

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ**

Гаранін Олександр Арсентійович

УДК 550.832+ 550.834.05 (477.7)

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ
ОЦІНЮВАННЯ ЗМІНИ ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ
У ПРИСВЕРДЛОВИННІЙ ЗОНІ ЗА ДАНИМИ
ПЕТРОФІЗИЧНИХ І ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

04.00.22 – Геофізика

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:

- доктор геологічних наук, професор **Федоришин Дмитро Дмитрович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри геофізичних досліджень свердловин.

Офіційні опоненти:

- доктор геологічних наук **Коболєв Володимир Павлович**, Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, завідувач відділом сейсмометрії і фізичних властивостей речовини Землі;

- кандидат геологічних наук **Серженьга Оксана Володимирівна**, завідувач відділом параметричного забезпечення центру інформаційно-аналітичних та геолого-геофізичних досліджень ДП "Науканафтогаз".

Захист дисертації відбудеться 19 березня 2010 р. о 14⁰⁰ 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 дисертацією можна ознайомитися у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15).

Автореферат розісланий “ 6 ” лютого 2010 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради, кандидат
геолого-мінералогічних наук, доцент

Г.О. Жученко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У практиці розвідки і розробки нафтогазових покладів України поширені випадки, коли явні пласти-колектори мають малу продуктивність, або зовсім не дають припливу вуглеводнів у зв'язку з тим, що при розкритті їх бурінням фільтраційні властивості присвердловинної зони пластів (ПЗП) незворотно погіршилися. Детальні дослідження багатьох науковців (Ф.С. Абдуліна, В.А. Аміяна, В.С. Бойко, М.С. Вінарського, В.І. Грицишина, К.Ф. Жигача, М.І. Зазуляка, М.М. Іванюти, О.В. Серженьги, С.Т. Овнатанова, Л.І. Орлова, В.М. Подгорнова, Н.М. Свіхнушина, В.О. Федішина та ін.) показують, що основними причинами такого стану є переміщення твердих частинок у пласті або фізико-хімічний вплив на породи бурових розчинів. Частіше спостерігається їх поєднання. Для досягнення і збереження максимальної продуктивності пластів-колекторів при їх розкритті в процесі буріння актуальною є розробка й впровадження у виробництво нових перспективних технологій детального вивчення нафтогазовмістких порід-колекторів та прогнозування зміни ефективної пористості і проникності ПЗП.

Одним з перспективних напрямків вивчення зміни фільтраційно-ємнісних властивостей пластів є поєднання петрофізичних та промислово-геофізичних досліджень, значна ефективність котрих може бути досягнута за рахунок вимірювання петрофізичних параметрів керну в умовах, наближених до пластових. Відсутність серійного обладнання та єдиної методики ускладнює їх проведення та потребує спеціальних методологічних розробок.

Виходячи із вищенаведеного проблема прогнозування зміни ефективної пористості і проникності присвердловинної зони пластів при їх розкритті бурінням на сьогодні залишається недостатньо вивченою та актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тема досліджень пов'язана з науково-дослідними роботами за участю здобувача згідно угод з ДП «Науканафтогаз» в рамках завдань національної програми «Нафта і газ України до 2010 р.», затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України № 665 від 21 червня 2001 року. Проведені дослідження є також складовою частиною науково-дослідних робіт бюджетної тематики (2004 - 2009 рр.) кафедри геофізичних досліджень свердловин Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ): «Оптимізація комплексу геофізичних досліджень складнопобудованих колекторів».

Окремі наукові положення розроблялися здобувачем при виконанні в 1978 - 1981 рр. науково-дослідних угод з виробничою організацією ДГП «Укргеофізика», що безпосередньо займається геологорозвідувальними роботами на нафту і газ (держ. реєстр. №№ 77051212; 81073534; 01880003523).

Метою дисертаційної роботи є удосконалення методологічних основ оцінювання зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні за результатами петрофізичних та геофізичних досліджень свердловин.

Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- проаналізувати сучасний стан проблеми;
- удосконалити методику і обладнання для петрофізичних досліджень керну та моделювання фізичних процесів у присвердловинній зоні пласта;
- дослідити зв'язок закупорки порового простору порід-колекторів з їх адсорбційною здатністю;
- розробити методику поділу теригенних порід-колекторів на групи, що відрізняються здатністю до закупорки під впливом бурових розчинів;
- дослідити шляхом фізичного моделювання вплив фільтратів бурових розчинів на фільтраційно-ємнісні властивості різних типів теригенних порід-колекторів нафтогазоконденсатних родовищ;
- розробити методику кількісної оцінки зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні пластів за даними петрофізичних і геофізичних досліджень.

Об'єкт дослідження: теригенні породи-колектори нафтогазо-конденсатних родовищ Дніпрово-Донецької нафтогазоносною провінції.

Предмет дослідження: фільтраційно-ємнісні характеристики і геофізичні параметри порід-колекторів теригенних нижньокам'яновугільних відкладів нафтогазоконденсатних родовищ Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ).

Методи дослідження: літологічні і петрофізичні дослідження керну, фізичне моделювання процесів проникнення фільтратів промивних рідин на зразках гірських порід, систематизація геологічної та геофізичної інформації, статистична обробка отриманих даних.

Фактичний матеріал: фондові та опубліковані геолого-геофізичні матеріали досліджень свердловин та експериментальних досліджень кернавого матеріалу нафтогазоконденсатних родовищ ДДЗ.

Наукова новизна виконаних досліджень полягає в тому, що:

1) уперше на основі зменшення контактного електричного опору та впливу кінцевого ефекту, обумовленого накопиченням змочуваної фази на вихідному торці зразка гірської породи при фільтрації вуглеводнів, розроблено метод підвищення точності вимірювання електричних і ємнісних параметрів зразків порід-колекторів;

2) уперше на основі аналізу причин похибок визначення адсорбційної здатності гірських порід запропоновано новий підхід до методики її оцінки за рахунок введення параметра адсорбційної водонасиченості та досліджено його зв'язок з фільтраційно-ємнісними властивостями порід-колекторів;

3) уперше розроблено методику поділу теригенних порід-колекторів на групи, що відрізняються здатністю до закупорки під впливом промивних

рідин;

4) уперше для візейських відкладів Артюховсько-Липоводолинського валу ДДЗ встановлено залежність закупорки порід-колекторів у присвердловинній зоні пластів від петрофізичних і геофізичних параметрів;

5) встановлено, що спотворення геофізичної інформації, отриманої у процесі досліджень свердловин, та ступінь закупорки присвердловинної зони пластів-колекторів обумовлені вмістом у промивних рідинах карбоксиметилцелюлози і конденсованої сульфід-спиртової барди.

Практичне значення і реалізація одержаних результатів у промисловості. Основні положення дисертації у вигляді методичних рекомендацій та зразків розробленого обладнання використовувалися: при петрофізичних дослідженнях та інтерпретації матеріалів промислової геофізики в Ніжинській, Прикарпатській, Івано-Франківській та Ямальській експедиціях з геофізичних досліджень свердловин; у наукових та тематичних звітах; при викладанні курсів "Спецрозділи петрофізики" та "Теоретичні і прикладні моделі в петрофізиці колекторів і флюїдоупорів" студентам спеціальності «Геофізика» геологорозвідувального факультету ІФНТУНГ.

