

550.832
С32

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

СЕРЖЕНЬГА ОКСАНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 550.832+553.98.061.4(470.111)

**НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ОЦІНКИ ХАРАКТЕРУ
НАСИЧЕННЯ ПЛАСТІВ І ПОЛОЖЕННЯ ГАЗОНАФТОВОГО
КОНТАКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕОЕЛЕКТРИЧНОЇ МОДЕЛІ
ПРИСВЕРДЛОВИННОЇ ЗОНИ**

**(на прикладі нафтогазоконденсатних родовищ
Західно-Сибірської нафтогазоносної провінції)**

Спеціальність 04.00.22 – Геофізика



Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Івано-Франківськ - 2007

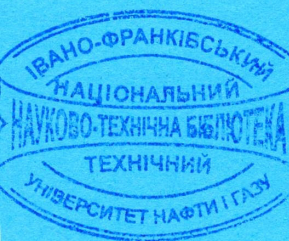
Дисертацією є рукопис

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
Красножон Михайло Дмитрович,
Український державний геологорозвідувальний інститут,
заступник директора з наукових питань

кандидат геолого-мінералогічних наук,
старший науковий співробітник
Куровець Ігор Михайлович,
Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
завідувач відділом



Захист відбудеться « 30 » листопада 2007р. о 12⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 20.052.01 в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська. 15.

З дисертацією
технічного у
Карпатська,15)

національного
нківськ, вул.

Автореферат р

Вчений секретар
спеціалізованої
кандидат геолог

енко



ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

ап690

Актуальність теми. Значна частина запасів вуглеводнів приурочена до тонкошаруватих теригенних відкладів і характеризується багатоконпонентним складом пластового флюїду. До цієї категорії запасів відносяться «водоплавні» нафтогазоконденсатні поклади. Ефективність розроблення таких покладів залежить від достовірності інформації про положення газонафтового (ГНК) і водонафтового (ВНК) контактів.

«Водоплавні» нафтогазоконденсатні поклади характеризуються складними геоелектричними властивостями присвердловинної зони. Для визначення положення ВНК використовують критерії виділення продуктивних колекторів за граничними значеннями питомого електричного опору (ρ_n^*) і коефіцієнта водонасиченості (K_c^*). Розподіл продуктивних колекторів на нафтонасичені і газонасичені є багатограничним завданням і потребує високої інформативності комплексу геофізичних досліджень свердловин (ГДС). Метод повторного нейтронного каротажу (ПНК), який на даний час є основним у визначенні інтервалів газонасичених колекторів, через свої методологічні особливості не може однозначно вирішити це завдання в умовах родовищ зі складною тектонічною будовою і наявністю відкладів з низькими значеннями фільтраційно-емісійних параметрів. Дисертаційна робота присвячена розробленню нового методично-інтерпретаційного напрямку побудови фізико-геологічної моделі присвердловинної зони, яка дає можливість за даними електромагнітного каротажу, проведеного у відкритому стовбурі свердловини, визначати положення ГНК.

Апробація методу високочастотного індукційного каротажного ізопараметричного зондування (ВІКІЗ) на родовищах Західно-Сибірської нафтогазоносної провінції (ЗСНПІ) підтвердила його високу ефективність і перспективність під час дослідження складнопобудованих покладів, приурочених до теригенних відкладів. Методологічні можливості методу ВІКІЗ значно збільшують обсяг корисної інформації, яку можна одержати за даними ГДС, і дають змогу достовірніше оцінювати параметри геоелектричної моделі породи-колектора. Методика визначення положення ГНК за геоелектричними параметрами розрізу свердловини є високоперспективною у дослідженні «водоплавних» нафтогазових покладів, приурочених до теригенних відкладів різних нафтогазових провінцій, у тому числі і в Україні.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Використання результатів дисертаційної роботи дає можливість забезпечити найбільш повне вилучення вуглеводневої сировини і підтримувати рівновагу об'ємів її видобутку і приросту, що є одним із завдань «Довгострокової державної програми вивчення надр і відновлення мінеральної сировини до 2020 року», №1234-р і затвердженої 28.08.2003 року Міністерством енергетики Росії. Науковий напрямок дисертаційної роботи безпосередньо пов'язаний з виробничими планами та завданнями ВАТ «НК «Роснафта-Пурнафтогаз», з виконанням виробничих і науково-дослідних робіт визначення параметрів для підрахунку запасів покладів вуглеводнів на Кинському і Тарасовському

нафтогазоконденсатних родовищах. Запропоновані методичні підходи до інтерпретації методу ВІКІЗ використовують у процесі проведення робіт у розвідувальних та експлуатаційних свердловинах на нафтогазоконденсатних родовищах ЗСНГП на етапі розвідування і розроблення продуктивних покладів, а також на етапі експлуатації родовища для визначення інтервалів перфорації.

Мета роботи. Розробити методологічну основу оцінки характеру насичення пластів-колекторів і створити рекомендації для розподілу продуктивних колекторів на газонасичені і нафтонасичені в процесі дослідження у відкритому стовбурі свердловини, ґрунтуючись на результатах інтерпретації даних методу ВІКІЗ.

Задачі дослідження.

- провести аналіз вивченості, геологічної і тектонічної будови досліджуваного району, і розкрити чинники, які створюють проблеми у визначенні положення газонафтового контакту в покладах, приурочених до юрських відкладів ЗСНГП;
- з'ясувати ефективність методу ВІКІЗ у процесі вивчення присвердловинного простору і визначення параметрів геоелектричної моделі колекторів;
- оцінити вплив типу флюїду, який насичує пори колекторів, на геоелектричні параметри присвердловинної зони за результатами інтерпретації даних методу ВІКІЗ;
- провести порівняння результатів інтерпретації методу ВІКІЗ і способу повторного нейтронного каротажу (ГНК) під час визначення положення ГНК;
- створити геолого-геофізичну модель присвердловинної зони, яка б дозволяла за результатами інтерпретації даних методу ВІКІЗ розподіляти продуктивні колектора на газонасичені і нафтонасичені.

Об'єкт дослідження. “Водоплавні” нафтогазоконденсатні поклади, які примикають до юрського горизонту на Харампурському і Кинському родовищах Пур-Тазовської нафтогазоносної області.

Предмет дослідження. Геоелектричні неоднорідності, які утворюються у присвердловинному просторі під час буріння свердловини в процесі витіснення від стінок свердловини газоконденсату, нафти і пластової води фільтратом промивальної рідини.

Фактичні матеріали і методи дослідження. У роботі використані результати оброблення даних комплексних геофізичних досліджень більш як 50 розвідувальних і експлуатаційних свердловин Харампурського родовища і 30 розвідувальних і експлуатаційних свердловин Кинського родовища. Дослідження у розвідувальних свердловинах проводилися в 1970-80-ті роки. Буріння і дослідження в експлуатаційних свердловинах проводилися в 2002-2004 роки.

У процесі роботи над дисертацією були використані наступні комплекси геофізичних методів: стандартний електричний комплекс бокове каротаже зондування – боковий каротаж – індукційний каротаж (БКЗ-БК-ІК), який базується на методах дослідження свердловин у відкритому стовбурі і вирішує завдання розчленування геологічного розрізу, визначення опору і радіусу зони проникнення і питомого електричного опору пластів; метод поляризації спонтанної (ПС) - виділення порід-колекторів у розрізі свердловини; методи радіоактивного каротажу, які проводилися як у відкритому стовбурі

свердловини, так і в експлуатаційній колоні - уточнення типу колектора і обсягу вмісту водню; метод ГНК - визначення інтервалів залягання порід-колекторів з високим газовмістом; метод ВІКІЗ - проведення вертикального розчленування розрізу і визначення радіальної зміни опору в зоні проникнення фільтрату бурового розчину.

Використовувалися дані досліджень фізико-хімічних характеристик пластових флюїдів (газу, газоконденсату, нафти і води), що проводилися у ВАТ "Тюменська центральна лабораторія" (відділ петрофізики акціонерного товариства відкритого типу Сибірського науково-дослідного інституту). Також були використані дані дослідження свердловинних проб пластового флюїду на величину газового фактора, що проводилися лабораторією аналізів при ВАТ "НК "Роснафта-Пурнафтогаз".

