

**ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ЛІТОГЕНЕТИЧНОЇ ТРІЩИНУВАТОСТІ ТА НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ГЛИБОКОЗАНУРЕНИХ ТЕРИГЕННИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ І ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ**

© Б.Й. Маєвський, В.М. Бенько, Т.В. Здерка, С.С. Куровець, 2008

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна*

A comparative description of features of structure and texture building of breeds-collectors and their oil and gas bearing of the Precarpathian foredeep basin and the Dnieper-Donetsk depression is done. It is defined the role of thinbedded microcracks in forming collector properties of deepsubmerged breeds-collectors. A possible mechanism of forming is considered to litogenetic cracks of clastic reservoir rocks, related to the features of their sedimentation.

Проблема пошуків порід-колекторів на великих глибинах є актуальною для всіх нафтогазоносних регіонів України, особливо тих, де давно ведуть пошуки та добувають нафту і газ.

Успішність проведення пошукових і розвідувальних робіт значною мірою залежить від достовірності даних щодо характеру поширення порід-колекторів та їх ємнісно-фільтраційних властивостей у межах локальних об'єктів.

Пошуки глибокозанурених вуглеводневих покладів в Українському Передкарпатті почалися з буріння св. 1-Луѓи та 1-Шевченкове. Під час буріння останньої на глибині близько 7000 м виявлені інтенсивні нафтогазопрояви з тріщинуватих пісковиків спаської світи (нижня крейда). Припливи нафти на глибині понад 5 км одержано із св. 2-Новосхідниця (5476–5984 м), 1-Північна Завода (5704–5797 м), 17-Семигинів (5200–5245 м), 5-Рожнятів (5114–5300 м) тощо.

У межах Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) пробурено близько 250 свердловин глибиною понад 5 км [1], у результаті відкрито родовища (Березівське, Кобзівське, Пірківське, Котелевське, Степове, Луценківське, Червонолуцьке, Свистунівське, Перевозівське, Кошовійське, Семиренківське тощо), пов'язані з глибокозануреними горизонтами переважно кам'яновугільних відкладів. Глибоке пошуково-розвідувальне буріння на сьогодні ведеться на Донецькій, Західношебелінській, Голубихінській та інших площах.

У пошуковій св. 50-Березівська з інтервалу 5492–5460 м отримано приплив газу дебітом 1613,5 тис. м<sup>3</sup>/добу, у пошуковій св. 71-Березівська з інтервалу 5955–5967 м – 385 тис. м<sup>3</sup>/добу, а в експлуатаційній св. 113-Березівська з інтервалу 5457–5560 м – 1 млн м<sup>3</sup>/добу. Середній добовий дебіт товарного газу з однієї свердловини горизонту С-5 дорівнює 29,8 тис. м<sup>3</sup>/добу, а з горизонту В-16 (тріщинно-порові колектори) – 70 тис. м<sup>3</sup>/добу.

На Кобзівському родовищі наявність покладів вуглеводнів, крім відкритих у картамишських, передбачається у верхньо- та середньокам'яновугільних відкладах на глибині до 6300 м. У св. 103-Веснянська отримано промисловий приплив нафти з глибини 5450 м. За результатами дослідження кернавого матеріалу з глибоких свердловин ДДЗ теригенні породи-колектори мають піщано-алевролітовий склад, їхня шаруватість зумовлена наявністю вуглистої, інколи вуглисто-слюдистого матеріалу на контакті прошарків.

Як відомо, особливості поширення порід-колекторів нафти і газу, до яких приурочені промислові запаси вуглеводнів, тісно пов'язані з історією розвитку регіону, умовами седиментогенезу осадових товщ і постседиментаційними процесами.

У результаті дослідження плоскопаралельних шліфів крейдяно-палеогенового флішу локальних об'єктів Передкарпатського прогину встановлено широкий розвиток літогенетичної тріщинуватості порід-колекторів, переважно характерної для шаруватих піщано-аргілітових товщ, а особливо для зон різкої зміни гранулометричного складу порід (рис. 1). Зазначена тріщинуватість спостерігається у пачках масивних пісковиків середньо- і нижньоменілітової підсвіт олігоценів відкладів Передкарпаття (рис. 2). До таких тріщин приурочені підвищені концентрації вуглеводневих компонентів, що створює шарувату текстуру зразків.

