

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ІНСТИТУТ НАФТИ ТА ГАЗУ

На правах рукопису

АДАМЕНКО ЯРОСЛАВ ОЛЕГОВИЧ

ГЕОЛОГО-ПРОМИСЛОВІ КРИТЕРІЇ ПІДВИЩЕННЯ ГАЗОВІДДАЧІ
ТА ГАЗОПРИЯЄМОСТІ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ З НИЗЬКИМИ
ПЛАСТОВИМИ ТИСКАМИ НА ПІДЗЕМНИХ ГАЗОСХОВИЩАХ ПРИКАРПАТТЯ

Спеціальність 04.00.17 Геологія, пошуки та розвідка
нафтових і газових родовищ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового степеню
кандидата геолого-мінералогічних наук

33, 98



00330716 (K)

Робота виконана на кафедрі геологічних і газових родовищ Івано-Франківського інституту нафти та газу

Наукові керівники

- доктор геолого-мінералогічних наук, професор, заслужений робітник Народної освіти України О.О. Орлов.
- кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент М.І. Чорний.

Офіційні опоненти

- доктор геолого-мінералогічних наук, Н.Н. Гуцька.
- кандидат геолого-мінералогічних наук, Л.М. Кузьмук.

Провідна організація - комплексна науково-дослідна лабораторія УкрНДІГаз.

Захист відбудеться "10" червня 1993 р. в 14³⁰ годин в конференц-залі на засіданні спеціалізованої ради К 068.42.01 Івано-Франківського інституту нафти та газу за адресою: 284018, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитись в науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського інституту нафти та газу.

Автореферат розіслано "8" травня 1993 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент

Падва Г.О.

ВСТУП

Актуальність проблеми. Одним з найбільших газоспоживаючих районів України є Прикарпаття, де здійснюється основна частина експортних поставок природного газу в країни Західної Європи та сконцентровані великі промислові центри Західної України. Тому, для підвищення надійності газопостачання при транспортуванні газу за кордон, а також для покриття місцевого дефіциту газоспоживання в напружені осінньо-весняний та зимовий періоди року, виникла необхідність створення на Прикарпатті мережі підземних сховищ газу (ПСГ) на базі виснажених газових родовищ.

Надійність роботи будь-якого ПСГ перш за все залежить від продуктивності та прийомистості експлуатаційно-нагнітальних свердловин, що пов'язано з великими об'ємами відбору та закачки газу в об'єкти підземного газосховища, в порівняно невеликі проміжки часу. Але, провідка свердловин по всьому розрізу здійснюється, як правило, на одній і тій же промивочній рідині, котра в більшості випадків не забезпечує якісного розкриття об'єктів підземного газосховища. В той же час, низькі пластові тиски та високі значення проникності продуктивних пластів сприяють кольтатації в присвердловинній зоні і поглинання промивальних рідин. В зв'язку з цим, часто реєструються випадки отримання негативних результатів при випробуванні об'єктів ПСГ.

Основні теоретичні положення в області методів раціонального розкриття і випробування продуктивних пластів, а також способів підвищення продуктивності свердловин викладені в роботах Ф.С.Абдуліна, А.Х.Мірзадханзаде, О.О.Орлова, В.І.Романюка, А.М.Снарського, М.І.Чорного, В.Н.Шелкачева, Р.С.Яремійчука та інш.

Слід відзначити, що більшість проведених досліджень та вироблених рекомендацій, в основному, стосуються нафтоносних пластів, в той час, коли проблема розкриття газоносних пластів, особливо в низьких пластових тисках та фізична суть явищ, що відбуваються в їхніх присвердловинних зонах, до кінця ще не розроблена.

І тому, дослідження в цьому напрямку викликають особливу зацікавленість і займають особливе місце в системі заходів, спрямованих на підвищення ефективності розробки газових родовищ і підземних сховищ газу.

Великим резервом в підвищенні продуктивності свердловин є

впровадження ефективних способів інтенсифікації притоків газу. Але специфіка процесів підземного газозберігання та складні геолого-промислові умови об'єктів ПСГ Прикарпаття обмежують можливості застосування всіх відомих методів інтенсифікації притоків газу и вимагають створення нових науково обґрунтованих, більш прогресивних технологічних рішень.

При проектуванні методів інтенсифікації притоків газу зростають вимоги до точності визначення основних геологічних і технологічних параметрів вказаного процесу. Тону вивчення геолого-промислових критеріїв підвищення газоприйомистості та газовіддачі пластів є актуальною задачею, особливо в умовах підземного зберігання газу.

