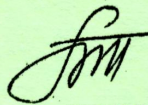


553.98(477.8)
3-46

**ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

ЗДЕРКА ТАРАС ВАСИЛЬОВИЧ



УДК 553.982/981(477.8)

**ЛІТОГЕНЕТИЧНА ТРИЩИНУВАТИСТЬ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА
НАФТОНОСНІСТЬ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ**

(на прикладі олігоценових відкладів

Надвірнянського нафтопромислового району)

04.00.17 – Геологія нафти і газу

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата геологічних наук

Івано-Франківськ – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.



Науковий керівник:

Масвський Борис Йосипович – доктор геолого-мінералогічних наук, професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ.

Офіційні опоненти:

Нестеренко Микола Юрійович – доктор геологічних наук, Український державний геологорозвідувальний інститут (Львівське відділення), завідувач лабораторії колекторів і нафтовилучення;

Щерба Олександра Сергіївна – кандидат геолого-мінералогічних наук, старший науковий співробітник, Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, старший науковий співробітник.

Захист дисертації відбудеться “ 27 ” листопада 2009 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 20.052.01 при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України (76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15).

З дисертації
Івано-Франківського
Івано-Франківськ, вул.

Ал

Вчений секретар
спеціалізованої
кандидат

бібліотеці Івано-
019, м. Івано-

09 р.

Г.О.



an2056

ІАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

актуальність теми. Забезпеченість України паливно-енергетичними ресурсами. – одне з головних завдань сьогодення. Незважаючи на те, що обсяг неосвоєних ресурсів оцінюється в 8,4 млрд. т (1,2 млрд. т у межах Західного нафтогазоносного регіону) умовного палива, Україна належить до країн, що відчувають дефіцит власних вуглеводневих ресурсів. Освоєння їх вимагає ефективного ведення доопшукування, дорозвідки та ефективної розробки нафтових родовищ у старих, добре освоєних регіонах, до яких відноситься Західний нафтогазоносний регіон та Надвірнянський нафтопромисловий район (НПР) зокрема. У цьому відношенні проблема літогенетичної тріщинуватості порід-колекторів та її вплив на нафтоносність локальних структур має важливе теоретичне і практичне значення.

Актуальними є питання формування літогенетичних тріщин, встановлення особливостей та закономірностей їх поширення в межах локальних нафтогазоносних об'єктів, вплив пошарової літогенетичної тріщинуватості на дренавання нафтових флюїдів у порово-тріщинних колекторах, а також зміна емнісних властивостей порід-колекторів з глибиною їх залягання. Цілеспрямованих досліджень з цих питань на родовищах Надвірнянського нафтопромислового району практично не проводилось, тому саме їх вирішенню присвячена дана дисертаційна робота.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям досліджень є складовою частиною держбюджетної теми "Створення геолого-математичної моделі оцінки тріщинуватості порід-колекторів нафти і газу в зонах їх деформації" № держреєстрації 0108U006621 науково-дослідного інституту нафтогазових технологій Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ), що виконувалась на кафедрі геології та розвідки нафтових і газових родовищ ІФНТУНГ, у якій здобувач брав безпосередню участь, а результати наукових розробок автора покладені в основу дисертаційних досліджень.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень є встановлення умов та закономірностей формування літогенетичної тріщинуватості та її впливу на нафтоносність олігоценових порід-колекторів Надвірнянського НПР і їх фільтраційно-емнісні властивості (ФЄВ).

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно розглянути і вирішити такі завдання:

1. Дослідити особливості та закономірності просторового поширення літогенетичної тріщинуватості в межах локальних нафтогазоносних об'єктів та її вплив на характер нафтонасичення олігоценових порід-колекторів.

2. Встановити роль літогенетичної тріщинуватості в формуванні ФЄВ порід-колекторів олігоценових відкладів.

3. Створити геологічну модель формування літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів у межах локальних нафтогазоносних об'єктів.

4. Встановити закономірності зміни ємнісних властивостей крейдово-палеогенових відкладів з глибиною їх залягання.

5. Виявити основні чинники, що впливають на флюїдопровідність літогенетичних тріщин та ефективність дренавання нафтових флюїдів в олігоценових породах-колекторах Надвірнянського НІР.

Об'єкт дослідження: олігоценові відклади Надвірнянського НІР.

Предмет дослідження: літогенетична тріщинуватість, фільтраційно-ємнісні властивості олігоценових порід-колекторів та особливості їх нафтонасичення.

Методи дослідження: комплексні мікроскопічні дослідження порід-колекторів у шліфах, статистична обробка одержаних результатів, геолого-статистичне моделювання та графічні побудови, системно-аналітичний метод обробки геолого-промислової інформації.

Фактичний матеріал. Фондові та опубліковані праці з проблематики дослідження, результати петрофізичних досліджень кернавого матеріалу олігоценових порід-колекторів Надвірнянського НІР (понад 100 зразків зібраних особисто), а також результати комплексних мікроскопічних досліджень близько 700 шліфів, виконаних автором під час навчання в очній аспірантурі при кафедрі геології та розвідки нафтових і газових родовищ ІФНТУНГ (2006-2009 рр.).

Наукова новизна одержаних результатів. До найважливіших наукових результатів слід віднести наступні:

- уперше на підставі комплексних мікроскопічних досліджень встановлено, що літогенетичні тріщини впливають на формування фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів олігоценових відкладів Надвірнянського НІР та їх нафтонасиченість; із використанням панорамних зображень шліфів встановлено диференціацію вуглеводневих компонентів у матриці породи-колектора з віддаленням від літогенетичних тріщин;

- уперше виявлено закономірності поширення літогенетичних тріщин у розрізі олігоценових порід-колекторів та встановлено, що ритмічні зміни процесу осадконагромадження флішових відкладів є передумовою формування у них пошарової літогенетичної тріщинуватості;

- уперше розроблено геологічну модель формування літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів у межах локальних нафтогазових об'єктів на прикладі Надвірнянського НІР та встановлено, що найінтенсивніше літогенетичні тріщини утворювались на стадії катагенезу, а також у зонах перегинів пластів і склепінних частинах локальних нафтогазоносних об'єктів, де спостерігається розшарування порід-колекторів;

- дістало подальший розвиток встановлення тенденції зміни ємнісних властивостей порід-колекторів Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину з глибиною їхнього залягання та коефіцієнта аномальності пластового

тиску; з використанням геолого-статистичного моделювання прогнозується можливість існування порід-колекторів із загальною пористістю більше 7% до глибин близько 8000 м, на яких їхні фільтраційні властивості будуть покращуватись за рахунок тріщинуватості.

Практичне значення одержаних результатів. Використання результатів досліджень сприятиме підвищенню ефективності прогнозування зон поширення літогенетичної тріщинуватості, що впливатиме на розташування експлуатаційних свердловин і розробку нафтових родовищ, а також їх дорозвідку та подальше ведення пошуково-розвідувальних робіт.