Інтерпретація стандартного електричного комплексу БКЗ-БК-ІК, методів ПС, радіоактивного каротажу і повторного нейтронного каротажу проводилася в програмі "ГеоПошук" (розробник - УкрДГРІ, м.Київ). Інтерпретація даних методу ВІКІЗ проводилася в програмі "МФС ВІКІЗ" (розробник - інститут Геофізики СВ РАН). Для статистичного аналізу даних інтерпретації результатів ГДС використовувалася програма "Excel", для оформлення текстової частини використовувалася програма "Word", оформлення графічних додатків проводилася в програмах «Micrografx Disigner», «GeoFrame», «Corel Draw», «Petrel».

Наукова новизна одержаних результатів. Проведені науково-теоретичні і експериментальні дослідження дали можливість одержати наступні наукові і практичні результати:

1. Доведено та обґрунтовано за результатами інтерпретації досліджень методом ВІКІЗ складнопобудованих геологічних розрізів залежність геоелектричних параметрів присвердловинної зони від фізико-хімічних властивостей пластового флюїду, яка проявляється в перші 5-10 годин після розкриття розрізу.

2. Сформульовано основні критерії створення фізико-геологічної моделі присвердловинної зони порід-колекторів «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладів, яка ґрунтується на залежності геоелектричних параметрів від типу пластового флюїду і є основою для більш детального вивчення перехідної зони і визначення положення ВНК.

3. Створено та вперше запропоновано нову методику розподілу продуктивних порід-колекторів на нафтонасичені і газонасичені, яка базується на залежності геоелектричних параметрів присвердловинної зони від фізико-хімічних властивостей пластового флюїду.

4. Обґрунтовано динаміку розформування зони проникнення газонасичених порід-колекторів газоконденсатних покладів ЗСНПІ, приурочених до юрського горизонту.

5. Доведено переваги комплексування результатів методу ВІКІЗ і методики ГНК для визначення структури газової шапки на етапі геологічного моделювання будови родовища і визначення положення ГНК в кожній окремій свердловині під час видачі оперативного висновку.

Основні положення, що захищаються:

1. Створена фізико-геологічна модель порід-колекторів різного характеру насичення, з урахуванням властивостей зони проникнення, є основою для інтерпретації результатів методу ВІКІЗ у визначенні газонафтового контакту.

2. Методика визначення рівня водонафтового контакту на основі фізико-геологічної моделі зміни геоелектричних параметрів присвердловинної зони порід-колекторів залежно від типу пластового флюїду, підвищує інформативність результатів ГДС і обумовлює однозначність визначення характеру насичення.

3. Комплексна інтерпретація результатів методу ВІКІЗ та повторного нейтронного каротажу (ПНК) є пріоритетною для прогнозування флюїдальної моделі «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладів.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена фізико-геологічна модель присвердловинної зони порід-колекторів, яка базується на залежності геоелектричних параметрів від фізико-хімічних властивостей пластового флюїду, має велике практичне значення на різних етапах вивчення нафтогазоконденсатних родовищ. На етапі пошукового і розвідувального буріння, коли практично відсутні дані про геологічну будову родовища і тип покладу, за геоелектричними параметрами розрізу свердловини можна не тільки виділяти продуктивні породи-колектори, але й оцінити наявність у них газової шапки. На етапі експлуатаційного буріння розроблена методика дає можливість визначити інтервал перфорації з метою прогнозування очікуваного складу припливу. Під час геологічного моделювання будови нафтогазоконденсатного родовища, якщо дослідження ПНК проведені в недостатньому обсязі, одержана додаткова інформація для побудови його флюїдальної моделі.

Запропонована методика інтерпретації результатів методу ВІКІЗ одержала підтвердження в ході апробації на Харампурському, Кинському, Фахіровському, Північно-Тарасовському нафтогазоконденсатних родовищах, які розміщені в Ямало-Ненецькому АО.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем особисто проаналізовано та узагальнено результати попередніх геофізичних досліджень розвідувальних і пошукових свердловин, пробурених на території Харампурського, Кинського та сусідніх родовищ, на підставі яких визначено проблеми, що виникали під час оцінки характеру насичення і визначення положення міжфлюїдальних контактів; оброблено нові дані результатів досліджень комплексом БКЗ-БК-ІК, методом ВІКІЗ та ПНК, які проводилися як у розвідувальних, так і в експлуатаційних свердловинах; проаналізовано результати досліджень фізико-хімічних властивостей проб пластового флюїду та визначення інтервалів віддачі пластового флюїду після перфорації; обґрунтовано залежність геоелектричних параметрів присвердловинної зони від типу пластового флюїду і зміну цих параметрів під час розкриття свердловиною ГНК і ВНК; обґрунтовано комплексне застосування результатів інтерпретації методу ВІКІЗ і способу ПНК для побудови флюїдальної моделі «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладів.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи апробовані на геофізичній науково-практичній конференції «Виділення колекторів, оцінка їх фільтраційно-ємнісних властивостей (ФЄВ) і

нафтогазонасиченості за даними польової і промислової геофізики в Західно-Сибірській нафтогазонасній провінції” (Євро-Азіатське геофізичне товариство, м. Тюмень, 12-13 жовтня 2004 року); на науково-практичній конференції, присвяченій 100-річчю з дня народження В.М.Дахнова “Сучасні проблеми промислової геофізики” (РГУ нафти і газу ім. І.М.Губкіна, м.Москва, 5-6 квітня 2005 року); на VI міжнародній науковій конференції “Моніторинг небезпечних геологічних процесів і екологічного стану середовища” (Київський національний університет ім. Т. Шевченко, м. Київ, 6-8 жовтня 2005 року); на всеукраїнській науковій конференції “Моніторинг небезпечних геологічних процесів і екологічного стану середовища” (Київський національний університет ім. Т. Шевченко, м. Київ, 21-24 вересня 2006 року).

Публікації. Результати досліджень опубліковані у 8-и роботах, із них 4 статті у фахових виданнях за геологічними спеціальностями, 4 – матеріали наукової конференції.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаної літератури, обсяг - 148 сторінок друкованого тексту, ілюструється 12 таблицями, 47 малюнками, бібліографія включає 130 найменувань на 15 друкованих сторінках.

Роботу виконано під науковим керівництвом доктора геологічних наук, професора Дмитра Дмитровича Федоришина, якому автор висловлює глибоку подяку за постійну увагу, цінні поради та всебічну підтримку.

Автор висловлює щиро вдячність за професійні поради під час виконання роботи кандидату геолого-мінералогічних наук, професору В.П.Степанюку. Глибоку подяку висловлює автор доктору геологічних наук, професору О.М.Карпенку за надану підтримку та корисні поради, одержані в ході роботи. Щиро вдячний автор за цінні поради та підтримку кандидату геолого-мінералогічних наук, доценту В.А. Старостіну. Особливу вдячність автор висловлює колективу організації ВАТ «Пургеофізика» (Ямало-Ненецький А.О., м. Губкінський) за допомогу в наданні інформації для виконання даної дисертаційної роботи.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

АНАЛІЗ РОЗВИТКУ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ МІЖФЛОЇДАЛЬНИХ КОНТАКТІВ МЕТОДАМИ ГДС

Базовими і основними методами ГДС, які застосовують для визначення характеру флюїдонасичення колекторів і положення міжфлюїдальних контактів є електричні методи опору. Основоположниками теорії поширення електричного поля у свердловині, збудженого зондами бокового каротажного зондування (БКЗ), бокового каротажу (БК), індукційного каротажу (ІК) і розрахунку кривих позірнього опору (ПО) для різного типу зондів є вчені: В.А.Фок, В.М.Дахнов, Е.А.Нейман, Л.М.Альпін, А.Е.Кулінкович та багато інших. Створенню кількісної інтерпретації результатів дослідження методами електричного опору в пластах обмеженої товщини присвячені роботи багатьох вчених. Серед них: С.С.Ітенберг, Л.П.Доліна, М.О.Перьков, Н.Н.Сохранов, С.Г.Комаров, Т.Д.Ільїна,

С.М.Зунделевич, М.Г.Латишова, Б.Ю.Вендельштейн, І.П.Бріченко, Е.В.Чаадаєв, В.О.Пантюхін. В Україні розробленням даного питання займалися вчені та спеціалісти Українського державного геологорозвідувального інституту - УкрДГРІ (А.Е.Кулінкович, М.Д.Красножон, М.Д.Вердів, Л.Г.Головцина та ін.). Тут проводилися роботи із визначення основ методики оброблення методів електричного каротажу (ЕК) стосовно природних умов даного регіону та створення програмного забезпечення інтерпретації ЕК.