Мета і завдання роботи. Основна мета роботи - комплексне вивчення геологічних і промислових факторів, які впливають на газоприйомистість і газовіддачу продуктивних горизонтів в умовах низьких пластових тисків. Вона досягалась вирішенням слідуючих задач:

- в'яснення основних природних факторів, що безпосередньо впливають на приток газу в пласта в свердловину;

- встановлення ареалів розсіювання карбонатної речовини в цементі порід-колекторів і фізико-геологічної суті процесу карбонатутворення;

- проведення літолого-статистичного аналізу продуктивних відкладів північно-західної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину;

- встановлення та аналіз основних техногенних факторів, що впливають на газоприйомистість і газовіддачу продуктивних пластів в низьких пластових тисках;

- розробка нових прогресивних технологічних рішень в області кислотних обробок присвердловинних зон газонесних пластів;

- створення математичної моделі прогнозування та оптимізації ефективності проведення кислотних обробок в умовах підземного зберігання газу на Прикарпатті.

Об'єктами досліджень були Угерське, Більче-Волицьке, Дашавське і Опарське підземні сховища газу, а також розташовані поруч газові родовища північно-західної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину.

Методи досягнення поставленої мети. Проведена детальна інтерпретація літолого-петрографічних і фільтраційно-вмісних

властивостей колекторів по 22 газоносних площах північно-західної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину; виконано аналіз геолого-промислових матеріалів буріння, освоєння та експлуатації свердловин; проведені лабораторні, експериментальні та стендові дослідження створення високочастотного ультразвукового поля та його використання при солянокислотних обробках присвердловинних зон пластів; виконано математичний аналіз і оцінка впливу різноманітних природних і технологічних факторів на газовіддачу пластів.

Наукова новизна. Отримані в ході дослідження результати дають можливість науково обгрунтовано проводити комплексну оцінку геолого-промислових факторів, які впливають на газоприймальність та газовіддачу об'єктів підземних сховищ газу на Прикарпатті, що виявляється в слідуючому:

- розглянуті геологічні та промислові критерії дозволяють підвищити ефективність розкриття, освоєння та експлуатації об'єктів підземного зберігання газу на Прикарпатті в неогенових і крейдових відкладах;

- вперше для даного регіону складені схематичні карти ореолів розсіювання карбонатної речовини в цементі гірських порід сарматського та верхньокрейдового віків і запропонована модель їх формування та розподілу в породах-колекторах;

- на основі запропонованої літолого-статистичної моделі продуктивних відкладів внесені доповнення в сучасні уявлення про фільтраційно-емісійне поле північно-західної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину;

- запропоновано використовувати високочастотне (ультразвукове) поле при проведенні кислотних обробок свердловин і розроблені технологічні прийоми проведення азото-спирто-солянокислотних і азото-емульсійно-солянокислотних обробок присвердловинних зон продуктивних пластів з використанням ультразвукового генератора;

- вперше для об'єктів підземного зберігання газу Прикарпаття створена математична модель прогнозування та оптимізації ефективності проведення різних видів кислотних обробок.

Практична цінність роботи. Виконані дослідження є завершеною математично обгрунтованою геолого-промисловою моделлю ефективності проведення інтенсифікації притоків газу з пластів-колекторів з низькими пластовими тисками.

Реалізація результатів у виробництві. Теоретичні положення і практичні висновки, які розроблені в дисертаційній роботі, успішно реалізуються в Управлінні магістральних газопроводів "Львівтрансгаз" та "Харківтрансгаз".

Апробація роботи. Результати виконаних досліджень доповідались і обговорювались на Всесоюзній нараді "Получение и применение реагентов для процессов добычи нефти и газа на базе нефтехимического сырья" (м.Уфа, червень 1987 р.), на крайовій науково-технічній конференції молодих вчених і спеціалістів "Повышение эффективности строительства скважин, поисков, разведки и разработки нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений в сложных горно-геологических условиях" (м.Ставрополь, червень 1987 р.), на науково-технічній нараді "Эффективность проведения ремонтных работ и интенсификация добычи газа на газовых месторождениях и подземных хранилищах газа в ПО "Львовтрансгаз" (м.Львів, жовтень 1987 р.), на ніжгалузькій науково-технічній конференції "Проблемы разработки газоконденсатных и нефтяных месторождений и интенсификация добычи углеводородного сырья" (м.Астрахань, березень 1988 р.), на другій Всесоюзній науково-технічній конференції "Вскрытие нефтегазовых пластов и освоение скважин" (м.Івано-Франківськ, жовтень 1988 р.), на конференції молодих вчених і спеціалістів Івано-Франківського інституту нафти та газу (м.Івано-Франківськ, квітень 1989 р.), на семінарах кафедри геології та розвідки нафтових та газових родовищ і кафедри теоретичних основ геології ІФІНГ (м.Івано-Франківськ, 1986-1993 рр.).

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи викладені в 8 опублікованих роботах і одному позитивному рішенні на винахід.

