в структурних картах, в більшості випадків перекриваються із традиційними джерелами вуглеводнів.

Здобувачем обгрунтовані геолого-екологічні умови освоєння вуглеводневого потенціалу силуру та виділені екологічно небезпечні ділянки, які пропонується для розробки при виборі об'єктів для освоєння ресурсів нетрадиційних вуглеводнів. При цьому необхідно враховувати, що перспективна територія відноситься до густонаселених районів з інтенсивним землеробством і високим ступенем техногенного навантаження на геологічне середовище із-за інтенсивного освоєння природних ресурсів та складною геодинамічною ситуацією.

Перспективні геолого-промислові зони та ділянки території досліджень.

Необхідно відмітити, що здобувачем вперше Львівсько-Коломийська СФЗ розвитку силурійських сланцевих відкладів з найвищим вмістом ОР - 0,9-2,27%, прогнозується як єдине потенційне родовище газу. В межах зони виділено першочергові об'єкти, а саме: Рава-Русько-Крехівську та Східно-Ліщинську ділянки для подальшого вивчення. Вказані ділянки вибирались за умови наявності у їх межах пробурених свердловин, де отримано максимум геолого-геофізичної інформації, а також з врахуванням виділених ділянок екологічної небезпеки.

В межах Рава-Русько-Крехівської ділянки пробурені свердловини Рава-Руська 1 та Крехів 1. За отриманими лабораторними даними вимірювання 75 зразків відібраних із силурійських сланців, встановлено найбільший вміст ОР (від 0,5–1,1 до 1,53%), який мають відклади лудловського ярусу в інтервалі глибин 2100–2650 м. Мінімальна перспективна товщина сланців складає більше 80 м. Перспективність ділянки підтверджується газопроявами при бурінні силурійських аргілітів свердловини Крехів 1, де аномальний вміст вуглеводневого газу в розчині складає до 70%. Прогнозні видобувні ресурси газу ділянки оцінені у 146 млрд. м³.

На Східно-Ліщинській ділянці пробурена свердловина Ліщинська 1 зі значними обсягами відібраного керну, яка розкрила типовий розріз

глибоководних морських теригенних відкладів силуру. Це дозволило виконати цілеспрямовані мінералого-петрографічні, петрофізичні та геохімічні дослідження на представницькій колекції сланців (51 зразок). За результатами термічного аналізу 21-єї проби керну, вміст ОР склав від 0,75 до 2,27% при середньому 1,22%, що свідчить про достатній вміст органіки для генерації газу у силурійських відкладах на стадіях катагенезу МК₂-АК₁. Перспективна товщина сланців (з вмістом ОР > 1%), складає більше 130 м. Серед легких компонентів з флюїдних включень у мінералах і закритих пор аргілітів домінує метан (до 100 %). Встановлено також відсутність пари води, що свідчить про маловодність розрізу сланцевої товщі, яка є важливим чинником формування вуглеводневих систем. Прогнозні видобувні ресурси газу оцінені у 98 млрд. м³.

В межах перспективної зони газоносності ущільнених кембрійських пісковиків здобувачем виділена першочергова Князівсько-Перемишлянська ділянка площею у 1250 км² з прогнозними видобувними ресурсами газу близько 200 млрд. м³. Високі перспективи ділянки підтверджуються також інтенсивними газопроявами при бурінні кембрійських ущільнених колекторів у свердловинах Перемишлянська 1,3, Велико-Мостівська 30, розташованих у її межах.

Як зауваження слід відмітити, що не зовсім зрозуміла чому здобувач першочерговість розвідки перспективних ділянок у силурійських відкладах обмежив площею у 500 км².

Розділ 5. Спеціальний комплекс геологорозвідувальних робіт на нетрадиційні вуглеводневі джерела. Сланцева формація силуру автором розглядається як потенційний продуктивний об'єкт (родовище), що спонукає видозміну геологорозвідувальних робіт для його оконтурювання уже на початковому етапі вивчення. Дисертантом запропонована методологія комплексування 2Д регіональної сейсмічної зйомки для великих глибин (забезпечує наддовгі системи спостережень - до 12 км, збільшений час запису сейсмічних сигналів - 12 сек., невеликі відстані між каналами записів - 25 м, збільшену кратність перекриття - 480) з різнотипними геоелектричними, електромагнітними та іншими прямими методами по профілях сітки регіональної сейморозвідки, а також гравімагнітної, геохімічної зйомок тощо. Запропоновано систему із 2-х поздовжніх профілів північно-західного та 5 поперечних південно-західного простягання протяжністю близько 1,5 тис. пог. км.