Найпоширенішим комплексом електричних методів, які вирішують завдання з визначення насичення порід-колекторів у теригенних відкладах, є стандартний комплекс БКЗ-БК-ІК. До даного комплексу входять зонди, що мають не тільки різний тип і конфігурацію, але і різну довжину, а отже і різну глибинність дослідження. Це дає можливість одержувати більш повну інформацію про геологічний розріз свердловини. Ізорезистивна методика інтерпретації даного комплексу об'єднала в собі теоретичні розрахункові дані, які використовують у методі БКЗ, з даними, одержаними за допомогою методів індукційного і бокового каротажу. Вона ґрунтується на послідовному введенні поправок за обмежену потужність пласта з одночасним перебором комплексних палеток за параметрами зони проникнення і свердловини. У результаті оброблення даних за ізорезистивною методикою визначають опір і діаметр зони проникнення (ЗП), опір пласта і коефіцієнт анізотропії порід. Значення параметрів, одержаних у результаті інтерпретації стандартного комплексу БКЗ-БК-ІК, дають можливість побудувати геоелектричну модель пласта і розділити колектори на продуктивні і водонасичені. Але розподіл продуктивних колекторів на газонасичені та нафтонасичені за геоелектричними характеристиками стандартного комплексу неможливий.

У даний час для дослідження теригенних відкладів широке застосування одержав метод ВІКІЗ. Теорія методу ВІКІЗ розроблена в інституті геофізики Сибірського Відділення Російської Академії Наук (СВ РАН). Розробленням основ теорії методу займалися вчені: Ю.М.Антонов, М.Ю.Епов, Е.Є.Лук'янов, І.М.Сльцов, К.М.Каюров, В.М.Ульянов та ін.. Апаратура ВІКІЗ обладнана п'ятьма або дев'ятьма трикоутшковими індукційними ізопараметричними зондами, які характеризуються геометричною і електродинамічною подібністю. Принцип методу ВІКІЗ закладений у реєстрації різниці фаз змінного магнітного поля в області високих частот (875кГц-14МГц), що забезпечує високу роздільну здатність у вертикальному і радіальному напрямках і дає можливість деталізувати електричні властивості присвердловинної зони. Результатом кількісної інтерпретації даних дослідження методом ВІКІЗ є геоелектричний розріз, до якого відноситься послідовність пластів, розкритих свердловиною. Окремий пласт характеризується наступними параметрами: опір і радіус ЗП, опір і потужність облямовуючої зони (ОЗ), опір пласта. На відміну від комплексу БКЗ-БК-ІК, де в основу методики оброблення покладена тришарова модель середовища для проникних пластів (свердловина – ЗП – пласт), у методику оброблення даних методу ВІКІЗ покладена чотиришарова модель для проникних пластів(свердловина – ЗП – ОЗ – пласт).

У процесі буріння відбувається проникнення фільтрату бурового розчину в поруду-колектор. При цьому у колекторах відбувається відтиснення від стінок свердловини пластового флюїду – в присвердловинній зоні утворюється динамічна

система зон. Вивченню властивостей зони проникнення присвятили свої роботи: М.Маскет, С.Дж.Пірсон, Б.Ю.Вендельштейн, М.М.Сохранов, І.Г.Яромахов, П.І.Дворецький, М.М.Михайлов, М.М.Іванова та ін. Для оцінки та обґрунтування параметрів техногенних неоднорідностей присвердловинної зони необхідно залучати з одного боку незалежну інформацію, яку можна одержати в результаті аналізу гідродинамічного процесу формування ЗП, з іншого – результати ГДС. «Водоплавні» нафтові поклади з газовою шапкою характеризуються складним геоелектричним розрізом, що пояснюється багатокомпонентним складом пластового флюїду, і потребують використання всіх доступних методів для побудови флюїдальної моделі покладу. До них відносяться прямі методи визначення насичення: випробування пластів приладами на кабелі (ВПК), гідродинамічний каротаж (ГДК), відбір і вивчення керна, методи електричного (ЕК) і електромагнітного (ЕМК) каротажу.

Проведений огляд робіт та аналіз проблем, які виникають під час визначення положення ВНК і ГНК на «водоплавних» газонафтових покладах, вказує на необхідність розроблення та впровадження нових методик інтерпретації даних ГДС для підвищення інформативності комплексу. Запропоновано нову методику для визначення положення ГНК, а саме: побудова фізико-геологічної моделі присвердловинної зони на основі використання фактора залежності геоелектричних параметрів пласта від типу флюїду, що насичує пори колектора, та комплексування даних геоелектричного розрізу свердловин і даних вторинного випромінювання в процесі розформування ЗП для визначення будови газової шапки на родовищі загалом.

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЛОГІЧНОЇ БУДОВИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО РАЙОНУ

Детальні геолого-геофізичні роботи, проведені на низці родовищ ЗСНГП, у тому числі на досліджуваних Харампурському і Кинському родовищах, у процесі їх дорозвідки дали змогу виявити особливості геологічної будови, а також характерну для них велику кількість тектонічних розломів. Дані сейсмозвідки, матеріалів буріння і детальної кореляції розрізів родовищ, характеру нафтогазоносності і випробувань свердловин дали можливість проаналізувати роль тектонічних розломів у формуванні та розміщенні покладів вуглеводнів (ВВ).

На початковій стадії формування Харампурського нафтогазоконденсатного родовища кожний пласт юрського горизонту ($Ю_1^1$, $Ю_1^2$, $Ю_1^3$, $Ю_1^4$) мав індивідуальне положення ВНК і ГНК. У результаті активних динамічних рухів відбулося переформування геологічної будови Харампурського родовища із утворенням окремих тектонічних блоків. На даний час характерним для цього родовища є блокова будова і наявність у межах кожного блоку єдиного для всіх пластів свого ГНК і ВНК. Виявлені на родовищі газові шапки поширені в межах певних тектонічних блоків, які зазнали порівняно більше підняття. У тектонічних блоках, які зазнали занурення, відсутні газові шапки і спостерігається збільшення перехідної зони від нафти до води.

На Кинському родовищі юрський горизонт складається з шести самостійних пластів, до яких приурочені поклади ВВ різного фазового стану. За даними розвідувальних свердловин, це нафтові поклади з газовою шапкою

в пластах: $Ю_1^1$, $Ю_1^{1-2}$, $Ю_1^5$ і газоконденсатні поклади в пластах $Ю_1^2$, $Ю_1^3$, $Ю_1^4$. У кожному пласті наявний свій ГНК і ВНК. На даній стадії вивчення, практично в усіх структурах, необхідно здійснити уточнення геоморфології і характеру насичення пластів.

Розривна тектоніка визначила не тільки морфологічні особливості, але і характер насичення кожного тектонічного блоку. Аналіз положення контактів на площі Харампурського і Кинського родовищ показав, що гіпсометричне положення ГНК і ВНК різко змінюється в межах кожного родовища. Така особливість пояснюється блоковою будовою родовищ і значним зміщенням по вертикалі окремих тектонічних блоків між собою, а також наявністю усередині виділених тектонічних блоків диз'юнктивних порушень різних видів, що по різному впливають на нафтогазоносність тектонічних блоків.

ОЦІНКА ХАРАКТЕРУ НАСИЧЕНОСТІ І ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ МІЖФЛЮІДАЛЬНИХ КОНТАКТІВ

Оцінка характеру насиченості порід-колекторів і положення водонафтового (ВНК) і газоводяного (ГВК) контактів ґрунтується на визначенні питомого електричного опору (ПЕО) незміненої частини породи-колектора і зіставленні отриманого значення ρ_n і розрахованого значення коефіцієнта водонасиченості K_s з критичними величинами цих параметрів (ρ_n^{np} , K_s^{np}). За ВНК покладу приймається умовна структурна поверхня критичних значень ρ_n^{np} і K_s^{np} , які характеризують для досліджуваного типу колекторів межу, вище якої під час випробування породи-колектора буде одержано промисловий приплив нафти або газу. У ході дослідження «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладів ЗСНП знайшли застосування два способи визначення критичних значень ПЕО пласта і, відповідно, коефіцієнта водонасиченості.