Об'єм і структура роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків та рекомендацій і містить 143 сторінки машинописного тексту, 38 малюнків, 23 таблиці. Список використаної літератури включає 84 найменування.

Дисертаційна робота виконана автором в період навчання в аспірантурі і роботи в науково-дослідному секторі Івано-Франківського інституту нафти та газу під керівництвом доктора геолого-мінералогічних наук, професора О.О.Орлова та кандидата геолого-мінералогічних наук, доцента М.І.Чорного, який

автор висловлює свою глибоку вдячність за постійну увагу та поради. Автор вдячний кандидату геолого-мінералогічних наук, доценту В.І.Романику, який надав велику допомогу при виконанні дисертаційної роботи, а також іншим колегам по роботі.

З М І С Т Р О Б О Т И

У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета та задачі досліджень, відмічені ел.менти новизни, які містяться в дисертаційній роботі, показано наукове та практичне значення роботи.

В першому розділі приведена коротка геологічна характеристика об'єктів підземних скопищ газу на Прикарпатті.

В кінці 70-х - середині 80-х років нашого століття в зв'язку з розширенням експортних поставок природного газу та покриттям місцевого дефіциту газозитку на базі виснажених газових покладів Опарського, Більче-Волицького, Угерського і Дашавського родовищ були створені підземні скопища природного газу.

В тектонічному відношенні досліджуваний район відноситься до північно-західної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину, а саме до Кохано-Рудковського та Угерсько-Богородчанського тектонічних елементів. З першим пов'язане одне з досліджуваних підземних газоскопищ - Опарське. Опарське ПСГ тектонічно відноситься до Свідницько-Опарської антиклінальної лінії, яка простягається паралельно Судово-Вишнянському розлому. Структура Опарського ПСГ являє собою брахіантикліналь з більш крутим південно-західним крилом, укладеним двома підняттями північно-західного простягання. Склепіння структур в плані вгору по розрізу незначно зміщені в південно-західному напрямку.

До Угерсько-Богородчанського елемента відносяться Більче-Волицьке, Дашавське та Угерське підземні газоскопища. В верхньому - низьосарнатському структурно-тектонічному поверсі, до якого відносяться об'єкти дослідження, всі наявні структурні підняття являють собою спокійні антиклінальні складки, для яких характерне співпадання структурних планів по окремих піщано-глинистих комплексах низьосарнатських відкладів.

Угерський поклад в відкладах верхньої крейди і низього сарнату, з якими пов'язані об'єкти ПСГ, відноситься до горстоподібного ерозійно-тектонічного підняття, ускладненого

повздошніми та поперечними порушеннями.

Більче-Волицький поклад відокремлений від Угерського вузьким грабенподібним прогином. Порівняно з Угерською структурою, Більче-Волицьке брахіантиклінальне підняття більш полого та розбите паралельними і діагональними порушеннями на блоки.

Структура Дававського південного газосховища по нижньоміоценовин відкладам являє собою підняття північно-західного простягання, розчленоване скидовими порушеннями на блоки.

Об'єкти південних газосховищ на Більче-Волицькій та Угерській площах відносяться до верхньокрейдових та нижньосарнатських відкладів. Верхньокрейдові відклади представлені переважованим комплексом осадків, складених пісковикани, алевролітани, сильно піщанистими вапняками, вапняковистими аргілітани та мергелями.

Проведені петрографічні дослідження колекторів показали, що уланковий матеріал верхньокрейдових порід в основному представлений кварцом (50-80%), кварцитом (2-3%), мусковітом і біотитом (2-3%), ортоклазом і мікрокліном (до 2%). Порівняння форми та сортування уланкового матеріалу в породах показує, що в основному переважають напівокатани та напівкутасті уланки в середнім їх відсортуванні, що характерно для відносно нілководних утворень. Точкові та лінійні контакти зерен найбільш розповсюджені в верхньокрейдових колекторах. З ними сумішний цемент плівкової або переважно-плівкової структури, при виконенні окрених пор дрібнозернистим кальцитом. В багатьох піщано-алівритових породах в порах спостерігається інфільтраційний кальцит.

Об'єктами південного газосховища в нижньосарнатських відкладах на Опарській площі були вибрані три піщано-глинисті комплекси - IV, V, VI газоносні горизонти, на Угерській площі - XIV, XVa, XVb, XV газоносні горизонти, на Більче-Волицькій площі - XIV і XV газоносні горизонти та на Дававській площі - IX і VIII газоносні горизонти.