Здобувачем рекомендовано проводити гідророзрив пластів з порово-тріщинним типом колектора та обробку привибійної зони свердловини з використанням відповідних розчинників з метою вимивання високов'язких вуглеводневих компонентів з літогенетичних тріщин та закріплення їх розкриття закачуванням кварцового піску, що суттєво впливає на збільшення припливів нафти до вибоїв експлуатаційних свердловин. Останнє підтверджено під час впровадження запропонованих нами рекомендацій на Південно-Гвіздецькому родовищі.

Особистий внесок здобувача. Дисертантом встановлено особливості характеру нафтонасичення порід-колекторів на прикладі олігоценових відкладів Микуличинського нафтового родовища; з використанням методів математичної статистики обробки результатів досліджень літогенетичної тріщинуватості у шліфах встановлено закономірність поширення літогенетичних тріщин; виявлено, що передумовами формування літогенетичних тріщин є ритмічність процесу седиментації, а складні геодинамічні процеси впливали на просторове поширення зон тріщинуватості у межах локальних об'єктів; розроблена узагальнена геологічна модель формування літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів; за результатами геостатистичного моделювання встановлено залежність зміни пористості з глибиною залягання порід-колекторів; на основі аналізу роботи експлуатаційних свердловин виділено чинники, що впливають на особливості нафтовилучення із складнобудованих порово-тріщинних колекторів.

Особистий внесок у наукові роботи, що написані у співавторстві, зазначено у списку опублікованих праць за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень та основні положення дисертаційної роботи доповідались на: Міжнародній науковій конференції "Проблеми геології та нафтогазоносності Карпат" (Львів, 2006); Міжнародній науково-практичній конференції "Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці" (Івано-Франківськ, 2007); VII міжнародній конференції "Геодинаміка, тектоніка і флюїдодинаміка нафтегазоносних регіонів України" (Сімферополь, 2007); XII Міжнародному симпозіумі ім. академіка М.А. Усова "Проблеми геології і освоєння недр" (Томськ, 2008); Міжнародній науково-практичній конференції "Современные проблемы и пути их решения науке, транспорте, производстве и образовании'2008" (Одеса, 2008); Всеукраїнській

науковій конференції молодих вчених “Сучасні проблеми геологічних наук” (Київ, 2009); Міжнародній науково-практичній конференції “Нафтогазова геофізика – стан і перспективи” (Івано-Франківськ, 2009).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 14 наукових праць, серед яких 7 статей – у фахових виданнях, рекомендованих ВАК України (1 одноосібна), та 7 – у матеріалах і тезах доповідей на конференціях.

Об’єм і структура роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і містить 175 сторінок машинописного тексту, 40 рисунків, 5 таблиць. Список використаних джерел включає 187 найменувань на 25 сторінках.

Робота виконана під науковим керівництвом доктора геолого-мінералогічних наук, професора Бориса Йосиповича Маєвського, якому автор висловлює глибоку подяку за постійну увагу та цінні поради під час виконання дисертаційної роботи.

Здобувач висловлює також ширшу подяку доктору геолого-мінералогічних наук, професору О.О. Орлову, кандидатам геолого-мінералогічних наук, доцентам М.В. Ляху, Л.С. Мончаку, Г.О. Жученко, Г.Д. Горванко, В.А. Старостіну, кандидатам геологічних наук, доцентам О.М. Трубенку, В.Р. Хомину, кандидату геолого-мінералогічних наук І.Т. Штурмак, кандидату геологічних наук, С.С. Куровцю та іншим співробітникам кафедри геології та розвідки нафтових і газових родовищ Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за плідні дискусії, цінні поради та практичну допомогу у виконанні дисертаційної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність роботи, викладено основні завдання, визначено наукову новизну та практичну цінність, представлено загальну характеристику роботи.

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПРОБЛЕМИ ЛІТОГЕНЕТИЧНОЇ ТРІЩИНУВАТОСТІ НАФТОНОСНИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ

У першому розділі дисертації коротко висвітлюється історія та сучасний стан вивчення літогенетичної тріщинуватості.

До проблеми тріщинуватості порід-колекторів уже здавна була прикута увага багатьох геологів, які намагались обґрунтувати невідповідності між низькими показниками емнісних властивостей порід-колекторів, визначених різними методами досліджень, і порівняно високими дебітами свердловин, що їх дренували.

Питаннями генезису тріщин та їх класифікацією активно займалися В.В. Белоусов, Є.Н. Пермяков, С.С. Шульц, І.І. Чебаненко, Т.Д. Голф-Рахт, Є.М. Смахов, М.В. Рац, С.Н. Чернишов, К.І. Багрінцева, Р.С. Копистянський, О.Ю. Лукін, А.В. Пек, Б.К. Прошляков та ін.

Окреслено основні етапи дослідження тріщинуватості порід-колекторів Передкарпатського прогину, що відображені у працях таких дослідників як

Є. Віндакевич, С. Ольшевський, К. Богданович, П.К. Гурба, В.П. Лінецький, Г.Н. Доленко, О.С. Вялов, В.В. Глушко, І.М. Кухтін, Р.М. Ладиженський, В.М. Бортницька, Д.В. Кутова, І.П. Сафаров, М.Б. Рипун, Р.С. Копистянський, Л.С. Мончак, К.Г. Григорчук, О.С. Щерба, І.Т. Попп, Г.Ю. Бойко, Б.Й. Маєвський, О.О. Орлов, М.І. Манюк, О.М. Трубенко та ін.

Незважаючи на те, що проблемі дослідження тріщинуватості порід-колекторів присвячено велику кількість наукових праць, проте літогенетичній тріщинуватості у цих працях приділена незначна увага. Значне поширення літогенетичних тріщин у різних відкладах та їх значна роль у формуванні фільтраційних властивостей порід-колекторів вказує на необхідність їх дослідження.

Є.М. Смахов (1962) відносить діагенетичні (літогенетичні) тріщини до нетектонічних. Вони утворюються в осаді, що літифікується за рахунок ущільнення, дегідратації і різних постседиментаційних перетворень. Ширина таких тріщин коливається у межах 5-50 мкм.

Літогенетичні тріщини у породах-колекторах переважно представлені у вигляді ослаблених (розущільнених) тріщинуватих зон, системами паралельних хвилястих тріщин з шорсткими стінками орієнтованими у паралельному до нашарування порід-колекторів напрямку. Відповідно до уявлень М.В. Раца і С.М. Чернишева (1970) тріщини такої морфології відносяться до петрогенетичних (чисто літогенетичних або літогенетичних, які виникають при помітній дії зовнішнього поля напруг). Літогенетичні тріщини окремі автори називають ще "діагенетичними" (Новікова, 1951; Смахов, 1962), "загальними" (Белоусов, 1954), "тріщинами первинної окремоті і нашарування" (Пермяков, 1949), "нетектонічними тріщинами вздовж нашарування" (Р.С. Копистянський, 1959). Проте, на наш погляд, найбільш вдале визначення саме "літогенетичні тріщини" (Овчинніков, 1949; Соколов, 1962).