Особистий внесок здобувача. Основні теоретичні та методичні результати, винесені на захист, отримані автором особисто. Зокрема: розроблене та вдосконалене нове устаткування для дослідження зразків гірських порід в умовах, наближених до пластових; удосконалена методика визначення адсорбційної здатності гірських порід; проведені експериментальні дослідження з визначення петрофізичних характеристик зразків порід в залежності від впливу на них різних чинників. Дисертантом виконане узагальнення, інтерпретація та систематизація фактичного геолого-геофізичного матеріалу. Побудовані кореляційні залежності та розроблена методика оцінки зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні за даними петрофізичних і геофізичних досліджень.

Апробація роботи. Результати досліджень доповідались на 12 науково-технічних конференціях і семінарах, зокрема: на Республіканському наук.-техн. семінарі «Повышение эффективности геофизических исследований глубоких и сверхглубоких скважин в нефтегазоносных провинциях Украины» (Сімферополь, 1982 р.); на Всесоюзній наук.-техн. конференції: «Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение нефтегазовых скважин» (Івано-Франківськ, 1982 р.); на III Всесоюзній конференції: «Коллекторы нефти и газа на больших глубинах» (Москва, 1983 р.); на IX наук.-техн. конференції молодих вчених УкрДГРІ (Полтава, 1983 р.); на V Всесоюзному семінарі: «Нефтегазообразование на больших глубинах» (Москва, 1986 р.); на IV Всесоюзній конференції: «Коллекторы нефти и газа на больших глубинах», (Москва, 1987 р.); на VI Всесоюзній нараді: «Повышение достоверности определения параметров сложных коллекторов и флюидоупоров» (Львів, 1987 р.); на II Всесоюзній наук.-техн. конференції: «Вскрытие нефтегазовых пластов и освоение скважин» (Івано-Франківськ, 1988 р.); на нараді «Проблемы

интенсификации добычи нефти, газа и конденсата методами воздействия на продуктивный пласт» (Новий Уренгой, 1988 р.); на міжнародному семінарі: «Физические параметры минерального вещества Земли» (Ін-т геофізики НАН України, Київ, 2006 р.); на міжнародній наук.-техн. конференції: «Ресурсозберігаючі технології у нафтовій енергетиці» (Івано-Франківськ, 2007 р.); на VII міжнародній конференції: Крым, 2007, «Геодинамика, тектоника и флюидодинамика нефтегазоносных регионов Украины» (Сімферополь, 2007 р.).

Публікації. Матеріали дисертаційної роботи захищені одним винаходом, опубліковані в 16 працях, серед яких 7 статей у фахових виданнях, передбачених ВАК України.

Дисертація обсягом 168 сторінки складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 159 найменувань на 18 сторінках, 36 рисунків (11 на окремих сторінках) і 15 таблиць (11 на окремих сторінках).

Робота виконана на кафедрі геофізичних досліджень свердловин ІФНТУНГ під керівництвом доктора геологічних наук, професора Федоришина Д.Д., якому автор висловлює подяку за постійну увагу, цінні поради та підтримку.

Здобувач висловлює щире подяку за професійні поради та надану підтримку під час підготовки дисертаційної роботи доктору фіз.-мат. наук, зав. кафедри ПНГГ ІФНТУНГ О.П. Петровському, кандидатам геологічних наук, доцентам ІФНТУНГ В.І. Грицишину, В.А. Старостіну, М.В. Ляху, Г.О. Жученко.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ВИВЧЕННЯ ЗМІНИ ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОРІД- КОЛЕКТОРІВ У ПРИСВЕРДЛОВИННІЙ ЗОНІ

Питання, стосовно даної проблеми охоплюють окремі розділи петрофізики, геофізичних досліджень свердловин, фізики нафтогазового пласта та фізичної хімії. Значний вклад у вирішення проблеми вивчення і визначення зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні пластів внесли у своїх роботах Ф.С. Абдулін, В.А. Аміян, Г.І. Антонішин, В.С. Афанас'єв, В.С. Бойко, А.О. Васильченко, М.С. Вінарський, Ш.К. Гіматудінов, Ю.С. Губанов, В.Н. Дахнов, В.М. Добринін, І.Н. Єльцов, М.М. Іванюта, К.Ф. Жигач, Б.В. Касперський, А.А. Кашеваров, Н.Н. Михайлів, М.Ю. Нестеренко, Г.Т. Овнатанов, Л.І. Орлов, В.Й. Петерсіл'є, С.Д. Пірсон, О.В. Серженьга, В.А. Сідоровський, В.О. Федішин, Б.А. Фукс, О.А. Черемісінов, М.Н. Епов, Р.С. Яремійчук та інші дослідники. Проведений огляд робіт показує, що

суттєві зміни фільтраційно-ємнісних властивостей ПЗП відбуваються внаслідок проникнення до неї в процесі буріння чужорідних для пласта рідин і частинок твердих речовин.

Глибина проникнення в породу-колектор фільтрату і частинок твердої фази промивної рідини визначається комплексом чинників, головними з яких є: перепад тиску, розмір пор породи-колектора, тріщин і частинок твердої фази промивної рідини. Кількість проникаючого фільтрату переважно визначається водовіддачею промивної рідини, проникністю породи й величиною репресії.

Лабораторні дані і результати досліджень керну (Б.В. Касперський, Л.І. Орлов, Д.Б. Панов, Ф.В. Роджерс, В.А. Сідоровський, Ф.І. Фіонов) показують незначну глибину проникнення твердих частинок у пористе середовище (0,01 - 0,05м). Завдяки цьому існує точка зору стосовно того, що можна нехтувати зоною кольматації. У працях А.В. Аміяна з метою попередження проникнення бурового розчину та його компонентів у пласт-колектор обґрунтована необхідність створення штучної кольматації продуктивних пластів при бурінні свердловин додаванням до промивної рідини спеціальних інертних добавок.

На нашу думку, подібні дії цілком могли би бути виправдані за умов наявності чистого порового гранулярного колектора. Однак, в реальному пласті, що містить мікро- і макротріщини, розміри зони проникнення промивної рідини можуть бути значно більшими за глибину перфораційних каналів і досягати декількох метрів. Тобто, поряд з вивченням причин виникнення кольматації присвердловинної частини продуктивних пластів, особливу увагу треба приділяти дослідженню процесів, які відбуваються в зоні проникнення фільтрату промивної рідини. Це ґрунтується на тому, що радіус зони проникнення набагато перевищує глибину кольматації й складає за даними деяких дослідників 0,2 - 28 м (М.М. Іванюта, М.І. Зазуляк, М.Н. Свіхнушин, С.Д. Пірсон). В цій зоні відбуваються складні фізико-хімічні процеси, значна частина яких є недослідженою внаслідок складності моделювання пластових умов у лабораторіях.