Проведені літолого-петрографічні дослідження нижньосарнатських відкладів показують, що вони представлені олігонітковими пісковикани, яким властива насивна або неупорядкована, спорадично паралельношарова текстури. Ввігнуто-випуклі контакти зерен розповсюджені в місцях появи

кварцевого регенераційного цементу. Точкові контакти розповсюджені в алевролітах, де присутній глинистий, глауконітовий, карбонатний або базальний тип цементациі. В цементі порід глиниста речовина часто переважає над карбонатною, причому перша в основному представлена мінералами з групи монтморілоніта.

Пластові води пов'язані з об'єктами підземних газосховищ на Прикарпатті частіше всього хлор-кальцієвого, рідше гідрокарбонатно-натрієвого тип., їх мінералізація сягає 10-80 г/л при низькому вмісті іонів кальцію та магнію.

В пластових водах ПСГ міститься значна кількість розчиненого газу. В складі газів переважає метан (більше 80%). Кількість тяжких вуглеводнів не перевищує 1%.

Початкові пластові тиски в об'єктах-покладах ПСГ були в основному близькими до гідростатичних (6.1-10.3 МПа). В період експлуатації об'єктів ПСГ пластовий тиск знижувався в середньому на 3.7-3.9 МПа.

Геотермічний градієнт в районі розташування ПСГ складає 3-5°C. Пластові температури об'єктів ПСГ не високі та складають 25-35°C.

У другому розділі розглянуто геологічні фактори, направлені на підвищення продуктивності свердловин.

Визначальною групою факторів серед всіх геологічних характеристик для рішення поставленої задачі є фільтраційно-емісійні властивості гірських порід - пористість і проникність, а також наявність в цементі порід-колекторів карбонатних аутигенних мінералів.

Фільтраційні та емісійні властивості відкладів, що розглядаються, змінюються в досить широких межах. Проведені мікроскопічні дослідження шліфів з нижньосарматських і верхньокрейдових колекторів дали змогу віднести їх до II-V класів за класифікацією А. А. Хайна.

Міхрранулярна пористість верхньокрейдових пісковиків висока і сягає в районах Угерсько та Більче-Волиці 20-24%. Пісковики сильно карбонатизовані і нерідко переходять в піщані вапняки. Порівняння форми пор свідчить, що в більшості вивчених пісковиків і алевролітів переважають 4-променеві пори з локальними перехинаними, які погіршують їх фільтраційні властивості. Велике практичне значення мають дугоподібні пори, які локалізовані в межах зерен, між зернами та цементом, в середині аутигенних

мінералів, які складають цемент піщано-алевритових утворень. Такі пори виникають в результаті відварувань, мікрорухів часток в породі, всихання колоїдів та зменшення об'єму при кристалізації сусідніх мінералів.

Розріз нижньосарматських відкладів (дававська свита) представлений типовою моласовою формацією. Поровий простір нижньосарматських пісковиків представлено в основному мізерновими, седиментаційними порами, незначна частина яких є ефективними. Седиментаційні пори частіше всього неправильної форми, розміром 0.04-0.25 мк. Сполучні капілярні канали (завширшки 10-20 нм) і самі пори щільно заліковані цементуючим матеріалом. Ефективні пори, що утворилися, ймовірно, внаслідок вилузування цементу, мають неправильну, лапчасту, інколи витягнуту форму. Ефективний об'єм порового простору по шліфах не перевищує 5-7%. Емкісні та фільтраційні параметри колекторів дававської свити коливаються в широких межах. Мізернова пористість коливається від 2 до 30% і характеризує порові колектори низької, середньої та високої емкості. Мізернова проникність змінюється від $0.1 \times 10^{-15} \text{ м}^2$ до $1500 \times 10^{-15} \text{ м}^2$. Звичайно в породах є відносно високою пористістю і проникністю міститься від 12 до 30% глинисто-карбонатного цементу.

Всі вищепераховані властивості верхньокрейдових і нижньосарматських відкладів можна назвати основоположними геологічними факторами, які впливають на продуктивність свердловин.

Проведений статистичний аналіз імовірного розподілу основних петрофізичних властивостей колекторів об'єктів підземних газосховищ, а також прилягаючих газоносних площ, вказав на логнормальний та полімодальний розподіли величин пористості, проникності та карбонатності. Побудовані кореляційно-регресійні залежності виявили зворотній зв'язок між пористістю та карбонатністю, між проникністю та карбонатністю.

На основі проведених досліджень були внесені деякі зміни та доповнення в сучасні уявлення про площинне розподілення фільтраційного та емкісного полів нижньосарматських і верхньокрейдових відкладів. Побудовані карти відкритої пористості та загальної проникності вказали, що диференціація фільтраційно-емкісних параметрів пов'язана з такими факторами:

- збільшення загальної піщаності в бік Самбірського та

Бориславсько-Покутського покровіві

- зменшення піщаності від крил до склепіння
нижньоміоценових структурі

- літологічні та палеогеографічні особливості седиментації.