Слід відмітити, що в Україні комплекс робіт на нетрадиційні вуглеводневі джерела не відпрацьований та не апробований, оскільки такі роботи практично не проводились. Тому запропонований комплекс для даної товщі території слід підтримати.

Як зауваження, також слід відмітити, що у роботі було би доцільно приділити увагу вивченню фізико-механічних властивостей сланців та ущільнених пісковиків на нанорівні, дослідженням яких в останні роки американськими вченими відводиться особлива роль, оскільки вони мають важливе значення для обґрунтування вибору технічних та технологічних рішень при освоєнні покладів нетрадиційних джерел.

Таким чином, **наукова новизна** отриманих результатів роботи, в основному, полягає у наступному.

- Науково обгрунтовані сприятливі геологічні передумови для формування покладів вуглеводнів у відкладах силурійських сланців та кембрійських ущільнених пісковиків.

- Вперше науково обгрунтовані кількісні значення основних чинників прогнозу газоносності силурійських сланцевих та кембрійських ущільнених відкладів.

- Вперше чорносланцева товща силуру обгрунтовується як єдине потенційне родовище вуглеводнів площею біля 16 тис. км² з прогнозними видобувними ресурсами біля 1,8 трлн. м³.

- Зона розвитку кембрійських пісковиків з незадовільними ємнісно-фільтраційними властивостями обгрунтовується як перспективна на газ ущільнених колекторів.

- Визначено першочергові на нетрадиційні вуглеводні ділянки: Рава-Русько-Крехівську та Східно-Ліщинську в силурійських чорносланцевих і Перемишлянсько-Князівську у кембрійських відкладах.

- Для оконтурювання газоперспективних сланцевих формацій запропоновано принципову схему комплексування 2Д регіональної сейсмічної зйомки для великих глибин з різнотипними геоелектричними методами по сітці сейсмопрофілів, гравіметричної, магнітометричної, геохімічної зйомок.

Основні результати, висновки та наукова новизна, що викладені в дисертаційній роботі, отримані здобувачем самостійно. Автору особисто чи в співавторстві належать основні результати й висновки, що опубліковані в статтях.

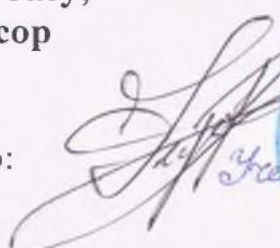
Вказані вище зауваження не впливають на загальний висновок і наукову цінність роботи. Отримані дисертантом результати мають як теоретичне, так і практичне значення і знайдуть застосування при подальшому вивченні перспектив нафтогазоносності нетрадиційних джерел вуглеводнів у Західному регіоні.

Основні положення і висновки дисертаційної роботи Чепіля В.П. опубліковані у 12 наукових працях. Із них: 1 монографія, 6 статей, 3 одноосібні. 5 статей входять до переліку фахових видань України. 2 статті у збірниках, що входять до переліку наукометричних баз, 1 стаття, що додатково відображає зміст дисертації, 4 є матеріалами та тезами наукових конференцій.

Автореферат дисертації в цілому відповідає змісту і послідовності розділів дисертації, містить висновки, перелік опублікованих робіт, резюме українською, англійською та російською мовами.

Дисертація є закінченою науковою працею, а її автор, Чепіль Володимир Петрович, заслуговує присудження наукового ступеню кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.17 – геологія нафти і газу.

**Завідувач кафедри нафтогазової
геофізики Івано-Франківського національного
технічного університету нафти і газу,
доктор геологічних наук, професор
04.0022 – геофізика;
04.0017 – геологія нафти і газу
Підпис Федоришина Д.Д. завіряю:**


Федоришин Д.Д.

Засвідчено
В. Прохук