Різноманітність фізико-хімічних явищ, що відбуваються при розкритті нафтогазоносних пластів у процесі буріння свердловин, тісно пов'язана з наявністю в породах-колекторах глинистих мінералів, які за рахунок своєї підвищеної сорбційної здатності можуть в присутності води значно збільшувати свій об'єм. Ступінь збільшення об'єму глинистих частинок в породі і, внаслідок цього, зниження проникності продуктивного пласта, залежить від типу глинистого мінералу, його дисперсності, природи обмінних катіонів, властивостей фільтрату промивної рідини та ін.

Лабораторні дослідження та промислові спостереження за впливом фільтратів промивних рідин на колекторські властивості порід (С.Ф. Абдулін, В.А. Аміян, Ю.С. Губанов, П.С. Лапшин, Т.Г. Овнатанов, Б.Д. Павлов, Ф.К. Паус, О.В. Серженьга, У.Л. Скальська і ін.) дають підставу

визначити загальні причини зниження первинної проникності порід у ПЗП. Серед них можна виділити природні та штучні чинники, які сприяють закупорці ПЗП. До перших належить висока глинистість колектора, неактивність нафти, що міститься в ньому, низькі водонасичення колектора і його карбонатність. До штучних - значні репресії на пласт під час розкриття його у процесі буріння, збільшення часу контакту пласта з відкритим стовбуром свердловини, низька мінералізація фільтрату промивної рідини, висока її лужність і наявність у ній різних хімічних реагентів. Розробка методики і технології оперативної оцінки закупорки ПЗП за геолого-геофізичними параметрами є актуальним завданням. У зв'язку з цим автор у дисертаційній роботі досліджує на прикладі нафтогазоконденсатних родовищ Дніпрово-Донецької нафтогазоносною провінції можливість такої оцінки за комплексом петрофізичних і геофізичних даних.

ГЕОЛОГІЧНА БУДОВА ПЕРЕКОПІВСЬКОГО НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНОГО РОДОВИЩА ТА УМОВИ РОЗКРИТТЯ ПОРІД-КОЛЕКТОРІВ БУРІННЯМ

Розділ подає геологічну будову, склад пластових флюїдів, літолого-петрофізичну характеристику порід-колекторів Перекопівського родовища та умови розкриття бурінням продуктивних відкладів на нафтогазових родовищах України.

Дослідження зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні під дією різних чинників проводились на прикладі продуктивних візейських відкладів теригенного складу Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища, яке знаходиться в межах Артюховсько-Липоводолинського валу ДДЗ.

Породи-колектори візейських відкладів Перекопівського родовища представлені переважно сірими, різних відтінків середньозернистими пісковиками, іноді гравелістими та алевролістими їх різновидами. Склад колекторів кварцовий, з одиничними зернами пелітизованих, слабо-серітизованих, каолінітизованих польових шпатів. Середні значення коефіцієнтів відкритої пористості $K_{п.в}$ й газопроникності $K_{пр.г}$ для них, відповідно, становлять $K_{п.в} = 10 - 15 \%$ і $K_{пр.г} = (10-170) \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. В окремих випадках зазначені параметри досягають відповідно 20% і $1000 \cdot 10^{-15} \text{ м}^2$. Нафтогазові поклади залягають на глибинах 4100-4680 м, характеризуються пластовою температурою в межах $114-119^\circ \text{ С}$ і пластовим тиском 45-49 МПа. Горизонт гірських порід В-19 є основним за запасами вуглеводневої продукції у більшості нафтогазоконденсатних родовищ досліджуваного району. Підземні водоносні горизонти нафтогазових відкладів ДДЗ високонапірні, високомінералізовані, хлоридні, кальцієво-натрієві. Мінералізація їх змінюється від (10 - 50) г/л до (150 - 260) г/л, залежно від глибини залягання. Води містять йод 0,0017 -

0,0321 г/л, бром 0,0281 - 0,730 г/л, бор та інші мікроелементи.

Хімічні реагенти є одним з основних компонентів промивних рідин, які застосовуються при бурінні нафтогазових свердловин в Україні. Їх перелік нараховує понад 500 найменувань, що є різними модифікаціями близько 50 основних реагентів, призначених для загального покращення якості промивних рідин. Аналіз рецептур реальних бурових розчинів показав, що добавки до них хімреагентів досить часто носять хаотичний характер і дуже важко піддаються кількісному обліку. Хімічні реагенти можуть вступати в реакції з катіонами полівалентних металів (*Ca*, *Mg*) та утворювати у присвердловинній зоні пластів-колекторів стійкі емульсії і жорсткі піни, які внаслідок підвищеної їх в'язкості можуть спричиняти суттєві зміни фільтраційно-ємнісних властивостей пористого середовища. Інтенсивність взаємодії фільтратів промивних рідин з пластовими водами посилюється із зростанням температури, а сам характер новоутворень залежить від складу хімреагентів, що вводяться в промивну рідину, та іонного складу пластових флюїдів (А.А. Балусь, А.О. Васильченко, І.Л. Мархасін, М.А. Мислюк, В.Ф. Малахов, Б.А. Фукс та ін.).

Отже, за результатами аналізу та узагальнення наведених даних встановлено, що сьогодні при розбурюванні продуктивних об'єктів на нафтогазоконденсатних родовищах ДДЗ застосовують у більшості випадків промивні рідини на водяній основі. Гідростатичні тиски часто перевищують пластові у півтора, а в окремих випадках - у два рази. До продуктивних пластів за таких технологічних умов буріння надходить значна кількість промивної рідини і її фільтрату, що підтверджується численними даними випробування і пробної експлуатації. У присвердловинній зоні продуктивних пластів відбуваються фізико-хімічні процеси, які призводять до закупорки порового простору порід-колекторів, завдяки чому геологічні об'єкти при ідентичній будові та при однаковій прогнозній їх продуктивності за геолого-геофізичними параметрами, але за різних технологічних умов розкриття їх бурінням, характеризуються часто суперечливими даними за результатами випробування.

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ ПЕТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТА МОДЕЛЮВАННЯ ВПЛИВУ ФІЛЬТРАТІВ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ НА КОЛЕКТОРСЬКІ ВЛАСТИВОСТІ ГІРСЬКИХ ПОРІД

У розділі представлена методика вимірювання петрофізичних характеристик і параметрів порід-колекторів та моделювання впливу на них свердловинних умов. З метою підвищення точності вимірювання електричних і ємнісних параметрів зразків порід-колекторів проведені нові додаткові розробки та модернізація устаткування і апаратури. При цьому був врахований досвід досліджень таких відомих науково-дослідних установ

як УкрДГРІ, інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, ВНІГеофізика, МІНГ і ГП ім. І.М. Губкіна, ІФНТУНГ та відомих фахівців (Г.М. Авчян, Ю.С. Губанов, Н.С. Гудок, В.М. Добринін, А.В. Дахнов, В.Ф. Індутний, О.М. Карпенко, В.П. Коболєв, Л.М. Марморштейн, Е.А. Поляков, Г.І. Петкевич, С.І. Шепель та ін.). Схема комплексу досліджень для вирішення поставленої задачі наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Схема комплексу досліджень із вивчення впливу фільтратів бурових розчинів на фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів

Номер етапу	Найменування дослідження	Мета дослідження
1	Вивчення петрофізичних і геофізичних параметрів на зразках гірських порід	Характеристика порід-колекторів за сукупністю літологічних, петрофізичних і геофізичних ознак. Поділ порід на групи.
2	Моделювання впливу фільтратів бурових розчинів на фільтраційно-ємнісні властивості порід-колекторів	Отримання експериментальних даних про вплив фільтратів бурових розчинів з добавками хімреагентів на зміну ефективної пористості та проникності порід-колекторів
3	Вивчення можливостей застосування петрофізичних і геофізичних досліджень для прогнозування закупорки порід-колекторів у присвердловинній зоні	Розроблення методики оцінки зміни фільтраційно-ємнісних властивостей колекторів у присвердловинній зоні за даними петрофізичних і геофізичних досліджень та апробація її на конкретному родовищі.