Вперше в роботі розглядається питання утворення та розсіювання карбонатних аутигенних мінералів в цементі колекторів Більче-Волицької зони.

Відомо, що карбонатні мінерали є легкорозчинними сполуками, що сприяє покращенню фільтрації пластового флюїду. Тому вивчення питань утворення, накопичення та розповсюдження карбонатних мінералів в продуктивних товщах дає можливість в значній мірі підвищити ефективність геолого-промислових робіт на нафту та газ.

Серед карбонатних утворень в улакових породах виділено два різновиди. Перший відноситься до контактів піскових та глинистих пластів і пов'язаний з пізньодіагенетичним віджимом порових розчинів глини у пісковики. Другий різновид карбонатних утворень в досліджуваному районі пов'язаний з масивними, відносно круглозернистими пісковикани, утворення цементів яких пов'язується з найбільш проникними ділянками пластів-колекторів. Серед типоморфних утворень виділені: кальцит пелітоморфний (седиментаційний), тонкодисперсний яснокристалічний (діагенетичний), промивний та сферолітовий (раньоепігенетичний), пойкилітовий та тріщинний (більш давній). Це вказує на те, що карбонати пов'язані з різними частинами пластів, які контактують з слабопроникними породами. Основна роль в утворенні карбонатів відводиться ефекту фільтрації пластових флюїдів в більш проникні ділянки пластів. Досягаючи меж з пісковими породами, пластові води можуть опинитися в умовах перенасичення до карбонатів, що викликає їх випадання в осад на межі пісковик-глина. Пізніше такий кальцит може бути розчиненим в пластових водах або навпаки бути екраном для іонів кальцію.

В умовах поступового занурення порід, карбонатний матеріал, який знаходиться в порових водах, довгий час зберігається в розчиненому стані до моменту тектонічного підняття району. Зниження парціального тиску вуглекислоти викликає осадження карбонатів, тому багато тріщин в осадових породах досліджуваного району заліковані кальцитом.

З врахуванням даних про значне вертикальне зміщення скупчень

нафти та газу відносно зон їх генерації, при вертикальній міграції елюїдів різко змінюються термоваричні показники та змінюються гідрохімічні умови. В результаті чого у геохімічних бар'єрах (на межах з первинними пластиними елюїдами) осаджуються різноманітні аутигенні компоненти, в тому числі і карбонати. Джерелом речовини та енергії є більш глибокі шари літосфери, зокрема стратисфери. Первинна глибинна міграція має форму струменів, і елюїди під високим тиском ін'єциуються в піщані пласти.

Виходячи із запропонованої моделі формування карбонатних мінералів і літологічних особливостей досліджуваного району, можна вважати, що максимальні концентрації аутигенних утворень повинні розташовуватись концентрично. А побудовані вперше для північно-західної частини Більче-Волицької зони Передкарпатського прогину схематичні карти ореолів розсіювання карбонатної речовини в продуктивних відкладах підтвердили вищеповисаний факт.

Складені схематичні карти, а також літолого-статистична модель колекторських властивостей в Угерському геозонному районі дають можливість використовувати їх для прогнозування ефективності міроприємств по підвищенню продуктивності свердловин, зокрема при солянокислотних обробках присвердловинних зон пластів.

В третьому розділі дано аналіз стану робіт по розкриттю та освоєнню об'єктів підземних сховищ газу. Розглядається вплив дисперсної фази та фільтрату промивного та цементуючого розчинів на фільтраційні та емкісні властивості порід-колекторів, в залежності від депресії на пласт, петрофізичних властивостей породи і часу контактування розчинів з продуктивними пластами.

Встановлено, що в більшості випадків розкриття продуктивних горизонтів здійснюється без належного врахування геолого-пронислової характеристики порід-колекторів і фізико-хімічних властивостей елюїдів, які їх насичують. Це приводить до вагомого зниження емкісних та фільтраційних властивостей об'єктів ПСГ в привабійній зоні та спотворенні оцінки їх продуктивності при випробуванні, внаслідок утворення гідратних шарів, набукання глинистого цементу колекторів, утворення нерозчинних осадів, стійких емульсій і т.п.

Особливу увагу приділено гідратації глинистих мінералів колектору та впливу на це явище властивостей промивних рідин.

Встановлено, що бурові розчини на основі КМЦ і ВАР найбільше сприяють набухання глинистої речовини, як нижньосарнатських, так і верхньокрейдових відкладів. Рекомендовано проводити розкриття об'єктів ПСГ Прикарпаття безглинистими розчинами на основі хлористого кальцію та пластової води.

Проведений аналіз технологічних факторів розкриття та опробування об'єктів ПСГ показав, що найбільша продуктивність свердловин очікується при встановленні готового фільтру в експлуатаційну колону діаметром 219 мм. Ефективність розкриття об'єктів ПСГ також буде високою при використанні перфораторів типу ПК-105 і ПК-103 в 219 мм експлуатаційній колоні.