Структурно-текстурні особливості флішових порід поступово змінюються з глибиною. Породи зазначають ущільнення, розущільнення, переупаковки зерен, дегідратації, вторинного (аутигенного) мінералоутворення тощо. Кожен із цих процесів по-різному впливає на ємнісні та фільтраційні властивості порід-колекторів: у певних умовах ємнісно-фільтраційні характеристики поліпшуються, тоді як в інших – погіршуються. Під дією великого гідростатичного тиску

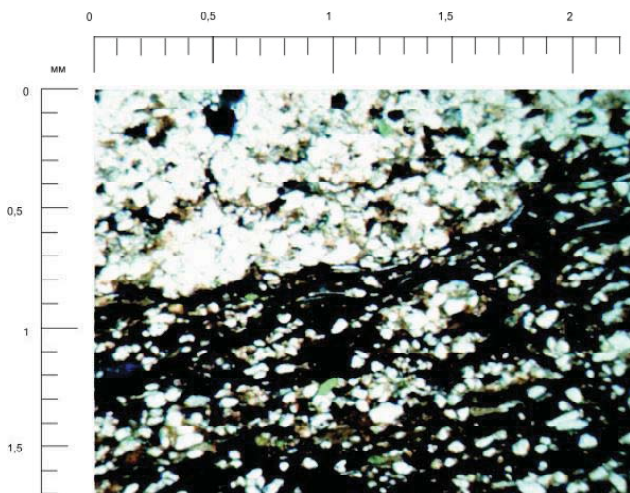


Рис. 1. Зона тріщинуватості на контакті дрібнозернистого пісковика з глинистим алевролітом (св. 5-Рожнятів, інт. 5170–5175 м)

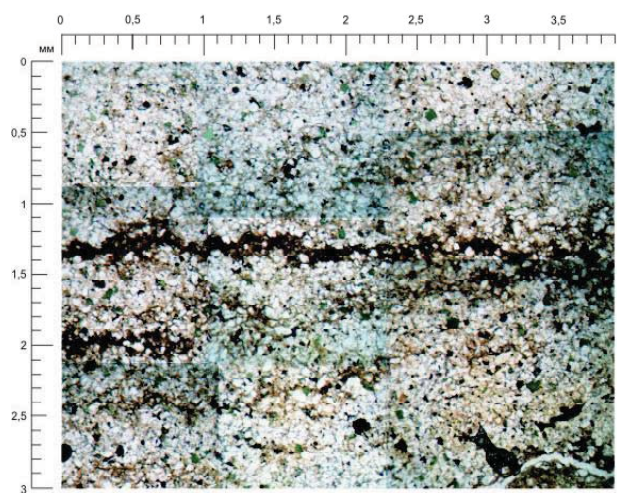


Рис. 2. Субгоризонтальна тріщина виповнена вуглеводневими компонентами у щільному дрібнозернистому пісковіку (св. 62-Завода, інт. 4618–4622 м)

збільшується густина порід-колекторів і формуються чіткіші шаруватість та орієнтація розташування уламкового матеріалу [2].

У зв'язку із збільшенням нерівномірного об'ємного стиснення, що визначається дією різної величини і напрямку геостатичного, гідродинамічного і тангенціального тисків у піщано-алевролітових відкладах по площинах нашарування, у місцях тектонічної порушеності або згину чи підгорнення продуктивних горизонтів утворюються системи мікротріщин. Останні є добрими провідниками флюїдів і місцями їх концентрацій. Саме такими процесами, на нашу думку, пояснюється приуроченість основних запасів нафти до чолових частин антиклінальних складок у Передкарпатському прогині. Оскільки ці структури за механізмом утворення є постконсидентаційними, формування колекторів з поліпшеними колекторськими властивостями у процесі седиментогенезу пояснити важко [3].

У межах ДДЗ на глибині 5–7 км залягають переважно кам'яновугільні та девонські відклади, а у прибортових частинах – породи кристалічного фундаменту. Більшість виявлених покладів приурочені саме до кам'яновугільних відкладів. Породами-колекторами для вуглеводнів є карбонатні і піщано-алевролітові породи. Останні складають 30–60% загальної товщини розрізу кам'яновугільних відкладів, а резервуарами є пласти і пропластки пісковиків і алевролітів, що мають здебільшого лінзоподібну форму, різну товщину і поширення по площі.