Лабораторні дослідження виконувалися як в атмосферних умовах, так і в умовах, наближених до пластових. Методичні прийоми, пов'язані з вивченням петрофізичних властивостей зразків гірських порід у атмосферних умовах, змістовно викладені у працях багатьох вітчизняних та зарубіжних дослідників (Н.С. Гудок, В.Н. Кобранова, Н.І. Нефьодова, Е.А. Поляков, Л.І. Орлов та ін.).

Петрофізичні вимірювання в умовах, наближених до пластових, виконувалися за допомогою спеціально сконструйованої установки. Сьогодні застосовується велика кількість аналогічних типів установок в різних виробничих і науково-дослідних організаціях, загальним недоліком яких є значна похибка вимірювання електричного опору нафтогазоводонасичених зразків порід-колекторів, що пов'язано з великим і непостійним перехідним контактним електричним опором електродів.

З метою усунення цього недоліку розроблено спеціалізований кернотримач - один із основних вузлів пристроїв для дослідження зразків гірських порід [9]. Особливістю даного кернотримача є наявність двох

додаткових складових електродів, кожний з яких складається з жорсткоїметалевої обойми і електропровідного та еластичного в умовах досліджень робочого агента. Розроблений кернотримач дозволяє досліджувати зразки гірських порід при ефективних тисках від 0,1 до 100 МПа і температурах - від 20 до 150°C. При цьому нагрівання кернотримача разом із зразком здійснюється в термостаті. Був поставлений спеціальний експеримент, в якому одні й ті самі зразки гірських порід з однаковим ступенем водонасичення вимірювались при рівних термобаричних умовах із застосуванням розробленого кернотримача та звичайним способом. Отримані результати підтвердили зменшення контактного електричного опору електродів до 30% при дослідженні нафтоводонасичених зразків гірських порід.

Вдосконалений кернотримач дозволив провести точні масові визначення петрофізичних параметрів на зразках гірських порід та отримати достовірні дані для проведення розрахунків. Це дало змогу змодельовати початкові умови нафтогазонасичених порід при залишковій водонасиченості. Через певний проміжок часу на них впливали фільтратом бурового розчину шляхом продавлювання його через досліджувані зразки в кількостях, рівних 2 - 3 об'ємам кожного зразка. Для стабілізації фізико-хімічних процесів, які відбуваються у ПЗП, зразки витримувались в буюках при кімнатних умовах впродовж трьох місяців (середнього терміну контакту гірських порід із буровим розчином до проведення томпонажних робіт).

Фільтрат бурового розчину для досліджень виготовлявся шляхом центрифугування бурових розчинів, які за кількістю мінеральних солей і основних хімреагентів карбоксиметилцелюлози (КМЦ) і конденсованої сульфат-спиртової барди (КССБ) відповідали реальним розчинам, що використовуються в ДДЗ при розбурюванні продуктивних відкладів нафтогазоконденсатних родовищ. Окрім цього, моделювався і досліджувався вплив на фільтраційно-ємнісні властивості зразків порід-колекторів фільтрату бурового розчину з відповідною мінералізацією, але без добавок вищевказаних хімреагентів.

Оцінка впливу моделей фільтратів промивних рідин на зміну фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів проведена шляхом обчислення коефіцієнта закупорки ефективного порового простору K_3 та коефіцієнта зниження ефективної проникності K_C за формулами:

$$K_3 = 1 - \frac{K_{П.ЕФ.1}}{K_{П.ЕФ}} \quad (1)$$

$$K_C = 1 - \frac{K_{ПР.ЕФ.1}}{K_{ПР.ЕФ}} \quad (2)$$

де $K_{П.ЕФ.1}$, $K_{П.ЕФ}$ - коефіцієнти ефективної пористості порід-колекторів, попередньо насичених відповідно фільтратом промивної рідини та пластовою водою;

$K_{ПР.ЕФ.1}$, $K_{ПР.ЕФ}$ - коефіцієнти ефективної проникності порід-колекторів, попередньо насичених відповідно фільтратом промивної рідини та пластовою водою.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПЕТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРИГЕННИХ КОЛЕКТОРІВ ТА ВПЛИВУ НА ЇХ ВЛАСТИВОСТІ ФІЛЬТРАТИВ БУРОВИХ РОЗЧИНІВ

Відібрані зразки порід-колекторів із продуктивних інтервалів розвідувальних свердловин Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища були поділені на дві основні групи (табл. 2) за наступними ознаками: адсорбційною здатністю, проникністю, відкритою пористістю, радіусом порових каналів, залишковою водонасиченістю, геофізичними параметрами та за характером зміни електричних геофізичних параметрів при різних термобаричних умовах.

Результати експериментальних досліджень показують, що додавання хімреагентів до бурових розчинів призводять до суттєвого погіршення фільтраційно-ємнісних властивостей теригенних порід-колекторів візейських відкладів Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища. Найбільшої зміни ефективної пористості та ефективної проникності зазнають породи-колектори другої виділеної групи, які характеризуються також підвищеною адсорбційною здатністю. Для характеристики останньої ми ввели коефіцієнт адсорбційного водонасичення ($K_{В.АД}$), який показує вміст адсорбційної води в одиниці об'єму порового простору гірської породи та розраховується за формулою:

$$K_{В.АД} = \frac{m_{В.АД}}{V_{ПОР}}, \quad (3)$$

де $K_{В.АД}$ - коефіцієнт адсорбційного водонасичення, кг/м³;

$m_{В.АД}$ - маса води, що адсорбував взірець гірської породи, кг;

$V_{ПОР}$ - об'єм порового простору зразка гірської породи, м³.

З коефіцієнтом $K_{В.АД}$ тісно пов'язана залишкова водонасиченість порід-колекторів ($K_{В.З}$) та коефіцієнт закупорки ефективного порового простору (K_3). Це підтверджується наявністю отриманих відповідних статистичних зв'язків (рис. 1-2).