У перший спосіб закладено методику визначення статистичного розподілу значень ρ_n і K_s для двох класів колекторів, які в ході випробування дали промисловий приплив нафти або газу (продуктивні колектора) і чисту воду з ознаками нафти або газу (водонасичені колектора). Кожен розподіл виражає зв'язок між частотою зустрічі об'єктів у заданому діапазоні зміни ρ_n або K_s і значенням параметра, для якого будується розподіл.

Другий спосіб визначення ρ_n^{np} і K_s^{np} є більш універсальним і фізично обґрунтованим. Він закладений на встановленні петрофізичних зв'язків для порід-колекторів між параметрами ρ_n і K_s , фазової проникності для нафти $k_{пр.н}$, газу $k_{пр.г}$ і води $k_{пр.в}$, коефіцієнтами залишкової нафтогазонасиченості і водонасиченості - $k_{нз}$, $k_{вз}$, отриманих у лабораторії в ході капілярметричних досліджень зразків керна.

На «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладах за даними методу опорів визначають водонафтовий контакт. Газонасичена і нафтонасичена частини покладу за даними результатів інтерпретації комплексу БКЗ-БК-ІК мають практично однакові електричні характеристики. Стандартний комплекс БКЗ-

БК-ІК не дає можливості розділяти газо- і нафтонасичені колектори, але дає можливість визначити загальну потужність продуктивної частини досліджуваного покладу.

Пласти насичені газом або газоконденсатом, відрізняються від водонасичених і нафтонасичених за вмістом водню. За однакових ємнісних параметрів ці пласти за даними нейтронних методів характеризуються меншим вмістом водню і меншою густиною. Тому стандартний спосіб виділення в геологічному розрізі газонасичених порід-колекторів, або визначення положення ГНК, ґрунтується на проведенні повторних вимірів стаціонарними або імпульсними методами нейтронного каротажу (ПНК) у процесі розформування зони проникнення.

З метою визначення сприятливих умов проведення ПНК на Харампурському родовищі в вибраних свердловинах були проведені додаткові дослідження залежності інтенсивності вторинного нейтронного випромінювання від часу розформування зони проникнення і зміни фільтраційно-ємнісних параметрів колекторів. Результати дослідження в трьох свердловинах представлені у таблиці №1.

Таблиця №1. Результати виміру кривої ПНК

№ свр.	Час між розкриттям розрізу і повторним виміром НКТ	Середнє значення збільшення кривої ПНК по пласту Ю ₁ ¹	АПС відн.од.	Середнє значення збільшення кривої ПНК по пласту Ю ₁ ²	АПС відн.од.
155	1,5 місяця	1,0	0,3-0,5	1,0 – 1,05	0,7-0,9
155	2 роки 6 місяців	1,07 – 1,15	0,3-0,5	1,11 – 1,2	0,7-0,9
156	10 місяців	1,06 – 1,14	0,35-0,9	1,06 – 1,12	0,4-0,86
171	5,5 місяця	1,08 – 1,14	0,6-0,88	1,06 – 1,1	0,5-1,0

Примітка: збільшення кривої ПНК дано у відносних одиницях, тобто відношення значень кривої ПНК до кривої фонового заміру НК.

Ґрунтуючись на даних досліджень, зроблено наступні висновки: достовірність виділення газонасичених інтервалів залежить від ступеня розформування зони проникнення, тобто від часу між розкриттям розрізу і проведенням дослідження. Необхідно використовувати залежність показів ПНК від ФЄВ колекторів. Причиною низької ефективності застосування ПНК на етапі оперативного висновку в ході дослідження тонкошаруватих розрізів, які складають юрський горизонт, є тривалість розформування ЗП. Для слабкопроникних, низькопористих колекторів юрського горизонту час розформування ЗП знаходиться в межах від 8 місяців до 1,5 року. Складний фазовий стан флюїдів, які насичують пори пластів юрського горизонту ЗСНГП, вимагає з одного боку широкого застосування ПНК, а з іншого - впровадження нових методів ГДС, за допомогою яких можна було б ефективно вирішувати завдання з визначення положення ГНК на різних етапах дослідження родовищ.

ПОБУДОВА ГЕОЕЛЕКТРИЧНОЇ МОДЕЛІ КОЛЕКТОРІВ ЗА ДАНИМИ ДОСЛІДЖЕННЯ СВЕРДЛОВИН КОМПЛЕКСОМ БК3-БК-ІК І ВІКІЗ

Стандартний комплекс БК3-БК-ІК і метод ВІКІЗ є складовими частинами ГДС, за даними яких визначають величину питомого електричного опору (ПЕО)

пласта і параметрів зони проникнення. Для даних методів розв'язання оберненої геологічної задачі полягає в побудові геоелектричної моделі пласта.

Щоб визначити можливості стандартного комплексу БКЗ-БК-ІК і методу ВІКІЗ під час дослідження тонкошаруватих теригенних відкладів юрського горизонту, автором були проведені статистичні дослідження результатів інтерпретації даних цих методів на 10 свердловинах Харампурського і Кинського родовищ. Зіставлення геоелектричної моделі пласта, побудованої за результатами дослідження комплексом БКЗ-БК-ІК і методом ВІКІЗ, показало наступне. У теригенних відкладах, де потужність однорідних продуктивних колекторів коливається в межах 1-2 м, достовірність інтерпретації комплексу БКЗ-БК-ІК дуже низька. Метод ВІКІЗ дає змогу достовірніше визначити геоелектричні параметри присвердловинної зони в пластах з багатокомпонентним складом пластового флюїду.

Таблиця №2. Значення геоелектричних параметрів присвердловинної зони в колекторах Кинського родовища.

Результати інтерпретації методу ВІКІЗ					Результати інтерпретації комплексу БКЗ-БК-ІК			Насичення
$r_m, \text{М}$	$\rho_m, \text{ОММ}$	$h_{oz}, \text{М}$	$\rho_{oz}, \text{ОММ}$	$\rho_n, \text{ОММ}$	$r_m, \text{М}$	$\rho_m, \text{ОММ}$	$\rho_n, \text{ОММ}$	
0,7-1,0	13-20			30-50	0,3-0,6	35-60	15-30	ГК
0,25-0,3	20-45	0,2-0,25	6-9	15-30	0,3-0,5	30-45	15-25	Нафта
0,2-0,3	20-40			9-14	0,3-0,45	25-40	11-14	Вода

Розбіжність у значеннях величини радіуса і опору зони проникнення (r_m, ρ_m), опору незміненої частини пласта (ρ_n), які визначалися за результатами дослідження комплексом БКЗ-БК-ІК і методом ВІКІЗ, зумовлена методологічними особливостями інтерпретації даних цих комплексів. У визначені геоелектричної моделі пласта за даними дослідження комплексом БКЗ-БК-ІК в основу інтерпретації покладена тришарова модель середовища (свердловина – ЗП – пласт), в основу інтерпретації даних дослідження методом ВІКІЗ покладена чотиришарова модель середовища (свердловина – ЗП – ОЗ – пласт). Таким чином, дані дослідження методом ВІКІЗ дають змогу більш детально оцінити параметри геоелектричної моделі породи-колектора.

Результати інтерпретації даних стандартного комплексу БКЗ-БК-ІК на вище вказаних родовищах свідчать про підвищувальне проникнення фільтрату бурового розчину в пластах по всій висоті покладу, незалежно від характеру флюїдонасичення колекторів. Значення опору і радіуса ЗП у пластах з насиченням газоконденсат і нафта – порівнянні. Структура геоелектричної моделі колекторів тришарова: свердловина – ЗП – пласт.

За результатами інтерпретації методу ВІКІЗ встановлено, що для колекторів з різним типом пластового флюїду характерна відповідна структура геоелектричної моделі, яка відрізняється: типом проникнення (знижувальне, підвищувальне), параметрами ЗП (r_m, ρ_m), наявністю або відсутністю ОЗ (r_{oz}, ρ_{oz}), ПЕО незміненої частини пласта (ρ_n). Для пластів з насиченням газоконденсат і вода характерна тришарова структура геоелектричної моделі колектора, для пластів інтервалу нафтової об'ямівки – чотиришарова структура: свердловина – ЗП – ОЗ – пласт.