Р.С. Копистянський (1986) на основі вивчення напружень порід Карпатської нафтогазоносною провінції структурними і деформаційними методами, встановив, що у Карпатах розвинуті геодинамічні поля напружень, які значно впливали на процеси формування пошарових літогенетичних тріщин. Ним виявлені поля напружень різного рангу та масштабу: пластові, локальні (складчасті), регіональні. Причому, у деяких випадках дія горизонтальних зусиль переважає над вертикальними, що зумовлює зменшення геостатичного тиску.

Під дією геостатичного тиску породи-колектори знаходяться у стані об'ємного стиснення, що безумовно протидіє розкриттю літогенетичних тріщин. Зняття таких напружень сприяє розкриттю останніх або ж, навіть, утворенню нових. Такі новоутворені тріщини дуже часто у літературі іменують ще тріщинами розвантаження.

О.С. Щерба, К.Г. Григорчук, В.П. Гнідець, М.В. Шаповалов (2006) відзначають, що при частому перешаруванні алевро-псамітів малої товщини та аргілітів виникають умови для утворення порово-тріщинних та тріщинних колекторів з переважанням пошарової літогенетичної тріщинуватості.

Дослідженнями особливостей нафтоносності локальних структур Передкарпатського прогину Г.Ю.Бойка встановлено, що конфігурація або розміщення заповненого нафтою резервуара, зумовлені у першу чергу розломною тектонікою та тріщинуватістю як шляхами припливу вуглеводнів і фактором підвищення колекторських властивостей вмістилищ нафти. Цим автор звертає увагу на значну роль тріщинуватості порід-колекторів у формуванні характеру нафтоносності локальних структур.

Питання дослідження літогенетичної тріщинуватості порід-колекторів та її вплив на характер нафтоносності відкладів є багатограним і включає в себе: вивчення умов і механізму формування літогенетичних тріщин, їх впливу на характер нафтонасичення порід-колекторів; встановлення особливостей і закономірностей поширення літогенетичних тріщин у межах локальних об'єктів; вплив літогенетичної тріщинуватості на ФСВ олігоценових порід-колекторів. Дослідження зазначених питань на прикладі олігоценових відкладів Надвірнянського нафтопромислового району і є предметом дисертаційних досліджень.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРІЩИНУВАТОСТІ ОЛІГОЦЕНОВИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ ТА ЇХ НАФТОНАСИЧЕНОСТІ

У другому розділі дисертаційної роботи наведені короткі характеристики окремих методів дослідження порід-колекторів та їх тріщинуватості, можливості та обмеження в застосуванні вказаних методів.

Найбільш поширеними і простими у використанні є лабораторні методи дослідження, що використовуються на всіх етапах вивчення порід-колекторів. Дану групу методів прийнято розділяти на фізичні дослідження керна порід-колекторів у лабораторних умовах та мікроскопічні (петрографічні) дослідження порід-колекторів оптичними методами у спеціально виготовлених шліфах та аншліфах. Саме мікроскопічні дослідження переважно використовуються для оцінки пористості та параметрів мікротріщинуватості (коефіцієнт тріщинної пористості, коефіцієнт тріщинної проникності, густина тріщин та ін.).

Комплексними мікроскопічними дослідженнями плоско-паралельних прозорих шліфів продуктивних горизонтів під поляризаційним, цифровим та люмінесцентним мікроскопами здобувачем доведено, що тріщини вздовж нашарування є саме літогенетичними за генезисом. Розкриття тріщин становить перші десятки мікрометрів. У більшості випадків тріщини виповнені різнорідними вуглеводневими компонентами, а іноді разом з кременисто-глинистим матеріалом, рідко – карбонатним.

Дослідженнями шліфів продуктивної частини Микуличинського нафтового родовища (Маєвський Б.Й., Штурмак І.Т., Здерка Т.В. та ін., 2008) встановлено наступні особливості характеру нафтонасиченості пустотного простору порід-колекторів і виділено:

1) нафтонасичення порід-колекторів порового типу:

- *поровий однорідний;*
- *поровий неоднорідний.*

2) нафтонасичення порід-колекторів тріщинного типу:

– *тріщинний, пов'язаний з діагенетичною тріщинуватістю.* Під час спостереження у відбитому ультрафіолетовому світлі для таких лінзовидних, звивистих тріщин, переважно притаманні спокійні бурі, буро-червоні кольори світіння бітумінозних речовин, що їх виповнюють;

– *тріщинний, пов'язаний з епігенетичною тріщинуватістю.* Переважно, це тріщини вздовж нашарування, що формуються на контакті неоднорідних за складом і структурою шарів порід під дією навантажень, саме на стадії епігенезу. Морфологічно такі тріщини є звивистими, але на відміну від діагенетичних тріщин вони мають більші розміри, часто розсікають зерна породи, для них характерний розвиток дзеркал ковзання і зон дроблення зерен. Вуглеводневі компоненти, якими виповнені такі тріщини, мають бурі, буро-червоні кольори світіння в ультрафіолетовому світлі, тоді як матриця породи люмінесцює яскравішими кольорами, що свідчить про міграцію більш легких вуглеводневих флюїдів від тріщин у матрицю породи-колектора;

– *тріщинний, пов'язаний з тектонічною тріщинуватістю.*

3) нафтонасичення порід-колекторів змішаного типу.

На стадії діагенезу тріщини утворюються за рахунок фізико-хімічних перетворень і дегідратації осадів. Епігенетичні тріщини виникають при помітній дії зовнішнього поля напруг. Визначити нижню межу пізнього діагенезу і епігенезу (катагенезу) переважно досить важко, оскільки вони є складовими частинами літогенезу осадових порід. У зв'язку з цим діа- і епігенетичні тріщини нами об'єднано у одну групу – літогенетичних тріщин.

ОСОБЛИВОСТІ ЛІТОГЕНЕТИЧНОЇ ТРІЩИНУВАТОСТІ ОЛІГОЦЕНОВИХ ВІДКЛАДІВ

У третьому розділі основну увагу звернено на встановлення умов формування, закономірностей розповсюдження літогенетичних тріщин у розрізі олігоценевих відкладів та їх нафтонасиченості, роль літогенетичних тріщин у формуванні порово-тріщинних колекторів, а також дослідження просторового поширення зон літогенетичної тріщинуватості у межах локальних об'єктів Надвірнянського нафтопромислового району.

Методами статистичної обробки результатів досліджень кількісних параметрів тріщинуватості, які отримані за результатами комплексних мікроскопічних досліджень, встановлено, що розподіл густоти літогенетичних тріщин олігоценевих порід-колекторів підпорядковується нормальному закону. Це дало нам (Маєвський Б.Й., Здерка Т.В., 2009) підстави стверджувати, що в зонах розвитку літогенетичної тріщинуватості ймовірність наявності тріщин може становити близько однієї

тріщини на 1 мм товщини породи-колектора. Саме завдяки таким особливостям олігоценів алевро-псаміти, які відбираються у відслоненнях, дробляться на пластинки, а у керні – на “п’ятаки” товщиною 1 мм і менше.