Експерименти з визначення адсорбційної водонасиченості і її впливу на фільтраційно-ємнісні властивості гірських порід були проведені на колекції з 90 зразків порід, відібраних з теригенних візейських відкладів Перекопівського (св. № 1, 3, 4, 26) і Коржівського (св. № 1, 2) нафтогазоконденсатних родовищ.

Таблиця 2.

Поділ порід-колекторів візейських відкладів Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища на групи за комплексом петрофізичних і геофізичних параметрів

Параметр	Од. виміру	1 група порід	2 група порід
Коефіцієнт адсорбційного водонасичення, $K_{в.ад}$	кг/м ³	<u>1,9-5,6</u> 4,7	<u>2,6-14,5</u> 8,6
Коефіцієнт ефективної проникності, $K_{пр.еф}$	Ч10 ⁻¹⁵ м ²	<u>10-200</u> 115	<u>0,01-39</u> 4,1
Коефіцієнт відкритої пористості, $K_{п.в}$	%	<u>12-19</u> 15,6	<u>7-14</u> 9,9
Ефективний радіус порових каналів, $R_{еф}$	Ч10 ⁻⁶ , м	<u>2,8-9,7</u> 6,4	<u>0,5-5,8</u> 4,2
Коефіцієнт залишкового водонасичення, $K_{в.з}$	%	<u>8-14</u> 10,7	<u>15-67</u> 33
Відносний електричний опір, P		<u>26-105</u> 48	<u>49-314</u> 166
Інтервальний час розповсюдження акустичних хвиль, ΔT	мкс/м	<u>224-243</u> 230	<u>191-228</u> 207
Різницеви́й параметр радіоактивності, ΔI_{γ}		<u>0-0,04</u> 0,03	<u>0-0,2</u> 0,1
Відносна амплітуда самочинної поляризації, $b_{СП}$		1	<u>0,5-1</u> 0,8
Зміна відносного опору у пластових умовах	%	<u>8 - 50</u> 29	<u>40 - 230</u> 51

Примітки. 1. **Чисельник** – межі зміни величин.

2. **Знаменник** – середні значення величин.\

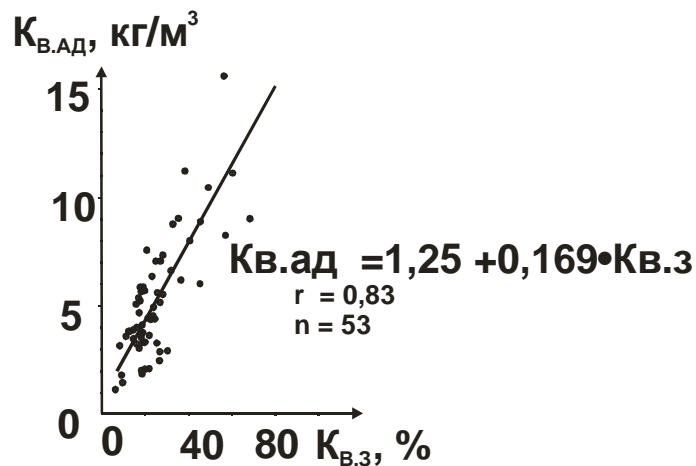


Рис.1 - Взаємозв'язок коефіцієнта адсорбційної водонасиченості ($K_{в.ад}$) та залишкової водонасиченості ($K_{в.з}$) для візейських пісковиків

Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища.

Рис. 2 - Зв'язок коефіцієнта закупорки ефективного порового простору (K_3) з коефіцієнтом адсорбційного водонасичення ($K_{B,AD}$) для візейських пісковиків Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища.

Між коефіцієнтами зниження ефективної проникності K_C та закупорки порового простору K_3 нами встановлено статистичний зв'язок (рис.3), який показує, що навіть при незначному зниженні ефективного порового простору теригенних колекторів за рахунок закупорки, виникає істотне зменшення ефективної проникності.

Рис. 3 - Зв'язок коефіцієнта зниження ефективної проникності (K_C) з закупоркою ефективного порового простору (K_3) для візейських пісковиків Перекопівського нафтогазоконденсатного родовища

Отже, можна стверджувати, що в першу чергу із процесу фільтрації виключаються вузькі субкапілярні і капілярні звуження порових каналів, для повної закупорки яких потрібна незначна кількість фільтрату. Встановлено, що на початковій стадії закупорки ефективного порового простору гірських порід різними фільтратами промивної рідини зменшення її ефективної пористості на 5% може викликати зниження ефективної проникності до 24 %.

Проникаючий у породу фільтрат промивної рідини з хімреагентами КССБ і КМЦ призводить до погіршення фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів в залежності від їх пористості, залишкової водонасиченості та проникності, що підтверджується наявністю кореляційних зв'язків між коефіцієнтами закупорки та фільтраційно-ємнісними властивостями досліджуваних порід-колекторів:

$$\begin{aligned} K_3 &= -7,2 + 281 \times K_{П.В}^{-1} \\ \eta &= -0,65; \delta_\mu = 0,14; n = 67 \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} K_3 &= 4,9 + 0,57 \times K_{B,3} \\ \eta &= -0,70; \delta_\eta = 0,12; n = 67 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} K_C &= 171 - 47,1 \times \ln K_{П.В} \\ \eta &= -0,70; \delta_\eta = 0,12; n = 67 \end{aligned} \quad (6)$$

$$K_C = 14,1 \times K_{B.3}^{0,44}$$

$$\eta = 0,81; \delta_\eta = 0,08; n = 67$$
(7)

$$K_C = 60,5 \times K_{ПР.ЕФ}^{-0,096}$$

$$\eta = -0,67; \delta_\eta = 0,13; n = 67$$
(8)

$$K_C = 43,0 + 0,64 \times K_{B.3} + 1,21 \times K_{B.АД} - 0,58 \times K_{П.В} - 0,046 \times K_{ПР.ЕФ}$$

$$R = 0,84; \delta_R = 0,07; n = 67$$
(9)

де K_3 і K_C - коефіцієнти відповідно закупорки порового простору та зниження проникності;

$K_{П.В}$ - коефіцієнт відкритої пористості, %

$K_{B.3}$ - коефіцієнт залишкової водонасиченості, % ;

$K_{ПР.ЕФ}$ - коефіцієнт ефективної проникності, $\text{Ч}10^{-15} \text{ м}^2$;

$K_{B.АД}$ - коефіцієнт адсорбційної водонасиченості, кг/м^3 ;

R - коефіцієнт множинної кореляції;

z - кореляційне відношення ;

∂_R, ∂_z - довірчі межі коефіцієнта кореляції;

n - кількість зразків порід у виборці.

За результатами проведених експериментальних досліджень встановлено, що майже всі хімреагенти, які використовують для отримання потрібних властивостей бурових розчинів, суттєво впливають на його електричні параметри. У зв'язку з цим при геофізичних дослідженнях свердловин спостерігається мінливість електричних параметрів, що реєструються у свердловині методами самочинної поляризації, індукційного каротажу, боковим каротажним зондуванням та мікрозондуванням [8].