У результаті проведеного аналізу зіставлення даних електричних досліджень обґрунтовано можливість використання методу ВІКІЗ з метою оцінки будови геоелектричної моделі породи-колектора і створення фізико-геологічної моделі присвердловинної зони, яка базується на залежності значень електричних параметрів присвердловинної зони від фізико-хімічних властивостей пластового флюїду і, відповідно, фільтраційних процесів, які відбуваються в присвердловинній зоні під час проникнення фільтрату бурового розчину в пласт.

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОЕЛЕКТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСВЕРДЛОВИННОЇ ЗОНИ “ВОДОПЛАВНИХ” НАФТОГАЗОКОНДЕНСАТНИХ ПОКЛАДІВ

Питанню проникнення фільтрату бурового розчину в породу-колектор присвячені дослідження учених: Р.О.Резванова, В.М.Добриніна, С.С.Ітенберга, Л.І.Орліва, О.В.Ручкіна, М.М.Свіхнушина, М.М.Михайлова, М.М.Іванової, а також С.Дж.Пірсона, М.Маскета та багато інш. Від перших дослідників до нашого часу уявлення про вплив фільтрату на присвердловинну зону змінювалися. Лабораторні розробки і реальні дослідження свердловин останніх років дали можливість по-новому розглядати природу і механізм утворення геоелектричних неоднорідностей у присвердловинному просторі і їх вплив на покази методів ГДС. Практично всі методи ГДС традиційно орієнтовані на вивчення незміненої частини пласта, а зона проникнення розглядається як перешкода, вплив якої на результати інтерпретації потрібно виключати. Метод ВІКІЗ забезпечує більш детальне вивчення саме зони проникнення.

Присвердловинна зона є складним утворенням, що еволюціонує в часі. На практиці зміна електричних властивостей пластів у присвердловинному просторі залежить від фільтраційно-смісних параметрів (пористість і проникність), від складу флюїду, що насичує пори колектора, від реологічних властивостей бурового розчину, а також від режимів буріння і часу проведення каротажу. На основі чисельного гідродинамічного моделювання для різних режимів буріння і гідрофізичних параметрів пластів-колекторів, що проводилося в інституті геофізики СВ РАН, встановлено зв'язок між водонасиченістю, пористістю, проникністю і густиною пластового флюїду для будь-якого значення h вище дзеркала вільної води:

$$J(S_w) = \frac{3.183 * (\rho_w - \rho_{fc}) * 0.098 * h * \sqrt{K_{np} / K_n}}{\gamma * \cos \theta}, \quad (1)$$

де J - функція Леверетта, S_w - водонасиченість, ρ_w - густина пластової води у (г/см^3); ρ_{fc} - густина ВВ у (г/см^3); h - висота над рівнем вільної води у (м); K_{np} - проникність у (мД); K_n - пористість у (дол.од.); γ - поверхневий натяг ВВ/пластова вода у (дін/см); θ - кут змочуваності.

Як бачимо, густина пластового флюїду є одним із важливих чинників, який впливає на водонасиченість зони проникнення і незміненої частини пласта. У дисертації вперше обґрунтовано і підтверджено свердловинними дослідженнями методом ВІКІЗ залежність геоелектричних параметрів присвердловинної зони від густини і в'язкості пластового флюїду.

Удосконалення геолого-геофізичної моделі присвердловинної зони колекторів для обґрунтування положення ВНК за геоелектричними параметрами. Дослідження “водоплавних” нафтогазоконденсатних покладів показали, що визначення положення ГНК і ВНК у таких покладах є складним завданням. У свердловинах, що розкривають нафтогазоконденсатні поклади, присвердловинна зона характеризується складними електричними властивостями, які змінюються за висотою покладу і залежать від багатьох чинників.

Геоелектричні розрізи свердловин, побудовані за результатами дослідження методом ВКІЗ на Харампурському і Кинському родовищах, підтверджують складність будови присвердловинної зони. Дослідження методом ВКІЗ проводилися в перші 5-10 годин після повного розкриття розрізу. Проведений аналіз залежності параметрів геоелектричної моделі породи-колектора від флюїду, який насичує пори колектора, дозволив встановити, що радіус і опір зони проникнення в період початку формування зони проникнення значною мірою залежить від типу пластового флюїду. За однакових фільтраційно-ємнісних властивостей породи-колектори відрізняються електричними параметрами присвердловинної зони (тип проникнення фільтрату бурового розчину, радіус і опір ЗП, опір незміненої частини пласта, наявність або відсутність ОЗ). Зміна параметрів геоелектричного розрізу спостерігається під час проходження свердловиною через ВНК і ГНК.

У “водоплавних” нафтогазоконденсатних покладах інтервал, де має місце нафтова облямівка, відзначається наявністю в геоелектричній моделі породи-колектора облямівуючої зони (ОЗ). Утворення облямівуючої зони пов'язано з присутністю в колекторах цього інтервалу води, піднятої силами капілярного тиску з водонасиченої частини покладу. Структура геоелектричної моделі є чотиришаровою: свердловина – ЗП – ОЗ – пласт. Під час переходу через ВНК параметри геоелектричної моделі породи-колектора змінюються. Структура моделі стає тришаровою, а радіус ЗП збільшується. Така картина спостерігається у свердловинах, пробурених на Харампурському родовищі, де потужність водонасиченої частини покладу в деяких із них досягає 10 метрів і є достатньою для детального аналізу і порівняння параметрів ЗП. В таблиці №3 наведені параметри геоелектричного розрізу, який є типовим для даного родовища.

Таблиця №3 Параметри геоелектричного розрізу свердловини 139

Пласт	Інтервал кол-ра		Результати інтерпретації методу ВКІЗ					Насичення
	покрівля	підощва	$r_{zn}, \text{м}$	$\rho_{zn}, \text{Омм}$	$h_{co}, \text{м}$	$\rho_{co}, \text{Омм}$	$\rho_n, \text{Омм}$	
Ю1-1	2964	2966,4	0,702	20,65			41,3	Газокондсат
	2967,4	2969,1	0,967	18,78			35,96	Газоконденсат
Ю1-2	2977,1	2978,5	0,264	22,16	0,143	5,73	11,79	Нафта
	2980,5	2981,8	0,283	43,31	0,19	7,24	18,74	Нафта
Ю1-3	2991,9	2995,2	0,321	74,11	0,208	7,65	17,71	Нафта
	2995,2	2997,9	0,389	38,76	0,195	6,34	11,48	Нафта
	2999,5	3003,6	0,462	17,15			3,59	Вода
Ю1-4	3006,2	3007,5	0,481	17,3			4,5	Вода
	3009,3	3011,2	0,504	15,34			5,22	Вода

Встановлені закономірності дають змогу стверджувати про доцільність використання для визначення положення ВНК як граничні значення продуктивності ρ_n^{sp} і K_n^{sp} , так і значення електричних параметрів присвердловинної зони. Запропонований напрямок геолого-геофізичного моделювання структури присвердловинної зони, що використовує фактор адекватності параметрів геоелектричної моделі колектора з урахуванням типу пластового флюїду під час визначення положення ВНК значно підвищує достовірність інтерпретації геофізичних даних.

Створення системи багатомірних геолого-геофізичних моделей присвердловинної зони колекторів для визначення газонафтового контакту в "водоплавних" нафтогазоконденсатних покладах ЗСНГП ґрунтується на збільшенні обсягу корисної інформації, яку ми одержуємо з інтерпретації даних комплексу ГДС. При цьому виникає необхідність переходу від окремих кореляційних зв'язків до системи загальних багатомірних моделей, які описують необхідні взаємозв'язки між геофізичними величинами, характеристиками продуктивних пластів і параметрами пластового флюїду. Можливість створення такої системи моделей було досліджено на прикладі продуктивних відкладів юрського горизонту Кинського і Харампурського родовищ, що є типовими "водоплавними" нафтогазовими покладами для ЗСНГП.