Згідно з [4], у середньокам'яновугільних відкладах Співаківської структури, а також середньо- і нижньокам'яновугільних – Волохівської структури широко розвинуті порово-тріщинні колектори. Тріщинуватість переважно літогенетичного походження.

Дослідженнями шліфів теригенних порід-колекторів із св. 200-Березівська, встановлена

подібність будови теригенних порід-колекторів Передкарпаття і ДДЗ. Для них характерні шарувата будова піщано-алевролітової товщі і розвиток зон мікротріщинуватості по площинах нашарування (рис. 3). Найліпші ємнісно-фільтраційні властивості і найбільша товщина порід-колекторів зафіксовані у склепінних частинах підняття, що певною мірою зумовлено розшаруванням породи-колектору. На перекліналях і крилах структур колекторські властивості пісковиків значно погіршуються, інколи до повного їх заміщення непроникними породами. Тому можна стверджувати, що на глибині понад 5 км у ДДЗ і в Передкарпатському прогині проявляються як поровий, так і порово-тріщинний тип колектору, причому із зростанням глибини роль останнього у формуванні ємнісно-фільтраційних властивостей порід-колекторів значно збільшується.

Дослідження зразків теригенних порід-колекторів Передкарпатського прогину і ДДЗ в ультрафіолетовому світлі вказує на деяку їх відмінність.

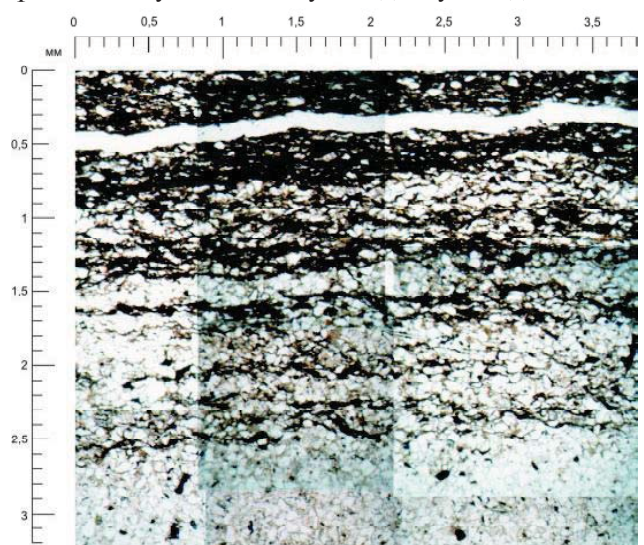


Рис. 3. Тріщинувата зона, що приурочена до переходу від дрібнозернистого пісковика до алевроліту (св. 200-Березівська, інт. 4535–4540 м)

Для зразків порід-колекторів Передкарпатського прогину, відібраних з глибоких свердловин, з інтервалів, де отримано припливи нафти, характерним є інтенсивне світіння в ультрафіолетових променях тріщин і притріщинних зон матриці породи-колектору. Зони розвитку мікротріщинуватості та ослаблені зони дроблення порід-колекторів, до яких приурочені максимальні концентрації органічної речовини і вуглеводнів, люмінесцують червоно-бурими, світло-бурими і бурими кольорами. З віддаленням від таких зон у матриці породи-колектору кольори світіння стають яскравішими, що свідчить про зниження кількості важких вуглеводневих сполук з віддаленням від тріщин.

Зразки теригенних порід-колекторів Березівського газоконденсатного родовища з інтервалу глибин 4535–4540 м слабо люмінесцують темно-бурими кольорами. Найінтенсивніше світіння спостерігається на контактах пропластків, до яких приурочена вуглиста органічна речовина. Водночас подібні за структурою і текстурою зразки з інтервалу 5850–5855 м практично не люмінесцують, що вказує на значний вплив катагенетичних перетворень органічної речовини з глибиною і відсутність у них рідких вуглеводневих речовин. Згідно з [5], у центральній і південно-східній частинах ДДЗ породи-колектори на глибині 4000–6500 м знаходяться на стадії пізнього катагенезу.

У Передкарпатському прогині регіонально нафтоносні олігоценіві відклади на глибині 4,0–5,5 км перебувають на стадії раннього катагенезу, а на глибині 5,5–7,0 км переважно характеризуються змінами, притаманними стадії середнього катагенезу [5].

