

Виробничий досвід

УДК 550.832

ОСНОВНІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАВОДНЕННЯ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ ЯК ОДНОГО З ПЕРСПЕКТИВНИХ ШЛЯХІВ ЇХ РОЗРОБКИ

Р.І. Нагорняк¹, Я.М. Коваль²

¹НДПІ ПАТ “Укрнафта”; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Північний Бульвар, 2, тел. (03422) 46011, e-mail: RNahorniak@ndpi.ukrnafta.com

²ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727123, e-mail: geophys@nung.edu.ua

Розробка родовищ шляхом заводнення є актуальним рішенням для більшості родовищ, що знаходяться на пізній стадії розробки, тому важливим питанням є вивчення шляхів обводнення, простеження руху флюїду в пласті та закономірності розповсюдження колекторів в межах родовища. Авторами роботи проведено аналіз чинників, від яких залежить ефективність заводнення, а саме: якість води, яку нагнітають в продуктивну товщу, ефективність методів дослідження інтервалів поглинання в зоні фільтра нагнітальної свердловини, ефективність дослідження шляхів розповсюдження реагента від нагнітальної свердловини до ряду видобувних свердловин та ін.

У статті проведено порівняльний аналіз існуючих фізико-хімічних вимог щодо норм води, яку нагнітають у пласт з метою підтримання пластового тиску з реальними показниками, отриманими в промислових умовах та запропоновано шляхи оптимізації і вирішення проблеми покращення якості реагента для закачування в нагнітальні та поглинальні свердловини.

Для дослідження інтервалів поступлення реагента в зоні фільтра нагнітальної свердловини запропоновано застосовувати комплексні методи геофізичних досліджень свердловин. Для визначення інтервалів прошарків, які приймають індикаторну рідину і збільшують достовірність контролю міжсвердловинної проникності при проходженні реагента, який нагнітають у пласт рекомендується використовувати динамічні характеристики теплового поля. Здійснювати порівняльний аналіз фільтраційної моделі продуктивної товщі з даними інтерпретації індикаторних досліджень, які проводились з метою вивчення неоднорідності порід та підвищення достовірності прийнятих рішень з метою застосування методів підвищення нафто-віддачі та робіт з інтенсифікації видобутку.

Ключові слова: свердловина, вода, дослідження, термометрія, індикаторні дослідження, заводнення, геофізичні дослідження свердловин, проникність.

Разработка месторождений путем заводнения является актуальным решением для большинства месторождений, находящихся на поздней стадии разработки, поэтому важным вопросом является изучение путей обводнения, проследить движения флюида в пласте и закономерности распространения коллекторов в пределах месторождения. Авторами работы проведен анализ факторов, от которых зависит эффективность заводнения, а именно: качество воды которую нагнетают в продуктивную толщу, эффективность методов исследования интервалов поглощения в зоне фильтра нагнетательной скважины, эффективность исследования путей распространения реагента от нагнетательной скважины к ряду добывающих скважин и др.

В статье проведен сравнительный анализ существующих физико-химических требований норм воды, которую нагнетают в пласт с целью поддержания пластового давления с реальными показателями, полученных в промышленных условиях и предложены некоторые пути оптимизации та решения проблемы улучшения качества реагента для закачки в нагнетательные и поглощающие скважины.

Для исследования интервалов поступления реагента в зоне фильтра нагнетательной скважины предложено применять комплексные методы геофизических исследований скважин. Для определения интервалов слоев, которые принимают индикаторную жидкость и увеличивают достоверность контроля межскважинной проницаемости при прохождении реагента, который нагнетают в полосты рекомендуется использовать динамические характеристики теплового поля. Осуществляют сравнительный анализ

фльтрационной модели продуктивной толщи с данными интерпретации индикаторных исследований, которые проводились с целью изучения неоднородности пород и повышения достоверности принятых решений с целью применения методов повышения нефтеотдачи и работ по интенсификации добычи.

Ключевые слова: скважина, вода, исследования, термометрия, индикаторные исследования, заводнения, геофизические исследования скважин, проницаемость.

The development of deposits by flooding is a current solution for most of the mature production fields. That is why the study of the ways of flooding, tracing of fluid motion in the reservoir and principles of reservoir distribution within the field is very important.