За результатами аналізу взаємозв'язків між електричними параметрами присвердловинної зони порід-колекторів і пластовими умовами, розроблено основні критерії оцінки впливу флюїдонасичення колектора на структуру його геоелектричної моделі. В основі методики лежить порівняння значень радіуса ЗП ($r_{зп}$) і співвідношення опору ЗП і пласта (ρ_m / ρ_n), одержаних у результаті інтерпретації даних методу ВІКІЗ у пластах з різним типом флюїдонасичення, який підтверджується іншими геофізичними методами і технологіями (метод повторного нейтронного каротажу, результати повторного випробування пластів після перфорації, методи дослідження складу припливу з пласта).

Таблиця №4. Характеристика пластових вуглеводнів Кинського родовища

Тип пластового флюїду	Густина (г/см ³)	Кінематична в'язкість при t 20 ⁰ С (мм ² /с)	Вміст парафінів (%)
Газоконденсат	0,777 – 0,780	1,29 – 1,987	1,8-5,02
Нафта	0,819	2,61	9,63
Буровий розчин	1,12 – 1,13		

Примітка: за результатами аналізу поверхневих проб пластового флюїду в розвідувальних свердловинах.

Як бачимо, газоконденсат і нафта відрізняються між собою не тільки густиною і вмістом парафіну, але і кінематичною в'язкістю, яка безпосередньо має вплив на процеси, які супроводжують формування зони проникнення. Було проведено експериментальні дослідження методом ВІКІЗ у вибраних свердловинах, які, за результатами геологічного прогнозу, повинні були розкрити ГНК у потужних пластах Ю₁³ і Ю₁⁴ Кинського родовища. Для підтвердження результатів інтерпретації методу ВІКІЗ проводили поінтервальну перфорацію з вивченням складу поверхневих проб пластового флюїду.

За результатами проведених досліджень було встановлено, що: а) для колекторів з насиченням нафта, нафта+вода і вода характерно підвищувальне проникнення фільтрату в пласт, а для колекторів з насиченням газоконденсат характерно знижувальне проникнення, б) на етапі початкового формування зони проникнення радіус ЗП (r_m) у колекторах з насиченням газоконденсат більший, ніж у колекторах з насиченням нафта і вода.

Дослідження і аналіз геоелектричних розрізів свердловин, які розкривають нафтогазоконденсатні поклади Кинського родовища, дали можливість встановити основні параметри геоелектричної моделі порід-колекторів, на зміну яких має вплив тип пластового флюїду. Різниця у відносній в'язкості та дифузійності газоконденсату і нафти впливає на зміну типу проникнення (ρ_m / ρ_n) і величину радіуса зони проникнення (r_m).

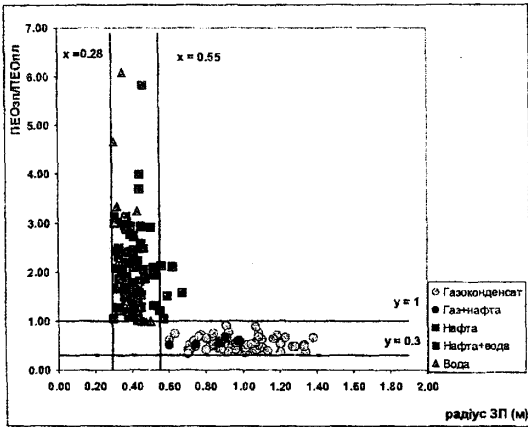


Рис. 1. Розподіл колекторів за характером насичення з урахуванням параметрів ρ_m / ρ_n і r_m

За результатами свердловинних досліджень методом ВІКІЗ встановлено, що під час переходу від газонасичених колекторів до нафтонасичених відзначається різке зменшення радіуса ЗП (r_m) і зміна типу проникнення із знижувального на підвищувальне (ρ_m / ρ_n).

Встановлені зв'язки між геоелектричними параметрами зони проникнення та типом пластового флюїду дають можливість виявити певні закономірності для ідентифікації газо- і нафто-, водонасичених колекторів у процесі дослідження в відкритому стовбурі.

На рисунку 1 показано співвідношення типу проникнення (ρ_m / ρ_n) і радіуса ЗП (r_m) у колекторах з різним флюїдонасиченням. Точки, які відповідають колекторам з пластовим флюїдом газоконденсат, знаходяться в нижній частині поля палетки, обмеженої лініями: $0.3 \leq \rho_m / \rho_n \leq 1$. Радіуси ЗП (r_m) даних колекторів знаходяться в межах 0,6-1,35 м. Ширина діапазону зміни r_m викликана розходженням фільтраційно-емісійних параметрів порід-колекторів і висотою знаходження над ГНК, тобто співвідношенням пластового тиску і тиску у свердловині. Точки, які відповідають колекторам з насиченням нафта, нафта+вода і вода, знаходяться в верхній частині поля палетки вище від лінії $\rho_m / \rho_n = 1$. Межі зміни радіуса зони проникнення (r_m): 0,28 – 0,55 м.

Розглянутий спосіб розподілу продуктивних порід-колекторів на газонасичені і нафтонасичені у розрізі свердловини був апробований в умовах нафтогазоконденсатного покладу Харампурського родовища. Виявлені

газонасичені породи-колектора повністю підтверджуються результатами випробувань в інтервалах перфорації і визначенням складу припливу із пласта.

Грунтуючись на результатах проведених досліджень автором були

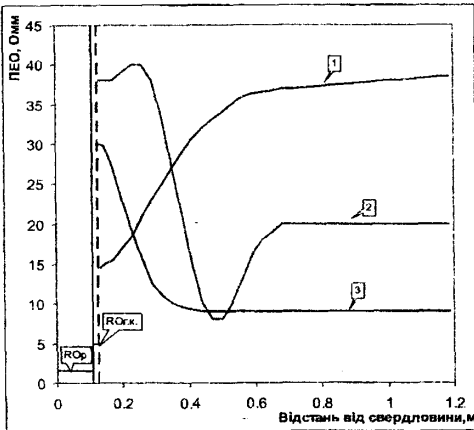


Рис. 2. Радіальний розподіл ПЕО в присвердловинній зоні: 1 — у пластах насиченим газоконденсатом, 2 — у нафто- і 3 — у водонасичених пластах, де ROP — опір БР, ROг.к. — опір глинистої кірки

На основі часових досліджень методом ВКІЗ, проведених у свердловинах Харампурського родовища, зроблено аналіз залежності геоелектричних параметрів присвердловинної зони від часу проведення дослідження. Це дало змогу зробити наступний висновок: в інтервалі газонасичених колекторів знижувальне проникнення, яке утворюється в перші 5-10 годин формування зони проникнення, на етапі подальшого формування зони проникнення змінюється на підвищувальне проникнення. Зменшуються радіуси ЗП і з'являється облямовуюча зона.

З метою уточнення і підтвердження положення ГНК, визначеного за даними методу ВКІЗ, було використано результати дослідження способом ПНК, який є основним для виділення інтервалів залягання газонасичених порід-колекторів у теригенних відкладах ЗСНГП.

Дослідження ПНК, проведені у свердловині №132 Кинського родовища, доказали ефективність методу ВКІЗ. За результатами інтерпретації методу ВКІЗ і способу ПНК газонасиченими є пласти $Ю_{1-2}$, $Ю_2$ і верхня частина $Ю_1$. Після перфорації пластів $Ю_2$ і $Ю_1$ одержали приплив газоконденсату.

На Харампурському родовищі для підтвердження інтервалів газонасичених колекторів, виділених за методом ВКІЗ, побудовано кореляційні розрізи по родовищу через свердловини де проводилися дослідженнями ВКІЗ або ПНК. Порівняння геоелектричного розрізу свердловин, побудованого за результатами інтерпретації методу ВКІЗ з газонасиченими інтервалами, виділеними за даними ПНК в сусідніх свердловинах, дало можливість визначити інтерпретаційні

виділені наступні типи радіального розподілу ПЕО в присвердловинній зоні залежно від типу флюїду, що насичує пори колектора. На рисунку 2 зображені графіки розподілу електричного опору через 5-10 годин після розкриття розрізу в колекторах з насиченням газоконденсатом, де з віддаленням від свердловини опір тільки зростає; в нафтонасичених колекторах, де крива опору є немонотонною, а має локальний максимум і мінімум, в водонасичених колекторах, де крива опору монотонно зменшується від значень у зоні проникнення до значень у незмінній частині пласта.