Теригенні відклади Передкарпатського прогину і ДДЗ є басейновими утвореннями, у процесі осадонагромадження яких поряд з відкладанням уламкового матеріалу осідала органічна речовина. Остання у шліфах представлена прошарками від 0,01 до 0,2 мм коричневого, світло-коричневого, інколи чорного забарвлення, що залежить від ступеня та характеру її перетворення (рис. 4, 5). Стійкість прошарків з підвищеним вмістом органічної речовини до руйнування є меншою, порівняно зі стійкістю піщано-алевролітових, що перешаровуються з ними. Очевидно, що під час виникнення достатніх напружень у породах по таких зонах утворюються мікротріщини, а порода-колектор розшаровується, що приводить до збільшення об'єму породи.

Проведено експериментальні дослідження можливості розущільнення гірських порід під дією флюїдів, що вторгаються у них під тиском [6]. Уже через 4 доби у піщаних аргілітах під дією тиску рідини, що витискалась із середньозернистих пісковиків, формувалися тріщини. Відкрита пористість збільшилась від 0,4 до 1,6 %, а густин-

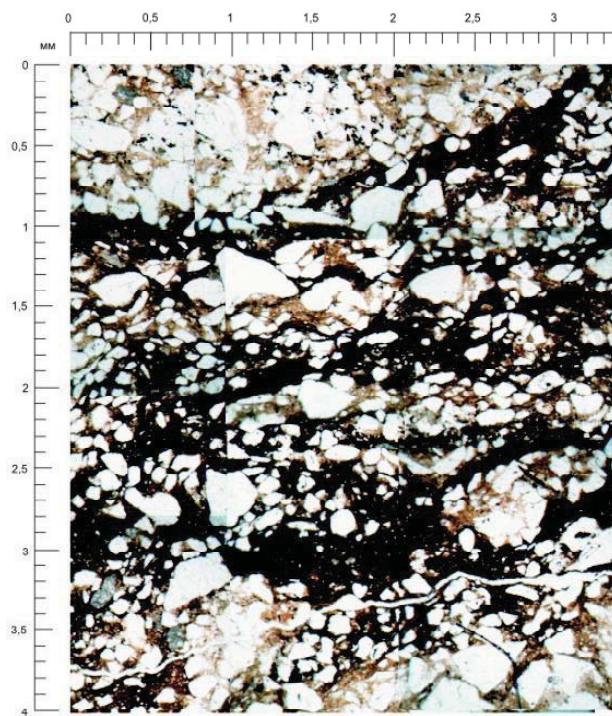


Рис. 4. Крупно-середньозернистий пісковик з підвищеним вмістом органічної речовини у тріщинуватій зоні (св. 200-Березівська, інт. 5850–5855 м)

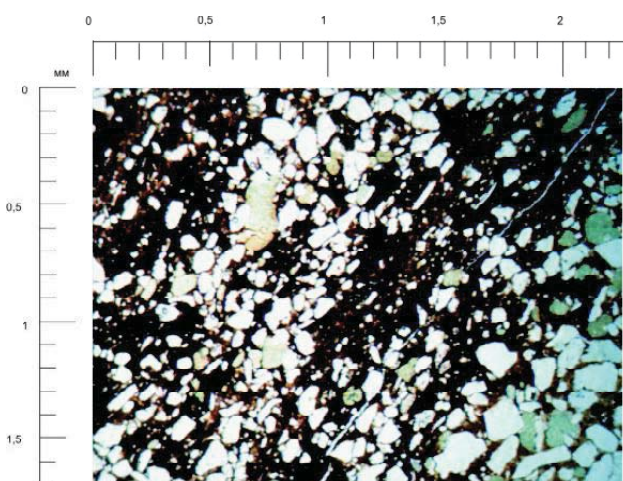


Рис. 5. Середньо-дрібнозернистий пісковик з підвищеним вмістом органічної речовини у зоні тріщинуватості (св. 5-Рожнятів, інт. 5221–5226 м)

на зменшилась від 2590 до 2550 кг/м<sup>3</sup>, що засвідчує збільшення об'єму породи у процесі формування тріщин.

За даними наших досліджень [7] з використанням результатів геолого-статистичного моделювання, гранулярний колектор промислового значення (пористість понад 7 %) у надрах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину може існувати до глибини 8000 м. Розвиток тріщинуватості гірських порід на цих глибинах сприятиме формуванню тріщинно-порового чи поровотріщинного типу колектору.