The analysis of the factors on which the flood efficiency depends, namely: the quality of water which is injected into the productive layer, the efficiency of the methods of researching the absorption intervals in the zone of the injection well, the efficiency of researching the ways of distributing the agent from the injection well to a number of mining wells, etc. has been conducted.

The article presents a comparative analysis of the existing physicochemical requirements concerning norms of water, which is injected into the formation for the purpose of maintenance of reservoir pressure with real indices obtained in industrial conditions. Moreover, some ways of optimization and improvement of the quality of the agent in the injection and absorption wells are proposed.

The complex geophysical logging techniques are proposed to be applied for studying the intervals of arrival of the agent to the zone of the injection well. To determine the intervals of the layers that accept the indicator liquid and increase the control of the inter-bore permeability during the passage of the agent, which is injected into the formation, it is recommended to use the dynamic characteristics of the thermal field. The comparative analysis of the filtration model of the productive strata with the analysis of the indicator studies, carried out to study the heterogeneity of the rocks and increase the reliability of the decisions taken in order to apply the enhanced oil recovery methods and production stimulation works has been conducted.

Key words: well, water, research, thermometry, indicator studies, flooding, geophysical well logging, permeability.

Вступ. Видобуток вуглеводнів з покладів нафти і газу в Україні бере свій початок ще з XVIII століття, коли використовувався видобуток нафти колодязним способом. З того часу розвиток нафтогазової промисловості набрав великих обертів у всіх своїх аспектах. Здійснено колосальний науково-технічний прогрес, в геологічному плані розвідано тисячі квадратних кілометрів земних надр, розроблено велику кількість родовищ вуглеводнів задля забезпечення людства головним джерелом енергії.

Період найбільш інтенсивного видобутку вуглеводнів на теренах України, а саме в регіоні Дніпровсько-Донецької западини, на Прикарпатті та в Причорноморсько-Кримській нафтових зонах припадають на початок 70-х років. На даний момент, Україна належить до країн з дефіцитом власних природних ресурсів. За рахунок власного видобутку Україна забезпечує себе природним газом на 40 %, а нафтою на 15-20 % [1].

На сьогоднішній день ситуація в газонафтовидобувній галузі доволі складна, що, в першу чергу, пов'язано із значним скороченням об'ємів геологорозвідувальних робіт та буріння нафтогазових свердловин. Тому з кожним днем все актуальнішим постає питання детального контролю за розробкою та залучення і удосконалення вже існуючих методів інтенсифікації видобутку нафти і газу [2].

Українські нафтовидобувні компанії в реальному часі зустрічаються із серйозними проблемами в процесі контролю за розробкою та зберіганням вуглеводнів, оскільки експлуатація майже виснажених родовищ, не завжди дає можливість підтримувати приріст запасів, який компенсував би обсяги видобутку [1].

Актуальність. Підвищення ефективності вилучення вуглеводнів з покладів нафти і газу було, і є актуальним питанням на сьогоднішній

день. Оскільки за останні декілька десятиліть фундаментальні фізичні основи методик інтенсифікації припливу не змінилися, тому їх удосконалення відбувається практично весь час. Головними методами підвищення продуктивності є: підтримування пластового тиску шляхом заводнення, кислотні обробки, теплові обробки, обробки поверхнево-активними речовинами (ПАР), гідророзрив пласта (ГРП), термогазохімічна дія та ін. [3].

Сучасна ситуація в галузі характеризується великою кількістю родовищ, на яких застосовується заводнення з метою підтримування пластового тиску з тих чи інших технологічних причин. Зокрема, велика кількість родовищ ПАТ "Укрнафта" знаходяться на пізній стадії розробки, яка характеризується виснаженням пластової енергії, падінням темпів видобутку та обводненням продукції свердловин.

У зв'язку з вищевказаним актуальним питанням сьогодення постає застосування нових технологій контролю за вилученням вуглеводнів, які б дали можливість збільшити нафтовіддачу пластів, що вже розробляють, та з яких традиційними методами видобути значну кількість залишкових запасів вуглеводнів вже неможливо [4].