Експериментальними дослідженнями на зразках керну нами встановлено, що бурові розчини з добавками КССБ та КМЦ підсилюють адсорбційно-дифузійні властивості глинистих гірських порід та впливають на покази інших електричних методів дослідження свердловин. Все це дає можливість пояснити причини змін потенціалів самочинної поляризації напроти проникних порід з глинистим цементом у часі. Підтвердженням отриманих результатів експериментальних досліджень є дані повторних геофізичних вимірювань у свердловинах, де застосовувались різні хімреагенти (КМЦ, КССБ, сульфанол, хромпик і ін.). Результати ГДС показують, що при повторних замірах амплітуди самочинної поляризації (СП) навпроти пластів-колекторів знижуються, а лінія глини стає невитриманою. Спостерігаються інтервали значної зміни потенціалів СП

навпроти глин.

У розділі наводяться результати апробації методики оцінки зміни фільтраційно-ємнісних властивостей колекторів у присвердловинній зоні за даними петрофізичних і геофізичних досліджень на конкретних нафтогазоконденсатних родовищах. Узагальнення результатів досліджень керну та даних геофізичних досліджень свердловин (методи УО, СП, ГК, НГК і АК) з інтервалів залягання порід, що вивчаються, а також інформації про умови первинного розкриття порід-колекторів дозволило нам отримати необхідні вихідні петрофізичні та геофізичні параметри, які були використані для прогнозу закупорки присвердловинної зони пластів (рис. 4).

Випробовування розробленого нами методу оцінки закупорки колекторів на Перекопівському, Коржівському, Солохівському, Муратівському та Остапівському нафтогазоконденсатних родовищах ДДЗ показало високу його ефективність. Результати аналізу геолого-геофізичної та технологічної інформації з продуктивних візейських горизонтів показують, що у тих пластах, де відзначається наявність значної зони проникнення фільтрату бурового розчину, спостерігається підвищення прогнозованих коефіцієнтів закупорки. Це підтверджується також результатами пробної експлуатації нафтогазоносних об'єктів. У пластах з позитивною характеристикою про їх продуктивність, але з підвищеними значеннями коефіцієнтів закупорки ефективного порового простору ($K_3 \geq 17\%$), припливів вуглеводневої продукції не отримано зовсім, або отримано у досить незначній кількості.

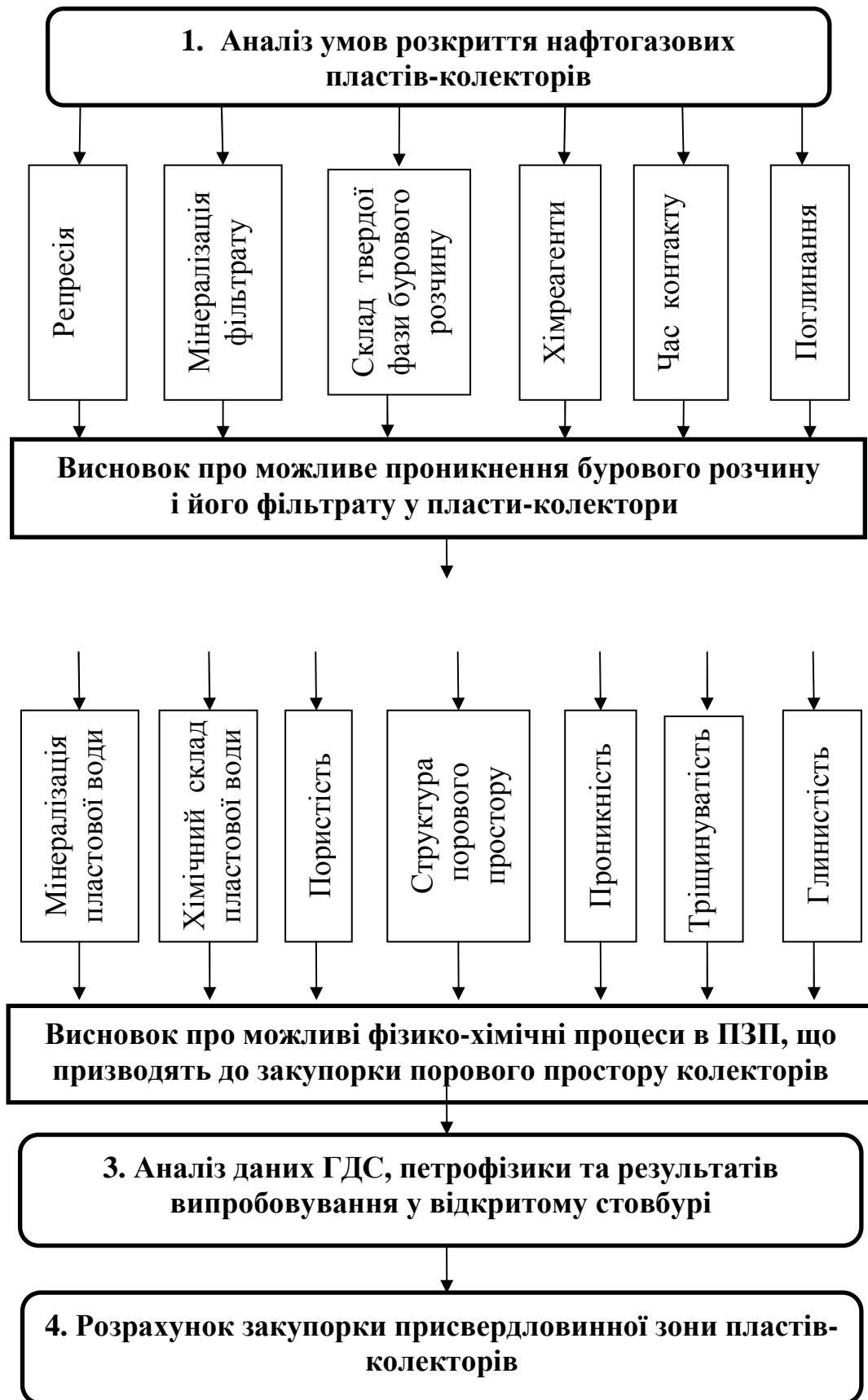


Рис.4 - Методика прогнозу закупорки порід-колекторів у присвердловинній зоні

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі науково і практично обґрунтовано актуальну проблему дослідження зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні. На підставі експериментальних вимірювань адсорбційної здатності, структурної будови порового простору, петрофізичних і геофізичних параметрів порід-колекторів та фізичного моделювання процесу проникнення фільтрату бурового розчину у породи наведено удосконалення методологічних основ оцінювання зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні за даними петрофізичних і геофізичних досліджень, а саме:

1. Удосконалено обладнання для петрофізичних досліджень керну і моделювання фізичних процесів у присвердловинній зоні пласта та розроблено метод підвищення точності вимірювання електричних і ємнісних параметрів зразків порід-колекторів на основі зменшення контактного електричного опору і кінцевого ефекту.

2. Запропоновано новий підхід до методики визначення адсорбційної здатності гірських порід за рахунок введення параметра адсорбційної водонасиченості та досліджено його зв'язок з фільтраційно-ємнісними параметрами порід-колекторів і їх закупоркою у присвердловинній зоні пласта.