Аналіз результатів океанологічних досліджень, наведених у працях В.П. Гаврилова (1990), О.П. Лісіцина (1991), З.В. Ляшевича (1994) Ю.М. Сеньковського зі співавторами (2004) та ін., а також результати проведених здобувачем досліджень флішових олігоценів відкладів Надвірнянського нафтопромислового району дають нам підстави підтримувати думку, що вони утворились біля підніжжя материкового схилу з швидкостями седиментації до 3 мм за рік. Враховуючи це, а також зважаючи на отримані нами закономірності густоти літогенетичних тріщин ми дійшли висновку, що передумови для утворення літогенетичних тріщин вздовж нашарування в олігоценів відкладах закладались на стадії седиментогенезу і зумовлені ритмічними змінами умов осадконагромадження в осадковому басейні.

Розглянувши основні аспекти формування літогенетичної тріщинуватості в олігоценів породах-колекторах, враховуючи результати досліджень: тріщинуватості порід-колекторів О.О. Орлова (1980); ущільнюючого тиску, який діє при зануренні порід-колекторів, на формування тріщинуватості колекторів П.К. Ляховича (1980); формування флюїдовмісної системи порід-колекторів Б.Й. Маєвського і С.С. Куровця (2006) та користуючись результатами комплексу мікроскопічних досліджень, здобувачем розроблено узагальнену геологічну модель формування літогенетичних тріщин у породах-колекторах олігоценів відкладів (на прикладі локальних об’єктів Надвірнянського НПР).

Застосування розробленої моделі дозволить достовірніше прогнозувати просторове поширення літогенетичної тріщинуватості. Це дасть змогу підвищити ефективність проведення пошуково-розвідувальних робіт, оскільки їх успішність значною мірою залежить від достовірності даних про характер поширення порід-колекторів різних типів та їх ФЄВ у межах локальних об’єктів.

Нами (Маєвський Б.Й., Здерка Т.В. та ін., 2008) виконувались порівняння значень коефіцієнта тріщинної пористості (пустотності) $K_{тр}$, визначеної у шліфах за

формулою Ф.І. Котяхова ($K_{тр} = \frac{\sum_{i=1}^N b_i \cdot l_i}{S}$, де $\sum_{i=1}^N b_i \cdot l_i$ – площа усіх тріщин, що

спостерігаються у площі шліфа S , $см^2$), та відкритої пористості $K_{п}$, отриманої за результатами лабораторних досліджень керна. Встановлено, що частка тріщинного простору у загальному об’ємі пустот олігоценів відкладів, визначена зі співвідношення $K_{тр}/K_{п} \cdot 100\%$, становить переважно до 15 %, значно рідше 20-30%, а інколи й більше.

Результати проведених комплексних мікроскопічних дослідження шліфів олігоценів порід-колекторів дали змогу стверджувати, що хвилеподібні тріщини (дуже часто системи тріщин) з розкритістю до 90 мкм, а інколи і більше, є водночас значною ємністю для вуглеводнів (рисунок).

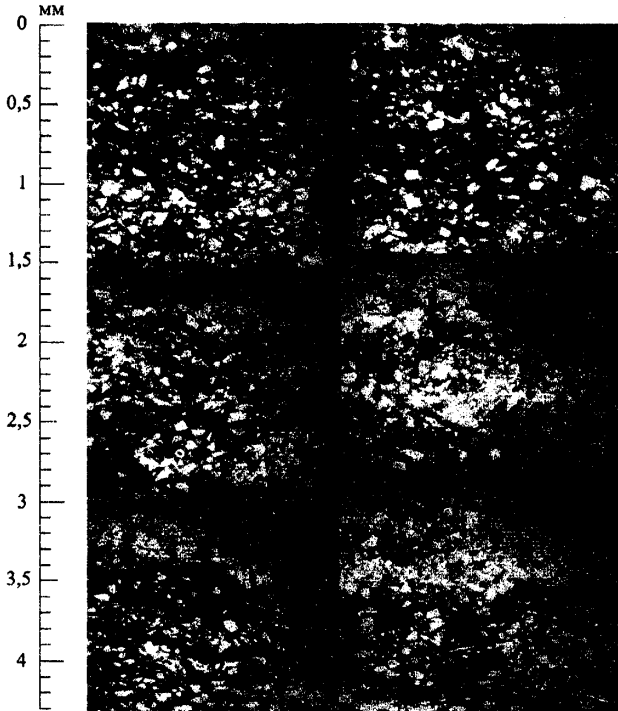


Рисунок – Дрібнозернистий пісковик розбитий системою паралельних літогенетичних тріщин. Інтервал 2431-2434 м (верхньоменілітова підсвіта), св. 6 - Микуличин. Розрахункова тріщинна пористість 6,8%

Літогенетичні тріщини, які виповнені вуглеводневими компонентами, не завжди об'єднані в одну дренажну систему. Такі, переважно лінзовидні, тріщини впливають на емнісні властивості порід-колекторів, збільшують їх пустотний простір, але не покращують їх фільтраційні властивості.

На наявність складного порово-тріщинного типу колекторів у олігоценових відкладах вказують також дані визначення проникності менілітових нафтоносних відкладів лабораторними методами. За результатами досліджень проникності менілітових порід-колекторів родовищ Надвірнянського НПР (Микуличинського, Вільхівського, Пасічнянського та ін.) та Делятинської площі нами підтверджено наявність двох типів колектора:

–порового, що характеризується низькими значеннями проникності (переважно до $5 \cdot 10^{-3}$ мкм²);

–порово-тріщинного (згідно класифікації Є.М. Смахова, 1962), проникність якого на порядок вища у порівнянні з гранулярними колекторами (переважно $(5-50) \cdot 10^{-3}$ мкм²).

На основі аналізу результатів проведених досліджень та наявних теоретичних і експериментальних даних нами доведено, що породи-колектори з літогенетичними тріщинами вздовж нашарування в олігоценових відкладах Надвірнянського НІР слід відносити до порово-тріщинного типу.

Дослідження особливостей будови пустотного простору порід-колекторів та розчленування розриву на окремі об'єкти з різними типами колекторів (*поровий, порово-тріщинний або тріщинно-поровий*) дозволить вивчати просторове поширення порово-тріщинних колекторів з кращими геолого-промисловими характеристиками у межах окремих родовищ південно-східної частини Передкарпатського прогину та ефективніше здійснювати заходи з освоєння їх нафтогазових ресурсів. З цієї метою створено геологічні моделі будови олігоценових природних резервуарів Микуличинського та Південно-Гвіздецького родовищ Надвірнянського НІР.

ПРОГНОЗУВАННЯ ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОЛІГОЦЕНОВИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ НА ВЕЛИКИХ ГЛИБИНАХ

У даному розділі дисертаційної роботи розглядаються питання дослідження закономірності зміни ФЄВ порід-колекторів та їх тріщинуватості з глибиною їхнього залягання.