геофізичні моделі, налаштовані на комплекс ГДС, який проводиться в умовах ЗСНГП. Методологічно комплексний підхід поєднує різновидну інформацію і дає можливість виділяти газонасичені пласти за результатами інтерпретації методу ВКІЗ на етапі оперативної інтерпретації, а також визначити положення ГНК на родовищі за даними ВКІЗ і ГНК на етапі побудови флюїдальної моделі родовища.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі науково обґрунтовано створення фізико-геологічної моделі зони проникнення порід-колекторів для визначення положення газонафтового (ГНК) і водонафтового (ВНК) контактів на «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладах. Це пов'язано з вирішенням актуального питання впливу фізико-хімічних властивостей пластового флюїду на геоелектричні параметри присвердловинної зони.

Результати дисертаційних досліджень і реалізація практичних рекомендацій сприяють підвищенню інформативності результатів інтерпретації методів ГДС на етапі пошукового і розвідувального буріння. Впровадження даних результатів на етапі експлуатаційного буріння підвищить рівень прогнозування очікуваного припливу з пласта після перфорації.

Найважливіші наукові та практичні результати дисертаційної роботи такі:

1. На основі аналізу розвитку методики визначення міжфлюїдальних контактів і проблем, що виникають на етапі геомодельовання під час побудови флюїдальної моделі покладу з багатокомпонентним складом пластового флюїду, до яких відносяться «водоплавні» нафтогазоконденсатні поклади, встановлено, що використання стандартного комплексу БКЗ-БК-ІК забезпечує виділення продуктивних порід-колекторів, тобто визначення положення ВНК за граничними значеннями опору (ρ_n^{sp}) і коефіцієнта водонасичення (K_n^{sp}). Ідентифікація продуктивних колекторів на нафтонасичені та газонасичені за даною методикою неможлива.

2. Доведено, що спосіб повторного нейтронного каротажу (ГНК) не може забезпечити достовірне визначення положення ГНК на етапі оперативного висновку в умовах тонкошаруватих теригенних відкладів юрського горизонту ЗСНГП. Це зумовлено складною тектонічною будовою родовищ даної провінції, а також тим, що для розформування зони проникнення в породах-колекторах юрського горизонту, які характеризуються низькою проникністю і пористістю, потрібен час від 6 місяців – до 1.5 року, в залежності від фільтраційно-емісійних властивостей.

3. З метою оцінки можливостей стандартного комплексу БКЗ-БК-ІК і методу ВКІЗ під час дослідження теригенних відкладів юрського горизонту на родовищах ЗСНГП, проведено порівняльний аналіз структури і параметрів геоелектричної моделі порід-колекторів, побудованої за результатами дослідження стандартним комплексом БКЗ-БК-ІК і методом ВКІЗ. Доведено, що за результатами методу ВКІЗ достовірніше оцінюються електричні параметри техногенних неоднорідностей присвердловинної зони в тонкошаруватих розрізах під час дослідження покладів з багатокомпонентним складом пластового флюїду.

4. Аналіз теоретично обґрунтованих петрофізичних взаємозв'язків, що утворюються в присвердловинній зоні в процесі проникнення фільтрату бурового розчину, дав можливість визначити вплив фізико-хімічних властивостей пластового флюїду на величину електричних параметрів техногенних неоднорідностей присвердловинної зони породи-колектора. Дослідження відповідності параметрів геоелектричної моделі, побудованої за результатами інтерпретації даних методу ВІКІЗ, і геологічних характеристик породи-колектора показали, що впродовж перших 5-10 годин після розкриття розрізу за електричними параметрами присвердловинної зони з високим рівнем достовірності можна визначити тип флюїдонасичення колекторів.

5. Вперше розроблено принципово новий спосіб розподілу продуктивних колекторів на газонасичені і нафтонасичені, який ґрунтується на залежності параметрів геоелектричної моделі пласта-колектора від фізико-хімічних властивостей пластового флюїду. Доведено, що напрямок геолого-геофізичного моделювання присвердловинної зони, який використовує фактор залежності геоелектричних параметрів від типу пластового флюїду, дає можливість визначати положення ГНК на етапі оперативного висновку і підвищує достовірність інтерпретації геофізичних даних у визначенні положення ВНК.

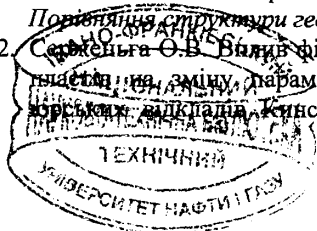
6. Вперше доведено, що нафтонасичені і газонасичені колектори характеризуються певним видом радіального розподілу ПЕО в присвердловинній зоні. Ґрунтуючись на результатах інтерпретації даних методу ВІКІЗ було проведено модулювання розподілу опору в присвердловинній зоні, який в значній мірі залежить від часу проведення каротажу, тобто від процесу формування зони проникнення.

7. Ґрунтуючись на результатах аналізу порівняння даних інтерпретації методу ВІКІЗ і ПНК під час визначення інтервалів газонасичених колекторів, доведено високу інформативність комплексування результатів даних методів для визначення положення ГНК як на етапі оперативного висновку в окремій свердловині, так і на етапі побудови флюїдальної моделі покладу.

8. Запропонована методика визначення положення ГНК за геоелектричними параметрами розрізу свердловини є високоперспективною для дослідження «водоплавних» газонафтових покладів, приурочених до теригенних відкладів різних нафтогазових провінцій.

ОСНОВНІ ОПУБЛІКОВАНІ ПРАЦІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ:

1. Федоришин Д.Д., Серженя О.В., Василина Р.М. Нові можливості щодо визначення геоелектричної моделі пластів-колекторів // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2004. - №3(12). – С.91-98. *(Особистий внесок – оброблення результатів досліджень стандартним комплексом БКЗ-БК-ІК і методом ВІКІЗ.)*
2. Серженя О.В. Вплив фільтрату бурового розчину та характеру насичення пласта на зміну параметрів зони проникнення (на прикладі досліджень корельокх-вакцалія Кисського родовища) // Розвідка та розробка нафтових



- і газових родовищ. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2004. - №4(13). – С.40-47. *(Одноосібне авторство)*
3. Федоришин Д.Д., Серженьга О.В. Комплексна інтерпретація досліджень повторного нейтронного каротажу і методу ВІКІЗ при визначенні глибини газонафтового контакту // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. – 2005. - №1(14). – С.39-45. - *(Оброблення даних дослідження методом ВІКІЗ і повторного нейтронного каротажу. Побудова кореляційних схем і порівняння результатів інтерпретації методу ВІКІЗ і методики ПНК. – 60%)*
 4. Серженьга О.В. Выделение газонасыщенных интервалов методом сопоставления параметров зоны проникновения (на примере Кынского месторождения).//Мат-лы геофиз. научн-практ. конференции «Выделение коллекторов, оценка их ФЭС и нефтегазонасыщенности по данным полевой и промысловой геофизики в Западно-Сибирской нефтегазонасной провинции»-ЕАГО–Тюмень – 12-13.10.2004. – С.136-141. - *(Одноосібне авторство)*
 5. Федоришин Д.Д., Серженьга О.В., Васылына Р.М., Федоришин С.Д. Оценка характера насыщения пластов-коллекторов по данным ядерно-физических и электрических методов.// НТВ: Каротажник. –Тверь. – 2005. – Вып. 3-4 (130-131).- С.140-151. *(Оброблення даних дослідження методом ВІКІЗ у програмі «МФС ВІКІЗ» - 30%)*
 6. Антонов Ю.Н., Серженьга О.В. Выделение коллекторов с высоким содержанием газа в юрских отложениях Кынского месторождения по данным ВІКІЗ// Тезисы научн-практ. конф-ции посвященной 100-летию со дня рождения В.Н.Дахнова «Современные проблемы промысловой геофизики» - РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. – Москва. - 5-6 апреля 2005. – С.37-38. *(підбір і систематизація даних за геологічною будовою Кинського родовища, ГДС і фізико-хімічними властивостями пластового флюїду. Оброблення даних ВІКІЗ. – 50 %)*
 7. Серженьга О.В. Интегрирование программы “МФС ВІКІЗ” в систему “Геопоиск” с целью определения глубины межфлюидальных контактов газонефтяных месторождений (на примере месторождений Западной Сибири) // Мат-лы VI межд. научн. конф-ии «Мониторинг опасных геологических процессов и экологического состояния среды» - Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко. - 6-8.10. Киев. - 2005. –С.108-109.- *(Одноосібне авторство)*
 8. Серженьга О.В. Характер изменения околоскважинного пространства во времени по данным исследования методом ВІКІЗ //// Мат-лы межд. научн. конф-ии «Мониторинг опасных геологических процессов и экологического состояния среды» - Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко. - Киев. – 21-24.09. 2006. –С.173-175.- *(Одноосібне авторство)*

АНОТАЦІЯ

Серженьга О.В. Науково-методичні засади оцінки характеру насичення пластів і положення газонафтового контакту з використанням геоелектричної

моделі присвердловинної зони (на прикладі нафтогазоконденсатних родовищ Західно-Сибірської нафтогазоносною провінції). - 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, 2007.