3. За результатами комплексного вивчення адсорбційних та інших літолого-петрофізичних властивостей гірських порід розроблено методику поділу теригенних порід-колекторів на групи, що відрізняються здатністю до закупорки під впливом промивних рідин.

4. Обґрунтовано вплив фільтратів бурових розчинів на фільтраційно-ємнісні властивості різних типів теригенних порід-колекторів шляхом фізичного моделювання і вимірювання петрофізичних параметрів на зразках керну.

5. За результатами статистичної обробки і аналізу даних фізичного моделювання на зразках керну і геофізичних вимірювань у свердловинах, розроблено методику кількісної оцінки зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні пластів за даними петрофізичних і геофізичних досліджень.

6. Підтверджено, що однією із важливих причин суттєвого зниження колекторських властивостей пластів у присвердловинній зоні та спотворення геофізичної інформації є вміст у бурових розчинах таких хімреагентів як карбоксиметилцелюлози та конденсованої сульфід-спиртової барди.

Реалізація результатів дисертаційних досліджень у вигляді методичних рекомендацій та зразків розробленого петрофізичного обладнання сприятиме підвищенню ефективності геологорозвідувальних робіт на нафту і газ, вирішенню проблеми виділення складнобудованих пластів-колекторів, що є ваговим внеском у стабілізацію та збільшення видобутку вуглеводневої сировини в Україні.

ПЕРЕЛІК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Грицишин В.И. Влияние химических реагентов на диффузионно-адсорбционные потенциалы горных пород / В.И. Грицишин, Е.А. Баграмян, **А.А. Гаранин** // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений.- 1983. - №20. - С. 46 – 48 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%*).

2. Влияние минерализации насыщающего электролита на относительное сопротивление коллекторов палеогеновых отложений Предкарпатья /Е. А. Баграмян, **А.А. Гаранин**, Б.Д. Никифорчин, С.В. Лысенко, Д.В. Бабич, Т.П. Проць // Разведка и разработка нефт. и газов. месторождений. - 1984. - № 21. - С. 31-33 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 40%*).

3. Грицишин В.И. Влияние химических реагентов на фильтрационно-ёмкостные свойства гранулярных коллекторов / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин** // Коллекторские свойства пород на больших глубинах. - М.: Наука, 1985. - С. 162 – 167 (*Особистий внесок - ідея, постановка задачі, проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 50%*).

4. Грицишин В.И. Оценка пористости коллекторов нефтегазовых месторождений ДДВ по данным геофизических исследований скважин / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин** // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 1987. - № 24. - С. 6 – 10 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 50%*).

5. К методике оценки нижних значений коллекторов нефтяных и газовых месторождений Предкарпатья / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин**, Е.П. Грицай, А.Е. Кириллова // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. - 1989. - № 26. - С. 8-10 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%*).

6. Федоришин Д.Д. Взаємозв'язок петрофізичних параметрів із показаннями свердловинної апаратури / Д.Д. Федоришин, **О.А. Гаранін**, С.Д. Федоришин // Геофизический журнал. - 2007. - Т.29.- №3.- С.135-138 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%*).

7. Федоришин Д.Д. Основні геолого-промислові чинники, які зумовлюють високу електропровідність порід-колекторів / Д.Д. Федоришин, **О.А. Гаранін**, С.Д. Федоришин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2007.- №4(25). - С. 50 – 53 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання*

висновків, 30%).

8. Федоришин Д.Д. До питання причин мінливості електричних параметрів порід-колекторів нафтогазових родовищ України / Д.Д. Федоришин, **О.А. Гаранин**, С.Д. Федоришин // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. - 2008. - № 1(26). - С. 89 – 92 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%).*

9. А.с. 1298367 СССР, МКл Е 21 В 49/00 Устройство для исследования нефтегазоводонасыщенных кернов / - **А.А. Гаранин** (СССР).- № 3929206/22-03; заявл. 04.06.85; опубл. 23.03.87. Бюл. № 11.

10. Грицишин В.И. Комплексное изучение фильтрационно-ёмкостных свойств глубоко-залегающих коллекторов ДДВ / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин**, И. Г. Пилип // Повышение эффективности геофизических исследований глубоких и сверхглубоких скважин в нефтегазоносных провинциях Украины: науч.-техн. конф., 1982 г.: тезисы докл - Киев, 1982. - С. 26-27 (*Особистий внесок - ідея, постановка задачі, проведення експериментальних досліджень, 30%).*

11. Влияние химреагентов на изменение петрофизических характеристик коллекторов в зоне проникновения / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин**, Е.П. Грицай, А.Е. Кириллова // Вскрытие продуктивных горизонтов и освоение нефтегазовых скважин: Всесоюзн. науч.-техн. конф., 1982 г.: тезисы докл. - Ивано-Франковск, 1982. - С. 38 – 40 (*Особистий внесок - ідея, формулювання завдання, проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 50%).*

12. Грицишин В.И. К методике оценки изменения коллекторских свойств прискважинной зоны пластов на образцах горных пород / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин** / Коллекторы нефти и газа на больших глубинах: III Всесоюзн. конф., I-3 февр. 1983г.: тезисы докл. - М., 1983. - С. 183 – 184 (*Особистий внесок - ідея, постановка задачі, проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 50%).*

13. Грицишин В.И. Прогнозирование нефтегазоносности глубокозалегающих коллекторов по данным геолого-геофизических исследований скважин / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин**, Д.Д. Федоришин // Нефтегазообразование на больших глубинах: V Всесоюзн. семинар, сент. 1986 г.: тезисы докл. - М., 1986. - С. 201-203 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%).*

14. Влияние термобарических условий на петрофизические параметры низкопористых коллекторов Предкарпатья / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин**, Е. П. Грицай, А. Е. Кириллова // Коллекторы нефти и газа на больших глубинах: IV Всесоюзн. конф., ч. II: тезисы докл. - М., 1987. -С. 175 (*Особистий внесок - формулювання завдання, проведення експеримента -*

льних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%).

15. Проблемы и пути совершенствования методов геолого-геофизических исследований нефтяных и газовых пластов в процессе их вскрытия бурением / В.И. Грицишин, **А.А. Гаранин**, Е. П. Грицай, А.Е. Кириллова // Вскрытие нефтегазовых пластов и освоение скважин: Вторая Всесоюзн. науч.-техн. конф., 20-22 сент. 1988 г.: тезисы докл. - Ивано-Франковск, 1988. - С. 300 – 302 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, обробка отриманих даних, формулювання висновків, 30%*).

16. Комплексні геофізичні та петрофізичні дослідження продуктивних нафтогазових розрізів південного регіону України / Д.Д. Федоришин, **О.А. Гаранін**, С.Д. Федоришин., Я.М. Коваль // Геодинамика, тектоника и флюидодинамика нефтегазоносных регионов Украины: VII міжнародна конф. "Крим-2007", 10-16 вересня 2007 р. : тезиси доп. - Сімферополь, 2007.- С. 182-184 (*Особистий внесок - проведення експериментальних досліджень, узагальнення основних результатів, 20%*).