На великих глибинах зони літогенетичної тріщинуватості відіграють значну роль у форму-

ванні емнісно-фільтраційних властивостей порід-колекторів, а їх розвиток призводить до нерівномірного їх нафтогазонасичення. Це пов'язане з тим, що вуглеводні концентруються переважно у тріщинах і притріщинних зонах. Дослідження особливостей поширення різних типів порід-колекторів та характеру заповнення їх вуглеводневими компонентами мають теоретичне і практичне значення.

Встановлення переважного типу пустотного простору і його нафтогазонасичення має бути необхідною передумовою обґрунтування пошуково-розвідувальних робіт та впровадження заходів щодо освоєння нафтогазових покладів, особливо на великих глибинах.

1. *Породы-коллекторы* каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины на глубинах более пяти километров / В.И. Олексюк, А.А. Лагутин, А.В. Лизанец, С.В. Литвин // Питання розвитку газової промисловості України: Зб. наук. праць. – Харків: Укр. наук.-досл. ін-т природ. газів, 1999. – С. 55–63.
2. *Габинет М.П.* Постседиментационные преобразования флиша Украинских Карпат. – Киев: Наук. думка, 1985. – 148 с.
3. *До питання* регіонального та локального прогнозу нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів Кар-

патського регіону / Б.Й. Маєвський, В.Р. Хомин, М.В. Лягу, М.І. Манюк // Міжнар. наук. конф. “Геологія горючих копалин України”. Тези доп. – Львів, 2001. – С. 150–151.

4. *Основные факторы, определяющие емкостные и фильтрационные свойства терригенных коллекторов на больших глубинах* (на примере карбона юго-восточной части Днепровско-Донецкой впадины) / Э.С. Алешкина, Н.Н. Оршинская // Коллекторы нефти и газа на больших глубинах. Тез. докл. II Всесоюз. конф. – М., 1978. – С. 198–199.
5. *Литология и породы-коллекторы на больших глубинах в нефтегазоносных провинциях Украины* / Д.В. Гуржий, М.П. Габинет, А.Е. Киселев и др. – Киев: Наук. думка, 1983. – 184 с.
6. *Проблеми* пошуків і розвідки родовищ нафти і газу на великих глибинах / О.О. Орлов, В.Г. Омельченко, О.М. Трубенко // Перспективи нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів осадових басейнів України: Зб. наук. праць. – Івано-Франківськ: Факел, 2005. – С. 34–45.
7. *Маєвський Б.Й., Хомин В.Р., Здерка Т.В. та ін.* Прогнозування перспектив нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів Передкарпатського прогину з використанням геолого-статистичного моделювання // Геоінформатика. – 2007. – № 1. – С. 54–61.

*Надійшла до редакції 05.02.2008 р.*

*Б.Й. Маєвський, В.М. Бенько, Т.В. Здерка, С.С. Куровець*

#### ДО ПИТАННЯ РОЗВИТКУ ЛІТОГЕНЕТИЧНОЇ ТРІЩИНУВАТОСТІ ТА НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ГЛИБОКОЗАНУРЕНИХ ТЕРИГЕННИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ПЕРЕДКАРПАТСЬКОГО ПРОГИНУ І ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Наведено порівняльну характеристику особливостей структурно-текстурної будови порід-колекторів Передкарпатського прогину і Дніпровсько-Донецької западини та їх нафтогазоносності. Визначено роль пошарової мікротріщинуватості у формуванні колекторських властивостей глибокозанурених порід-колекторів. Розглянуто можливий механізм формування літогенетичної тріщинуватості терригенних порід-колекторів, пов'язаний з особливостями їх седиментогенезу.

*Б.И. Маевский, В.М. Бенько, Т.В. Здерка, С.С. Куровец*

#### К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТРЕЩИНОВАТОСТИ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ГЛУБОКОПОГРУЖЕННЫХ ТЕРИГЕННЫХ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПРЕДКАРПАТСКОГО ПРОГИБА И ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Представлена сравнительная характеристика особенностей структурно-текстурного строения пород-коллекторов Предкарпатского прогиба и Днепровско-Донецкой впадины и их нефтегазоносности. Определена роль послонной микротрещиноватости в формировании коллекторских свойств глубокопогруженных пород-коллекторов. Рассмотрен возможный механизм формирования литогенетической трещиноватости терригенных пород-коллекторов, связанный с особенностями их седиментогенеза.