Кислотні обробки присвердловинних зон об'єктів підземного газосховища, які проводилися раніше, виявились малоефективними та нерідко приводили до отримання негативних результатів. В зв'язку з цим виникла потреба в розробці науково обгрунтованих методів інтенсифікації притоків газу.

В четвертону розділі обгрунтовується необхідність регулювання фільтраційних властивостей присвердловинної зони пласта, викладені результати експериментальних і стендових досліджень по створенню акустичного поля високої частоти та його використання для ініціювання солянокислотних обробок, а також приводяться розроблені технології обробок присвердловинних зон пластів.

Основний механізм ураження пласта в присвердловинній області - блокування частини внутрішньопорового простору твердими частинками або технологічними флюїдами. Для регулювання фільтраційних властивостей в присвердловинній зоні пласта застосовується різноманітні методи інтенсифікації притоків пластових флюїдів. Одним з самих популярних і ефективних засобів є солянокислотні обробки. Автором проводиться детальний аналіз композиційних складників кислотних розчинів, які застосовувались раніше для підвищення продуктивності свердловин на підземних газосховищах Прикарпаття. Робиться висновок, що солянокислотні обробки будуть ефективними, якщо уповільнювачем реакції кислоти є породою та знижувачем набухання глинистої речовини гірських порід в кислотному розчині буде використовуватись хлористий кальцій, як стабілізатор кислотного розчину - оцтова кислота, як ініціатор корозії наземного та підземного обладнання - ХОСП-10 або катапін-А, катанін-А, формалін, як понижувач міхазного натягу -

метиловий спирт. Крім здатності знижувати міфазний натяг, метиловий спирт має високу пружність парів, яка надає йому підвищену летючість і не адсорбується на породах, що сприяє випаровуванню і видаленню рідкої фази з пор пласта.

Пронисловий досвід показав, що використання метанольного буферу та буферу зі стиснутого газоподібного азоту, що закачуються в пласт перед робочим кислотним розчином, не тільки збільшують ефективність кислотних обробок, але і зменшують час освоєння свердловин, а також попереджають вторинне закупорювання порового простору продуктами реакції.

Дослідження автора показали, що кислотний розчин не завжди може проникнути в мікропори та мікротріщини в слабопроникному колекторі, тому виникла необхідність створення тонкодисперсної гетерогенної системи кислотного розчину. Було встановлено, що виникнення такої системи можливо в акустичному полі високих частот. З цією метою автором було запропоновано використання ультразвукового генератора гідродинамічного типу, в якому енергія потоку рідини що подається, збуджує акустичні коливання. В розділі описується фізична суть даного явища. Приведені запропоновані автором емпіричні формули працездатності ультразвукового генератора, основою в яких є розрахунок довжини кавітаційної хвилі.

В процесі проведення експериментальних досліджень автором встановлено, що під впливом ультразвуку в насиченій азотом і воднем воді відбувається синтез аміаку. Крім цього, була проведена серія експериментів по створенню стійких водо-нафтових емульсій в ультразвуковому полі. Розмір глобул таких емульсій не перевищував 0.1-0.9 мкм, а стійкість створених емульсій коливалась від 18 годин до 180 діб і більше. Було зроблено висновок про ефективність застосування ультразвуку при ініціюванні солянокислотних обробок.

Запропоновано два нових способи кислотних обробок - азото-спирто-солянокислотна обробка в поєднанні з ультразвуком (АССКО з УЗГ) та азото-емульсійно-кислотна обробка в поєднанні з ультразвуком (АЕКО з УЗГ). Областтю застосування АССКО з УЗГ є сильнозакупорені присвердловинні зони газонесних пластів, колектори яких представлені пісковиками з глинисто-карбонатним цементом. Технологія даного виду кислотної обробки передбачає можливість її використання на газових та газоконденсатних

родовищам, а також на підземних сховищах газу з низькими пластовими тисками. Метою АЕКО в УЗГ є газочинення нафляних фракцій та конденсату в привабільній зоні свердловини та підвищення проникності приствольної частини свердловини та пласта-колектора з виносом продуктів реакції на поверхню. АЕКО в УЗГ може використовуватись на нафтових, газових і газоконденсатних родовищах з низькими пластовими тисками.

В п'ятому розділі аналізується геолого-технічна ефективність кислотних обробок, проведених на об'єктах підземних газосховищ Прикарпаття.

Автор дає аналіз кислотних обробок присвердловинних зон пластів на свердловинах ПСГ, що проводились раніше, починаючи з 1978 року. Робиться висновок, що найбільші прирости дебітів газу після проведення обробок, отримуються при АССКО в УЗГ (в середньому 320%), а тривалість дії ефекту від обробки сягає трьох років.