Багато дослідників вважають, що теригенні відклади через погане сортування матеріалу на глибинах більше 5–6 км уже не можуть бути колекторами.

З точки зору геостатики збереження відкритої пористості на глибинах понад 5–6 км можна пояснити появою в осадовій товщі явища стиснення без дренажу, тобто стану, коли витіснення флюїду, а відповідно і зменшення відкритої пористості, сповільнюється або стає неможливим взагалі, тоді у самому масиві зберігається пористість. У результаті цього у природних резервуарах утворюються аномально високі пластові тиски. Тому глибина, на якій колектори можуть мати промислове значення відкритої пористості, залежить від початкової пористості та наявності зон з аномально високими тисками.

Для вирішення проблеми прогнозування відкритої пористості палеогенових порід-колекторів Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину на великих глибинах нами (Маєвський Б.Й., Хомин В.Р., Здерка Т.В. та ін., 2007) здійснено розрахунок відкритої пористості гранулярного колектора для 35 свердловин з глибинами від 1100 до 4750 м та 10 надглибоких свердловин Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину.

У результаті обробки отриманих результатів за допомогою спеціалізованого математичного пакету "STATISTICA" отримано геолого-статистичну залежність зміни відкритої пористості з глибиною та коефіцієнтом аномальності пластових тисків у нафтогазоносних горизонтах, яка описується таким логарифмічним рівнянням:

$$K_n = 106,1317 - 25,3402 \cdot \lg H.$$

З урахуванням результатів геолого-статистичного моделювання прогнозується можливість існування порід-колекторів із пористістю понад 7% до глибин близько 8000 м, на яких їхні фільтраційні властивості будуть покращуватись за рахунок тріщинуватості.

Для визначення впливу катагенетичних перетворень на зміни літогенетичної тріщинуватості з глибиною, за участю здобувача (Маєвський Б.Й., Бенько В.М., Здерка Т.В., Куровець С.С., 2008) проведено порівняльні дослідження теригенних порід-колекторів Передкарпатського прогину та Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), що перебувають на різних стадіях катагенезу.

У дрібнозернистих пісковиках спаської світи із свердловини 1-Шевченкове (7068,9–7069,9 м) спостерігалися літогенетичні мікротріщини, що під дією значних тангенціальних тисків у процесі складкоутворення були сильно трансформовані.

Як показують результати проведених досліджень глибокозанурених порід-колекторів Березівського газоконденсатного родовища (ДДЗ), навіть на етапі пізнього катагенезу під дією високих тисків і температур теригенні породи-колектори зберігають літогенетичну тріщинуватість. Отримані промислові припливи газу із таких колекторів свідчать про добрі фільтраційні властивості глибокозанурених порід-колекторів, що зумовлені літогенетичною тріщинуватістю вздовж нашарування.

Дослідженнями шліфів теригенних порід-колекторів із свердловини 200-Березівська, встановлена подібність будови теригенних порід-колекторів Передкарпаття і ДДЗ. Для них характерна шарувата будова піщано-алевритової товщі і розвиток зон літогенетичної тріщинуватості по площинах нашарування.

Це дає підстави вважати, що на глибинах понад 5–6 км у розрізі глибокозанурених олігоценових відкладів Надвірнянського НТР можлива наявність порово-тріщинних колекторів, для яких характерна літогенетична тріщинуватість.

ВПЛИВ ЛІТОГЕНЕТИЧНОЇ ТРІЩИНУВАТОСТІ ОЛІГОЦЕНОВИХ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ НА ПІДРАХУНОК ЗАПАСІВ І ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ НАФТОВИХ РОДОВИЩ

При дослідженні фільтрації порово-тріщинним середовищем та оцінці запасів вуглеводнів необхідно перш за все розділити порову (міжзернову) та тріщинну пустотність, проникність пористої матриці і тріщин, а також оцінити їх частку у формуванні ФЄВ порід-колекторів різних типів.

Частка тріщинної ємності у загальному об'ємі пустот визначалась нами у третьому розділі дисертаційної роботи і становить для олігоценових порід-колекторів переважно до 15%. Отже, запаси, що містяться у тріщинах відповідно нараховують до 15% від загальних балансових. Аналіз даних, наведених у попередніх розділах, дає нам підстави вважати, що видобувні запаси нафти в

олігоценових породах-колекторах містяться переважно у зонах літогенетичної тріщинуватості, тому оцінка тріщинної пустотності має важливе значення.

Крім цього, відкриті тріщини у породах-колекторах, а особливо їх просторова орієнтація і взаємозв'язок між собою, суттєво впливають на повноту дренування покладів та дебіти продукції свердловин.

Здобувачем розраховано дебіти нафти для інтервалів випробування горизонту клівських пісковиків у свердловині 2-Микуличин та підроговикового горизонту у свердловині 21-Микуличин за формулою Дюпюї. Результати розрахунків вказують, що для забезпечення отриманих припливів нафти середня проникність колекторів мала б становити $2 \cdot 10^{-3}$ мкм² (для горизонту клівських пісковиків) та $14,5 \cdot 10^{-3}$ мкм² (для підроговикового горизонту). За даними лабораторних досліджень проникність дрібнозернистих пісковиків менілітової світи Микуличинського родовища змінюється від $0,1 \cdot 10^{-3}$ до $1,0 \cdot 10^{-3}$ мкм². Відмінність розрахункових і фактичних значень проникності пов'язана саме з тріщинуватістю олігоценових порід-колекторів, що підтверджується дослідженнями шліфів.

Значні припливи нафти із порід-колекторів з низькими ФЄВ отримано також і на інших родовищах Надвірнянського НПР, зокрема на Довбушанському. Початкові дебіти нафти при випробуванні інтервалу низькопористих колекторів туфіто-аргілітового горизонту у свердловині 11-Довбушанська становили близько 400 м³/д, а з піщано-аргілітового відповідно 37 м³/д. Колектори зазначених горизонтів характеризуються мінливими фільтраційними властивостями. Усі літологічні різновиди, якими складена продуктивна товща Довбушанського родовища, мають ознаки інтенсивної тріщинуватості як тектонічної, так і пошарової літогенетичної. У процесі експлуатації свердловини під час зниження пластового тиску і відповідно змикання літогенетичних тріщин вздовж нашарування дебіти нафти різко падали.

Дослідження роботи свердловин, що експлуатують олігоценові поклади інших родовищ Надвірнянського НПР, також вказують на те, що максимальні видобутки нафти із них спостерігаються на початку експлуатації протягом 1–2 років, а потім різко знижуються переважно вдвічі і більше, після чого свердловини продовжують працювати вже на цьому рівні з поступовим зниженням дебітів нафти.