У дисертації висвітлюються актуальні питання визначення положення газонафтового і водонафтового контактів на «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладах за результатами геофізичних досліджень у відкритому стовбурі свердловини. Такі поклади є об'єктами з дуже складними електричними властивостями присвердловинної зони і потребують підвищення інформативності комплексу методів ГДС.

Теоретично обґрунтовано і доведено фактичними дослідженнями в свердловинах переваги методу ВІКІЗ для визначення параметрів геоелектричної моделі порід-колекторів, які виповнюють теригенні відклади юрського комплексу ЗСНГП. Методологічні властивості методу зумовлюють достовірнішу оцінку геоелектричних параметрів зони проникнення і дають можливість виявити об'ємуючу зону. На базі геофізичної інформації під час дослідження розрізу свердловин та інформації по визначенню фізико-хімічних властивостей пластового флюїду, створено фізико-геологічну модель присвердловинної зони, яка характеризує залежність електричних параметрів присвердловинної зони від геологічних властивостей порід-колекторів з різним типом пластового флюїду. Свердловинні дослідження методом ВІКІЗ на Кинському і Харампурському нафтогазоконденсатних родовищах показують що зміна параметрів геоелектричного розрізу свердловини відбувається під час проходження свердловиною через ГНК і ВНК. Створена фізико-геологічна модель присвердловинної зони для «водоплавних» нафтогазоконденсатних покладів має можливість не тільки виділяти інтервал продуктивних колекторів, але і розділяти їх на нафтонасичені і газонасичені. Запропонована уніфікована схема використання порівняння газонасичених інтервалів, виділених за методом ВІКІЗ і способом ПНК, яка дає можливість визначити положення ГНК як на етапі оперативного висновку, так і на етапі побудови флюїдальної моделі покладу.

Ключові слова: «водоплавні» нафтогазоконденсатні поклади, юрський горизонт, присвердловинна зона, геоелектричні параметри, фізико-хімічні властивості пластового флюїду, газонафтовий контакт, водонафтовий контакт, фізико-геологічна модель присвердловинної зони.

АННОТАЦІЯ

Серженя О.В. Научно-методические основы оценки характера насыщения пластов и положения газонефтяного контакта с использованием геоэлектрической модели прискважинной зоны (на примере нефтегазоконденсатных месторождений Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции): - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой 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, 2007.

В диссертации освещаются актуальные вопросы определения положения газонефтяного и водонефтяного контактов на «водоплавающих» нефтегазоконденсатных залежах по результатам геофизических исследований в открытом стволе скважины. Такие залежи являются объектами с очень сложными электрическими свойствами прискважинной зоны и требуют повышения информативности комплекса методов ГИС.

Теоретически обосновано и доказано на практических исследованиях преимущество метода ВИКИЗ при определении параметров геоэлектрической модели пород-коллекторов, которые составляют терригенные отложения юрского комплекса ЗСНГП. Методологические свойства метода обеспечивают более однозначную оценку геоэлектрических параметров зоны проникновения и дают возможность выявлять окаймляющую зону. На базе геофизической информации по исследованиям разрезов скважин и информации по определению физико-химических свойств пластового флюида, создано физико-геологическую модель прискважинной зоны, которая характеризует зависимость электрических параметров прискважинной зоны от геологических свойств пород-коллекторов с разным типом пластового флюида. Доказано, что в течении первых 5-10 часов после раскрытия разреза по электрическим параметрам техногенных неоднородностей с высоким уровнем достоверности можно определить тип насыщающего пластового флюида. Скважинные исследования методом ВИКИЗ на Кынском и Харампурском нефтегазоконденсатных месторождениях показывают, что изменение параметров геоэлектрического разреза скважины происходит при прохождении скважиной через ГНК и ВНК.

Доказано, что геоэлектрические параметры (радиус и сопротивление зоны проникновения, параметры и наличие окаймляющей зоны) повышают достоверность оценки положения ВНК, определенного по граничным значениям сопротивления неизменной части пласта (ρ_n^{sp}) и коэффициента водонасыщенности (K_n^{sp}). Созданная физико-геологическая модель прискважинной зоны для «водоплавающих» нефтегазоконденсатных залежей дает возможность не только выделять интервал продуктивных коллекторов, но и разделять их на нефтенасыщенные и газонасыщенные. Принципиально новый способ разделения продуктивных коллекторов на нефтенасыщенные и газонасыщенные основывается на зависимости типа проникновения (ρ_m / ρ_n) и радиуса зоны проникновения (r_m) от вязкости и диффузии пластового флюида.

Предложено унифицированную схему использования соответствия газонасыщенных интервалов, выделенных по методу ВИКИЗ и методике ПНК, которая дает возможность определять положение ГНК как на этапе оперативного заключения, так и на этапе построения флюидалльной модели залежи.

Ключевые слова: «водоплавающие» нефтегазоконденсатные залежи, юрский горизонт, прискважинная зона, геоэлектрические параметры, физико-химические

свойства пластового флюида, газонефтяной контакт, водонефтяной контакт, физико-геологическая модель прискважинной зоны.

The summary

O.V. Serzhenga Scientific-method basis of layer fluid content and gas-oil contact position assessment with the use of well bore zone geo-electric model (the example of condensate fields of West-Siberian petroleum province): - Manuscript.

Master's Theses in geology, specialty: 04.00.22 – Geophysics. – Ivano-Frankovsk National Technical O&G University, Ivano-Frankovsk, 2006.

The Theses illustrates relevant issues of gas-oil and oil-water contacts position location in bottom water-drive oil-gas condensate reservoirs, belonging to laminated deposits of Jurassic bedrock in West-Siberian petroleum province. Such deposits are objects with very complicated electrical properties of the well bore zone, abruptly changing with the deposit's height. Investigation of deposits with multicomponent reservoir fluid composition requires implementation of new geophysical wells survey methods and increase of useful information volume, extractable from the carried out complex of geographical information system (GIS). As a result of the author's investigations, a number of scientific conclusions were drawn, which represent great practical importance in the field of geophysical survey of oil and gas wells and geological simulation for deposit fluidic structures with multicomponent composition of reservoir fluid. Advantages of the VIKIZ method for surveying lamellar terrigenous deposits of West-Siberian petroleum province of Jurassic horizon have been theoretically validated and proved in practice. Based on geophysical information and the information on formation fluid property investigations, main points and directions for a physical and geological model were formulated. The model characterizes relation between the penetration zone parameters and geological properties of reservoirs with different types of fluids. A method was developed which allows locating the OWC based on the parameters of the penetration zone and the low-resistivity zone. This can be important information for of specification standard oil-water surface interpretation results. A physical and geological model was created which allows discriminating oil-saturated reservoirs in the pay zone from gas-saturated ones and determines OWC position in bottom water-drive oil and gas condensate reservoirs of West-Siberian petroleum province. A unified scheme for gas-saturated formation comparison usage was suggested. The intervals were distinguished based on the VIKIZ method and PNK technique, which allowed determining GOC position at the operative conclusion stage, as well as at the stage of fluidic model deposit creation.

Key words: bottom water-drive oil and gas condensate reservoirs, Jurassic bedrock, well bore zone, geoelectrical parameters, physicochemical properties of formation fluid, gas-oil contact, oil-water contact, near-well zone physic-geological model.

НТБ
ЮНТУНГ



an690