АНОТАЦІЯ

Гаранін О.А. Удосконалення методологічних основ оцінювання зміни фільтраційно-ємнісних властивостей порід-колекторів у присвердловинній зоні за даними петрофізичних і геофізичних досліджень - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.22 - геофізика. - Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, Івано-Франківськ, 2009.

Автором запропоновано новий підхід до методики визначення адсорбційної здатності гірських порід за рахунок введення параметра адсорбційної водонасиченості та досліджено його зв'язок з фільтраційно-ємнісними властивостями і з закупоркою порового простору порід-колекторів у присвердловинній зоні пласта.

Встановлено, що однією із важливих причин істотного зниження фільтраційно-ємнісних властивостей проникних порід у присвердловинній зоні є низька мінералізація фільтратів промивних рідин та вміст в них таких розповсюджених хімреагентів як карбоксиметилцелюлози (КМЦ) та конденсованої сульфід-спиртової барди (КССБ).

Застосування нової розробленої автором установки для лабораторних петрофізичних досліджень, яка зменшує контактний електричний опір та створює умови, наближені до пластових, а також використання нових методичних прийомів вивчення адсорбційної водонасиченості дозволило провести високоточні вимірювання петрофізичних параметрів на зразках гірських порід-колекторів та розробити алгоритм поділу їх на характерні групи, що відрізняються ступенем впливу на них промивних рідин.

За результатами статистичної обробки і аналізу даних фізичного моделювання на зразках керну, петрофізичних і геофізичних досліджень, автор подає нову методику оцінки погіршення фільтраційно-ємнісних властивостей проникних пластів у присвердловинній зоні під дією фільтратів бурових розчинів у процесі буріння свердловин.

Ключові слова: порода-колектор, фільтраційно-ємнісні властивості, геофізичні дослідження свердловин, петрофізичні дослідження, ефективна пористість, ефективна проникність, адсорбційна водонасиченість, закупорка, присвердловинна зона.

АННОТАЦИЯ

Гаранин А.А. Усовершенствование методологических основ оценки изменения фильтрационно-ёмкостных свойств пород-коллекторов в прискважинной зоне по данным петрофизических и геофизических исследований. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.22 – геофизика. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа Министерства образования и науки Украины, Ивано-Франковск, 2009.

В диссертации освещаются разные подходы к проблемам изучения изменения фильтрационно-ёмкостных свойств пород-коллекторов в прискважинной зоне, которые охватывают отдельные разделы петрофизики, геофизики, физики нефтегазового пласта и физической химии. Показано, что проникновение в породу-коллектор фильтрата промывочной жидкости и её твёрдой фазы при бурении скважин определяется рядом факторов, основными из которых являются перепад давления, размер поровых каналов, зёрен скелета породы и частиц твёрдой фазы промывочной жидкости.

Автором предложен новый подход к методике определения адсорбционной способности горных пород за счёт введения параметра адсорбционной водонасыщенности, а также исследована его связь с фильтрационно-ёмкостными свойствами и с закупоркой порового пространства пород-коллекторов в прискважинной части пласта.

Применение новой разработанной автором установки для петрофизических исследований в условиях, моделирующих пластовые, а также использование новых методических приёмов изучения адсорбционной водонасыщенности позволило провести высокоточные измерения петрофизических параметров на образцах керна и разработать алгоритм разделения пород-коллекторов на характерные группы, различающиеся по степени влияния на них фильтратов промывочных жидкостей.

Установлено, что одной из важнейших причин существенного

снижения фильтрационно-ёмкостных свойств проницаемых пород в прискважинной зоне является низкая минерализация промывочных жидкостей и наличие в ней таких распространённых химреагентов как карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и конденсированной сульфит-спиртовой барды (КССБ).

На основе статистического анализа результатов физического моделирования на образцах керна и геолого-геофизических данных автор представляет новую методику прогнозирования и оценки закупорки прискважинной зоны пластов-коллекторов под воздействием проникающего фильтрата промывочных жидкостей в процессе бурения скважин.

Апробация представленного в диссертации метода оценки закупорки пород-коллекторов на конкретных нефтегазовых месторождениях показала его высокую эффективность. Результаты обработки геологической, технологической и геофизической информации согласно приведенного алгоритма по продуктивных горизонтах Перекоповского, Коржевского и других нефтегазоконденсатных месторождений показали, что для пластов-коллекторов со значительной зоной проникновения фильтрата бурового раствора, наблюдаются повышенные прогнозируемые коэффициенты закупорки. Это подтверждается также результатами опробования нефтегазоносных объектов. Из пластов с позитивной характеристикой об их продуктивности, но с повышенными значениями коэффициентов закупорки эффективного порового пространства ($K_z > 17\%$) промышленного притока углеводородной продукции не получено. Рекомендуются таким пластам уделять особое внимание при эксплуатации месторождения (применять различные физико-химические методы интенсификации притока, учитывать временной фактор восстановления проницаемости прискважинной части пласта при депрессиях).

Ключевые слова: порода-коллектор, фильтрационно-ёмкостные свойства, геофизические исследования скважин, петрофизические исследования, эффективная пористость, эффективная проницаемость, адсорбционная водонасыщенность, закупорка, прискважинная зона.

ANNOTATION

Garanin O.A. Development of Methodological Foundations of Estimating the Change of Reservoir Rock Filtrational-Storage Properties in Well Bore Zone According to Petrophysical & Geophysical Research Data. – Typescript.

Thesis For Taking Academic Degree of Geological Sciences Candidate in Speciality 04.00.22 – Geophysics. The Ivano-Frankivsk National Technical

University of Oil and Gas. The Ministry of Education & Science of Ukraine. Ivano-Frankivsk, 2009.

The author has offered a new approach to methods of defining absorptive capacity of geological material due to use of absorptive water saturation

parameter, its connection with filtrational-storage properties and with clogging of porous space of reservoir rocks in well bore zone was researched.

It was defined that one of important reasons of considerable degradation of permeable rocks filtrational –storage properties in well bore zone is low mineralization of washing fluids filtrates and content of such widely-spread chemical agents as carboxymethyl cellulose (CMC) and condensed spent sulfite-alcohol liquor (CSAL) in them.

Application of new equipment which was developed by the author for laboratory petrophysical research, which reduces contact electrical resistance and creates conditions close to reservoir rock ones, as well as application of new methodological research techniques of absorptive water saturation made it possible to fulfill high-precision measurement of petrophysical parameters on reservoir rocks samples and to develop an algorithm of their division by typical groups characterized with washing fluids influence upon them.

According to the results of statistical treatment and analysis of physical modeling data on core samples, petrophysical and geological-geophysical research, the author introduces new methods of estimation of permeable beds filtrational-storage properties worsening in well bore zone under the influence of drilling fluid filtrates during well-drilling procedure.

Key words: reservoir rock, filtrational-storage properties, wells geophysical research, petrophysical research, effective porosity, effective permeability, absorptive water saturation, clogging, well bore zone.