Також нами розраховано зміну коефіцієнта проникності залежно від зниження відкритої пористості гранулярних порід-колекторів згідно моделей гранулярного колектора Сліхтера, Козені та Терцагі. Результати розрахунків вказують, що проникність, а, отже, і продуктивність колектора з гранулярною пористістю знижується вдвічі при зменшенні пористості на 30–50 % від початкового значення, що залежить від гранулометричного складу колекторів. На наш погляд розрахунки підтверджують зниження проникності олігоценових колекторів під час незначного падіння тиску саме за рахунок змикання високопроникних тріщин зорієнтованих вздовж нашарування.

У процесі фільтрації пластового флюїду порово-тріщинним колектором до вибору експлуатаційної свердловини можливі два варіанти:

– відбір флюїду з високопроникної частини пласта (зон тріщинуватості) компенсується підтоком із низькопроникної частини пласта (пористої матриці породи-колектора) завдяки задовільним ФЄВ блоків матриці породи-колектора у поєднанні з достатньою їх товщиною;

– відбір флюїду з високопроникної частини пласта (зон тріщинуватості) не компенсується підтоком його з низькопористої матриці породи-колектора та відбувається змикання тріщин і зниження їх проникності, що зумовлює зниження рівня нафтовіддачі покладу та відповідно видобутку нафти.

У тріщинуватому пласті-колекторі переважно досить важко визначити значення проникності матриці породи-колектора і системи тріщин окремо. Відзначимо, що за умови наявності системи однонаправлених тріщин можна визначити окремі складові проникності за результатами вимірів проникності паралельно і перпендикулярно до системи тріщин:

$$k'' = k_m + k_{mp}$$

$$k^{\perp} = k_m \text{ тоді}$$

$$k_{mp} = k'' - k^{\perp},$$

де k'' , k^{\perp} – коефіцієнти проникності визначені паралельно і перпендикулярно до системи тріщин; k_m , k_{mp} – відповідно проникність пористої матриці породи-колектора та тріщин.

Асфальто-смолисті компоненти, що виповнюють літогенетичні тріщини, під час змикання заблоковують їх і вони перестають бути каналами фільтрації для пластових флюїдів. З метою запобігання цьому здобувачем пропонується проводити гідророзрив пластів з використанням відповідних розчинників для вилучення в'язких вуглеводневих компонентів із тріщин та закріплення їх розкриття закачуванням кварцового піску. Останнє підтверджено під час впровадження запропонованих нами рекомендації з проведення обробки привибійної зони свердловин у олігоценевих колекторах порово-тріщинного типу Південно-Гвіздецького родовища.

Отже, літогенетичні тріщини є значними фільтраційними каналами, оскільки забезпечують значні припливи нафти до вибою свердловин, а величина розкриття тріщин вздовж нашарування залежить навіть від незначних перепадів тиску у пласті.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі науково та практично обґрунтовано вирішення актуальної задачі з геології нафти і газу, яка пов'язана з встановленням особливостей літогенетичної тріщинуватості та її впливу на нафтонасичення і ФЄВ олігоценевих порід-колекторів Надвірнянського НПР.

На підставі проведених дисертаційних досліджень та узагальнення наявного теоретичного і експериментального матеріалів здобувачем отримано наступні науково-практичні результати:

1. Встановлено, що літогенетичні тріщини впливають на формування фільтраційно-емісійних властивостей порід-колекторів олігоценових відкладів Надвірнянського НПР та характер їх нафтонасичення. З використанням панорамних зображень шліфів під люмінесцентним мікроскопом виявлено зменшення концентрації вуглеводнів у пористій матриці породи-колектора з віддаленням від тріщин, що переважно виповнені більш важкими вуглеводневими компонентами у порівнянні з порами.

2. Виявлено закономірність густоти тріщин у зонах інтенсивної літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів. Густина тріщин у таких зонах може досягати 1000 м^{-1} (або 1000 тріщин на 1 м товщини породи-колектора). Доведено, що передумови для формування літогенетичної тріщинуватості закладались на стадії седиментогенезу під дією періодичних змін умов осадконагромадження.

3. На прикладі локальних об'єктів Надвірнянського НПР створено узагальнену геологічну модель формування літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів. Встановлено, що найінтенсивніше літогенетичні тріщини утворювались на стадії катагенезу. Процеси складкоутворення призвели до виникнення додаткових тектонічних напружень, що сприяли формуванню інтенсивнішої тріщинуватості порід-колекторів, і, відповідно, їх розшарованості у зонах перегинів пластів.

4. Встановлена тенденція зміни пористості порід-колекторів з глибиною їхнього залягання дає підстави стверджувати, що гранулярний колектор промислового значення пористістю понад 7% у надрах Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину може існувати до глибини близько 8000 м. Зменшення міжзернової проникності порових колекторів на великих глибинах компенсується тріщинною проникністю. Мікроскопічними дослідженнями кернів з глибокозанурених горизонтів виявлено наявність відкритих тріщин на глибинах 6000-7000 м і більше.

5. Встановлено, що в інтервалах порово-тріщинних олігоценових порід-колекторів частина видобувних запасів нафти пов'язані з зонами літогенетичної тріщинуватості. З'ясовано вплив літогенетичних тріщин на фільтраційні властивості порід-колекторів. Результатами розрахунків залежностей відкритої пористості і проникності згідно різних моделей гранулярного колектора підтверджено, що різке падіння дебітів нафти у видобувних свердловинах при зниженні пластового тиску на 1-2 МПа зумовлене змиканням високопроникних літогенетичних тріщин у привибійній зоні пласта-колектора.

6. Подальше використання графічних моделей природних резервуарів побудованих за результатами комплексних мікроскопічних досліджень дозволить достовірніше прогнозувати просторове поширення порово-тріщинних колекторів та їх ФЄВ у межах локальних нафтогазоносних об'єктів, що впливатиме на вибір точок закладання експлуатаційних свердловин і підвищить ефективність проведення пошуково-розвідувальних робіт.

7. З метою підвищення ефективності освоєння свердловин та інтенсифікації припливу нафти до їх вибоїв пропонується проводити гідророзрив пласта з використанням відповідних розчинників для вилучення асфальто-смолистих компонентів із літогенетичних тріщин та закріплення їх розкриття закачуванням у них кварцового піску. Ефективність даної пропозиції підтверджено на Південно-Гвіздецькому родовищі.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Прогнозування перспектив нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів Передкарпатського прогину з використанням геолого-статистичного моделювання / Б.Й. Маєвський, В.Р. Хомин, **Т.В. Здерка**, С.С. Куровець, М.І. Манюк // Геоінформатика. – 2007. – № 1. – С. 54-61 (Особистий внесок – дослідження геолого-статистичної залежності зміни відкритої пористості порід-колекторів з глибиною їхнього залягання з врахуванням коефіцієнта аномальності пластового тиску, аналіз попередніх досліджень, 50 %).