У розділі приводяться складені автором карти-схеми приростів дебітів газу підземних газосховищ, які в поєднанні з схематичними картами карбонатності ПСГ дозволяють вибрати свердловини для проведення кислотних обробок, а також оцінити ефективність запропонованих заходів.

Крім цього, автором застосовувались методи математичної статистики, теорії інформації та розпізнавання образів на основі принципу адаптації та навчання з застосуванням апарату обчислювальної техніки для оцінки ефективності проведення розроблених способів кислотних обробок. При цьому вирішувались задачі вибору найбільш вагомих факторів, які можливо впливають на приріст дебітів свердловин після проведення солянокислотних обробок по відібраних факторах. Складений автором пакет програм для проведення асоціативно-інформативного та множинного кореляційно-регресивного аналізу, дає можливість створити математичну модель ефективності проведення солянокислотних обробок на об'єктах підземних сховищ газу Прикарпаття.

ЗАКЛЮЧЕННЯ

Основні положення та висновки, що захищаються:

1. До основних геологічних факторів, що впливають на газопроницність та газовіддачу об'єктів підземного газосховища

відносяться літолого-петрографічні та фільтраційно-енкісні властивості порід-колекторів, прогнозування яких можливе по запропонованих математичних моделях і схематичних картах.

2. Процес карбонатації порід-колекторів, який є одним з основних факторів успіху техногенного підвищення продуктивності свердловин, пов'язується з ін'єкційно-дифузійними процесами міграції пластових флюїдів і ефектом фільтрації порових розчинів. Максимальне зосередження карбонатної речовини в центрі колекторів відзначається на мечах літологічних заміщень і в плані мають кільцеподібно-еліптичну форму. Вперше, для північно-західної частини Більче-Волицької зони складені схематичні карти карбонатності колекторів верхньокрейдового та нижньосарматського віків.

3. Основні промислові фактори підвищення продуктивності об'єктів підземного газосховища пов'язані з впливом дисперсної фази та фільтрату промивних і цементуючих розчинів на фільтраційно-енкісні властивості порід-колекторів, в залежності від депресії на пласт.

4. Поєднання височастотного акустичного поля та спирто-солянокислотного розчину дозволяє в значній мірі підвищити приток газу з пласта в свердловину, особливо в умовах низьких пластових тисків.

5. Розроблена математична модель, яка самоорганізовується, сільно з картами-схеми приростів десітів газу дозволяють проводити прогноз і оцінку ефективності інтенсифікації притоків газу.

Основні положення дисертації були викладені в наступних опублікованих роботах:

1. Адаменко Я.О., Романюк В.И., Чорный М.И. Метод выбора объектов для интенсификации притоков газа на скважинах ПХГ Предкарпатья // Проблемы разраб. нефт. и газ. местор. и интенсификация добычи углеводородного сырья : Тез. докл. обл. науч.-техн. конф., 22-26 марта 1988, Астрахань. - Астрахань, 1989. - С.41.
2. Адаменко Я.О., Романюк В.И., Чорный М.И. Эффективность проведения кислотных обработок призабойных зон скважин на газовых промыслах Предкарпатья. М., 1990. - С.6-10 - (Инф. сб. / ВНИОЗНГ., Сер. газ. пром-сть; Вып. 2).
3. Заявка на изобретение N 4241141/24-28. МКИ ВО6В 1/20. Вихревой генератор /Романюк В.И., Чорный М.И., Адаменко Я.О. - (Положительное решение от 26.02.1988). ДСП.

4. Новая технология обработки призабойных зон / Романюк В.И., Адаменко Я.О., Чорный М.И., Евдошук И.И. // Газ. пром-сть. - 1989. - №. - С.24-25.
5. Романюк В.И., Адаменко Я.О., Чорный М.И. Применение буферных агентов при КО призабойных зон скважин // Нефть и газ. пром-сть. - 1989. - №1. - С.42.
6. Романюк В.И., Адаменко Я.О., Чорный М.И. Применение эмульсионных растворов для повышения производительности скважин на подземных хранилищах газа // Получение и применение реагентов для процессов добычи нефти и газа на базе нефтехимического сырья : Тез. докл. Всесоюз. совещ., Уфа, 9-11 июня 1987. - Уфа, 1987. - С.25.
7. Романюк В.И., Адаменко Я.О., Чорный М.И. Состояние прискважинных зон газоносных пластов после выхода скважин из бурения // Вскрытие нефтегазовых пластов и освоение скважин : Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф., 20-22 сент. 1988, Ивано-Франковск. - М., 1988. - С.311-313.
8. Романюк В.И., Адаменко Я.О., Чорный М.И. Технология азото-спирто-солянокислотной обработки скважин. - К.: Реклама, 1989. - 2с.
9. Романюк В.И., Адаменко Я.О., Чорный М.И. Технология азото-эмульсионно-кислотной обработки скважин. - К.: Реклама, 1989. - 2с.

А.И. Романюк

001 деп 128 деп

Учен. зап. кн.-б. Уф. гос. ун-та. Сер. Физ.-матем. науки. 1989. № 1. С. 15.

1. *[Faint, illegible text]*
 2. *[Faint, illegible text]*
 3. *[Faint, illegible text]*
 4. *[Faint, illegible text]*
 5. *[Faint, illegible text]*
 6. *[Faint, illegible text]*
 7. *[Faint, illegible text]*
 8. *[Faint, illegible text]*
 9. *[Faint, illegible text]*
 10. *[Faint, illegible text]*
 11. *[Faint, illegible text]*
 12. *[Faint, illegible text]*
 13. *[Faint, illegible text]*
 14. *[Faint, illegible text]*
 15. *[Faint, illegible text]*
 16. *[Faint, illegible text]*
 17. *[Faint, illegible text]*
 18. *[Faint, illegible text]*
 19. *[Faint, illegible text]*
 20. *[Faint, illegible text]*
 21. *[Faint, illegible text]*
 22. *[Faint, illegible text]*
 23. *[Faint, illegible text]*
 24. *[Faint, illegible text]*
 25. *[Faint, illegible text]*
 26. *[Faint, illegible text]*
 27. *[Faint, illegible text]*
 28. *[Faint, illegible text]*
 29. *[Faint, illegible text]*
 30. *[Faint, illegible text]*
 31. *[Faint, illegible text]*
 32. *[Faint, illegible text]*
 33. *[Faint, illegible text]*
 34. *[Faint, illegible text]*
 35. *[Faint, illegible text]*
 36. *[Faint, illegible text]*
 37. *[Faint, illegible text]*
 38. *[Faint, illegible text]*
 39. *[Faint, illegible text]*
 40. *[Faint, illegible text]*
 41. *[Faint, illegible text]*
 42. *[Faint, illegible text]*
 43. *[Faint, illegible text]*
 44. *[Faint, illegible text]*
 45. *[Faint, illegible text]*
 46. *[Faint, illegible text]*
 47. *[Faint, illegible text]*
 48. *[Faint, illegible text]*
 49. *[Faint, illegible text]*
 50. *[Faint, illegible text]*
 51. *[Faint, illegible text]*
 52. *[Faint, illegible text]*
 53. *[Faint, illegible text]*
 54. *[Faint, illegible text]*
 55. *[Faint, illegible text]*
 56. *[Faint, illegible text]*
 57. *[Faint, illegible text]*
 58. *[Faint, illegible text]*
 59. *[Faint, illegible text]*
 60. *[Faint, illegible text]*
 61. *[Faint, illegible text]*
 62. *[Faint, illegible text]*
 63. *[Faint, illegible text]*
 64. *[Faint, illegible text]*
 65. *[Faint, illegible text]*
 66. *[Faint, illegible text]*
 67. *[Faint, illegible text]*
 68. *[Faint, illegible text]*
 69. *[Faint, illegible text]*
 70. *[Faint, illegible text]*
 71. *[Faint, illegible text]*
 72. *[Faint, illegible text]*
 73. *[Faint, illegible text]*
 74. *[Faint, illegible text]*
 75. *[Faint, illegible text]*
 76. *[Faint, illegible text]*
 77. *[Faint, illegible text]*
 78. *[Faint, illegible text]*
 79. *[Faint, illegible text]*
 80. *[Faint, illegible text]*
 81. *[Faint, illegible text]*
 82. *[Faint, illegible text]*
 83. *[Faint, illegible text]*
 84. *[Faint, illegible text]*
 85. *[Faint, illegible text]*
 86. *[Faint, illegible text]*
 87. *[Faint, illegible text]*
 88. *[Faint, illegible text]*
 89. *[Faint, illegible text]*
 90. *[Faint, illegible text]*
 91. *[Faint, illegible text]*
 92. *[Faint, illegible text]*
 93. *[Faint, illegible text]*
 94. *[Faint, illegible text]*
 95. *[Faint, illegible text]*
 96. *[Faint, illegible text]*
 97. *[Faint, illegible text]*
 98. *[Faint, illegible text]*
 99. *[Faint, illegible text]*
 100. *[Faint, illegible text]*



Зам. 261 тир. 100
 Підписано до друку 03.05.93р. формат паперу 60x84 1/16, об'єм - 1,1 д. арк.
 Відділ оперативної поліграфії ОУС, м. Івано-Франківськ, вул. Пам'яті, 6.

ІНБ ім. В. Стефаника
 ІН Укр.



AB 27.371

AB 27.371