2. Дослідження особливостей нафтонасичення олігоценових порід-колекторів Микуличинського нафтового родовища Передкарпатського прогину / Б.Й. Маєвський, І.Т. Штурмак, **Т.В. Здерка**, Г.Д. Горванко, С.С. Куровець // Нафтова і газова промисловість. – 2008. – №1. – С.7-10 (Особистий внесок – аналіз попередніх досліджень, постановка методики дослідження, збір фактичного матеріалу, проведення лабораторних досліджень, участь у обговоренні результатів та формуванні висновків, 65 %).

3. Особливості ємнісно-фільтраційних властивостей олігоценових порід-колекторів Передкарпатського прогину та їх вплив на характер нафтонасиченості і розподіл запасів вуглеводнів / Б.Й. Маєвський, **Т.В. Здерка**, І.Т. Штурмак, М.В. Ляху // Нафтова і газова промисловість. – 2008. – № 2. – С. 11-13 (Особистий внесок – аналіз попередніх досліджень, збір фактичного матеріалу, проведення лабораторних досліджень, розрахунки тріщинної пористості порід-колекторів зумовленої літогенетичною тріщинуватістю та аналіз їх результатів, участь у формуванні висновків, 70 %).

4. До питання розвитку літогенетичної тріщинуватості і нафтогазоносності глибокозанурених теригенних порід-колекторів Передкарпатського прогину і Дніпровсько-Донецької западини / Б.Й. Маєвський, В.М. Бенько, **Т.В. Здерка**, С.С. Куровець // Геоінформатика. – 2008. – №4.– С. 21-24 (Особистий внесок – мікроскопічні дослідження порід-колекторів, аналіз впливу катагенетичних перетворень на фільтраційно-ємнісні властивості колекторів, 60 %).

5. Маєвський Б.Й. Вплив мікротріщинуватості на особливості нафтовилучення із олігоценових порід-колекторів південно-східної частини Передкарпатського прогину / Б.Й. Маєвський, **Т.В. Здерка**, С.С. Куровець // Нафтова і газова промисловість. – 2008. – №6. – С. 33-36 (Особистий внесок – створено геологічну модель будови олігоценового резервуару Микуличинського родовища, доведено

наявність порового та порово-тріщинного типів колектора у розрізі олігоценових відкладів Передкарпатського прогину, участь у збиранні фактичного матеріалу, обговоренні результатів та формуванні висновків і рекомендацій, 75 %).

6. Маєвський Б.Й. Особливості формування літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів нафтогазових об'єктів Передкарпатського прогину / Б.Й. Маєвський, Т.В. Здерка // Геологія і геохімія. – 2009. – №1. – С. 25-36 (Особистий внесок – аналіз наявного теоретичного і експериментального матеріалів, проведення експериментальних досліджень, інтерпретація отриманих результатів, участь у постановці завдання, обговоренні результатів, 70 %).

7. Здерка Т.В. Літогенетична тріщинуватість і нафтоносність олігоценових порід-колекторів Надвірнянського нафтопромислового району / Т.В. Здерка // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. – 2009. – №1. – С. 51-61.

8. Здерка Т.В. Проблема існування порід-колекторів вуглеводнів на великих глибинах у Передкарпатському прогині / Т.В. Здерка, В.Р. Хомин, Б.Й. Маєвський // матеріали Міжнар. наук. конф. “Проблеми геології та нафтогазоносності Карпат”. Львів, 25-27 вересня 2006 р.: тези доповідей. – Львів, 2006. – С. 84-85 (Особистий внесок – ідея, інтерпретація отриманих результатів, участь у постановці завдання, обговоренні результатів та формуванні висновків, 75 %).

9. Вплив геофлюїдодинамічних процесів на емісно-фільтраційні особливості порід-колекторів Передкарпатського прогину та їх нафтонасиченості / Б.Й. Маєвський, Т.В. Здерка, С.С. Куровець, В.Р. Хомин // Міжнародна науково-практична конференція “Ресурсозберігаючі технології в нафтогазовій енергетиці” “ІФНТУНГ-40”, Івано-Франківськ, 16-20 квітня 2007 р.: анотації. – Івано-Франківськ, 2007. – С. 237 (Особистий внесок – постановка проблеми, формулювання завдань, участь у обговоренні результатів та формуванні висновків, 80 %).

10. Щодо особливостей нафтонасичення продуктивних горизонтів Микуличинського родовища / Т.В. Здерка, Б.Й. Маєвський, М.І. Манюк, С.С. Куровець // VII Международная конференция «Крым-2007» Геодинамика, тектоника и флюидодинамика нефтегазоносных регионов Украины с. Николаевка, 10-16 сентября 2007 г.: тезисы докладов. – Симферополь, 2007 с. 160-161 (Особистий внесок – проведення комплексних мікроскопічних досліджень, формулювання висновків, участь у формуванні завдання та обговоренні результатів, 80 %).

11. Здерка Т.В. Литогенетическая трещиноватость олигоценовых пород-коллекторов Предкарпатского прогиба и ее влияние на характер нефтенасыщения и распределение запасов углеводородов / Т.В. Здерка, С.С. Куровець // XII Международный научный симпозиум им. академика М.А. Усова студентов и молодых ученых «Проблемы геологии и освоения недр», Томск, 14-18 апреля 2008 г.: труды. – Томск: Издательство ТПУ, 2008. – С. 365-367 (Особистий внесок –

ідея, постановка завдання, виконання експериментальних досліджень, формулювання висновків, участь у обговоренні результатів, 90 %).

12. Маєвський Б.Й. Мікротріщинуватість олігоценових порід-колекторів Надвірнянського нафтопромислового району та методика її дослідження / Б.Й. Маєвський, Т.В. Здерка, С.С. Куровець // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Современные проблемы и пути их решения науке, транспорте, производстве и образовании’2008”. Том 23, Одесса, 15-25 декабря 2008 г.. – Одесса: Черноморье, 2008. – С. 81-84 (Особистий внесок – постановка проблеми, інтерпретація результатів, формулювання висновків, 70 %).

13. Куровець С.С. Щодо питання впливу мікротріщинуватості на особливості нафтовилучення із олігоценових порід-колекторів Надвірнянського нафтопромислового району / С.С. Куровець, Т.В. Здерка, В.З. Сабан // Всеукраїнська наукова конференція молодих вчених «Сучасні проблеми геологічних наук», Київ, 6-8 квітня 2009 р. [Електронний ресурс]: матеріали конференції – Київ: КНУ, 2009. – 1 електрон. опт. диск (CD). (Особистий внесок – постановка проблеми, виконання лабораторних досліджень, участь у обговоренні результатів та формулюванні висновків, 75 %).

14. Маєвський Б.Й. Літогенетична тріщинуватість порід-колекторів – актуальне питання нафтогазової геології / Б.Й. Маєвський, Т.В. Здерка // Міжнародна науково-практична конференція “Нафтогазова геофізика – стан і перспективи”, Івано-Франківськ, 25-29 травня 2009 р.: тези доповідей. – Івано-Франківськ, 2009. – С. 92-95 (Особистий внесок – ідея, проведення експериментальних досліджень інтерпретація отриманих результатів, участь у постановці завдання, обговоренні результатів та формуванні висновків, 80 %).

АНОТАЦІЯ

Здерка Т.В. Літогенетична тріщинуватість та її вплив на нафтоносність порід-колекторів (на прикладі олігоценових відкладів Надвірнянського нафтопромислового району). Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.17 – геологія нафти і газу. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2009.

Дисертація присвячена дослідженню літогенетичної тріщинуватості порід-колекторів та визначенню її впливу на характер нафтоносності олігоценових відкладів Надвірнянського нафтопромислового району. На підставі результатів комплексних мікроскопічних досліджень виділено характерні особливості нафтонасичення порід-колекторів. Встановлено закономірності просторового поширення літогенетичної тріщинуватості в межах локальних нафтогазоносних об'єктів. Визначено роль літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-колекторів у формуванні їх фільтраційно-ємнісних властивостей. Створено геологічну модель формування літогенетичної тріщинуватості олігоценових порід-

колекторів. Виділено основні чинники, що впливають на флюїдопровідність літогенетичних тріщин. Запропоновано заходи з підвищення ефективності нафтовилучення із порово-тріщинних колекторів.

Ключові слова: Надвірнянський нафтопромисловий район, олігоценові відклади, порода-колектор, літогенетична тріщинуватість, мікроскопічні дослідження, нафтонасичення, фільтраційно-ємнісні властивості.

АННОТАЦІЯ

Здерка Т.В. Литогенетическая трещиноватость и ее влияние на нефтеносность пород-коллекторов (на примере олигоценовых отложений Надворнянского нефтепромышленного района). Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.17 – геология нефти и газа. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2009.

Диссертация посвящена исследованию литогенетической трещиноватости пород-коллекторов и определению ее влияния на характер нефтеносности олигоценовых отложений Надворнянского нефтепромышленного района.

С целью исследования литогенетических трещин с раскрытием в первые десятки микрометров, предложены комплексные микроскопические исследования с использованием цифрового, поляризационного и люминесцентного микроскопов. Панорамные изображения шлифов, позволили автору установить уменьшение концентрации углеводородов в матрице породы-коллектора с отдалением от литогенетических трещин и выделить характерные особенности нефтенасыщения пород-коллекторов.

В результате исследований обнаружены закономерности распространения литогенетических трещин в разрезе олигоценовых пород-коллекторов и установлено, что ритмические изменения процесса осадконакопления флишových отложений являются предпосылкой формирования в них литогенетических трещин вдоль наслоения.

Установлено, что часть объема литогенетических трещин в общем объеме пустот олигоценовых отложений составляет 15 %, а иногда и больше. Результаты петрофизических исследований проницаемости литогенетических трещин также указывают на наличие двух типов коллектора (порового с проницаемостью до $5 \cdot 10^{-3}$ мкм² и порово-трещинного – преимущественно $(5-50) \cdot 10^{-3}$ мкм², а иногда и более). Таким образом доказано, что породы-коллекторы олигоценовых отложений относятся к порово-трещинным с преобладанием литогенетической трещиноватости.

Результаты проведенных исследований и обобщения теоретического и экспериментального материалов дали возможность автору создать геологическую модель формирования литогенетической трещиноватости олигоценовых пород-коллекторов в пределах локальных нефтегазовых объектов.

Пользуясь полученными результатами, создана модель строения олигоценового резервуара Микуличинского месторождения по линии скважин 2, 21, 22, 3, 23. Такая модель позволит эффективнее обнаруживать наиболее производительные горизонты с порово-трещинными коллекторами и исследовать изменчивость емкостно-фильтрационных свойств пород-коллекторов в пределах локальных объектов.

Проведенные автором исследования закономерностей изменения фильтрационно-емкостных свойств пород-коллекторов и их трещиноватости с глубиной залегания дают основания полагать, что на глубинах больше 5–6 км в разрезе олигоценовых отложений Надворнянского нефтепромышленного района возможно наличие порово-трещинных коллекторов с преобладанием литогенетической трещиноватости.

Исследование работы скважин, которые эксплуатируют олигоценовые залежи месторождений Надворнянского нефтепромышленного района, указывают на то, что максимальная добыча нефти из них наблюдается в начале эксплуатации в течение 1–2 лет. Затем дебиты резко падают, преимущественно вдвое и больше, после чего скважины продолжают работать на этом же уровне с постепенным снижением добычи нефти. Расчет изменения коэффициента проницаемости в зависимости от снижения пористости гранулярных пород-коллекторов согласно моделям гранулярного коллектора указывает на то, что проницаемость, а, следовательно, и производительность коллектора с гранулярной пористостью снижается вдвое при уменьшении пористости на 30–50 % от начального значения. Это указывает на снижение проницаемости олигоценовых пород-коллекторов во время незначительного падения давления именно за счет смыкания высокопроницаемых трещин сориентированных вдоль наслоения.

В процессе эксплуатации скважин во время снижения пластового давления и соответственно смыкании литогенетических трещин асфальто-смолистые компоненты, наполняющие их, блокируют трещины, и они перестают быть каналами фильтрации для пластовых флюидов, потому дебиты нефти резко снижаются. С целью предотвращения этого предложено проводить гидроразрыв пластов с использованием соответствующих растворителей с целью извлечения вязких углеводородных компонентов из трещин и закрепления их раскрытия закачиванием кварцевого песка. Эффективность такого метода подтверждена на Южно-Гвиздецком месторождении.

Ключевые слова: Надворнянский нефтепромышленный район, олигоценовые отложения, порода-коллектор, литогенетическая трещиноватость, микроскопические исследования, нефтенасыщенность, фильтрационно-емкостные свойства.

ANNOTATION

Zderka T.V. Lithogenetic fracturing and its influence on containing oil of breeds-collectors (on the example of oligocen deposits of Nadvirna petroleum industrial district). Manuscript.

The dissertation on reception of a scientific degree of candidate of geological sciences behind speciality 04.00.17 – geology of oil and gas. – Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, Ivano-Frankivsk, 2009.

Dissertation is devoted research on lithogenetic fractures of breeds-collectors and determination of their influence on character of oil containing in oligocen deposits of Nadvirna petroleum industrial district. In particular, using on the results of complex microscopic researches the character features of breeds-collectors oil saturation are selected. Conformities to law of spatial distribution of lithogenetic fractures are set within the limits of local oil-and-gas bearings objects.

It is set the role of lithogenetic fractures of oligocen breeds-collectors in forming of their lauter-capacity properties. The geological model of forming of lithogenetic fractures of oligocen breeds-collectors is created. Basic factors that influence on fluid conductivity of lithogenetic cracks are selected. There are offered measures to increase the efficiency of oil exception from porous-fractured collectors.

Key words: Nadvirna petroleum industrial district, oligocen deposits, breed-collector, lithogenetic fracturing, microscopic researches, oil saturation, lauter-capacity properties.

НТБ
ІФНТУНГ



an2056