Аналіз результатів досліджень. Як вище уже згадувалось на сьогоднішній день існує багато методів підвищення продуктивності пластів-колекторів, що знаходяться на пізній стадії розробки [5, 6, 7], а також рекомендацій щодо подальшого їх впровадження для збільшення ефективності розробки вітчизняних родовищ нафти. Аналіз основних методів підвищення нафтовилучення, які застосовуються на родовищах України, свідчить про значну їх ефективність. Так, автором роботи [7] запропоновано технологію підвищення нафтовилучення з використанням технології тампонування

Таблиця 1 – Вимоги до якості фізико-хімічних показників вод

Найменування показника якості води	Значення
1 Вміст завислих речовин, мг/дм ³ , не більше	50
2 Вміст нафтопродуктів, мг/дм ³ , не більше	30
3 Сумісність з породою покладу та пластовою водою	Повинні бути сумісні
4 Концентрація іонів водню (водневий показник), рН	Від 6 до 8
5 Коефіцієнт набухання пластових глин, не більше	0,2
6 Вміст тривалентного заліза, мг/дм ³	Не допускається
7 Вміст сірководню, мг/дм ³	Не допускається
8 Вміст кисню, мг/дм ³ , не більше	0,05
9 Наявність сульфат-відновлюючих бактерій	Не допускається
10 Корозійна агресивність, мм/рік, не більше	0,1

Таблиця 2 – Допустимий вміст завислих речовин та нафтопродуктів у воді

Тип колектора	Проникність, 10 ⁻³ мкм ²	Пористість, %	Вміст у воді, мг/дм ³ , не більше	
			завислих речовин	нафтопродуктів
Поровий	від 1 до 5	від 10 до 14	20	10
Поровий	від 5 до 50	від 12 до 21	30	15
Поровий	від 50 до 100	від 16 до 25	40	20
Тріщинувато-поровий	від 100 до 1000	від 16 до 23	50	30

високопроникних тріщин заводнюваного нафтового пласта та технології підтримування пластового тиску із застосуванням поверхнево-активних полімервмісних систем. В роботі [8] авторами пропонується, на прикладі Бугруватівського родовища, використовувати для заводнення полімерні розчини. Результати досліджень свідчать, що використання полімерних розчинів забезпечує збільшення коефіцієнта витіснення нафти на 8 %, у порівнянні із застосуванням пластової води в даній системі заводнення. Але все ж такі найбільш перспективним варіантом для підвищення продуктивності пластів-колекторів, що перебувають на пізній стадії розробки є застосування комплексних методів підвищення нафтогазовилучення.

Дослідження. Ефективність заводнення залежить від багатьох чинників. Головними з яких є:

- якість води, яка використовується для заводнення;
- дослідження інтервалів поступлення води в інтервалі перфорації нагнітальних свердловин;
- дослідження шляхів розповсюдження води, яку нагнітають, в продуктивній товщі.

Отже, для раціональної та найбільш ефективної розробки певного родовища шляхом заводнення, необхідно мати підготовлений згідно з існуючими нормами реагент, в нашому випадку воду; максимально достовірно дослідити інтервали приймальності в зоні фільтра свердловини; дослідити гідродинамічний зв'язок між нагнітальними і видобувними свердловинами, тобто шляхи витіснення вуглеводневої сировини в продуктивній товщі.

Підтримування пластового тиску шляхом заводнення потребує використання великих об'ємів якісної води. Вирішення проблеми водопостачання зводиться до пошуків надійного і багатого водою джерела з великою кількістю води (з оцінкою запасів і можливих витрат води), обґрунтування якості води і розробки технології її підготовки. Споживання становить 1,5-2 м³ води на 1 тону видобутої нафти. Витрата закачуваної води визначається стадією розробки родовища.

При заводненні нафтових покладів використовують супутньо-пластові води, пластові води з водоносних горизонтів, нафтопромислові та прісні води відкритих природних водоймищ, які нагнітають у поклади через нагнітальні свердловини.

Якість води характеризується наявністю добрих нафтовитісняючих властивостей, малим вмістом механічних домішок і емульгованої нафти, відсутністю зниження проникності пласта (приймальності нагнітальних свердловин), а також відсутністю сірководню, діоксиду вуглецю, кисню, водоростей і мікроорганізмів.

На сьогоднішній день існують чіткі норми щодо фізико-хімічних показників вод, які використовуються при заводненні родовищ. Вимоги до якості фізико-хімічних показників вод наведені в таблиці 1 [9].

Допустимий вміст завислих речовин та нафтопродуктів у водах, в залежності від проникності і пористості покладів, наведено в таблиці 2 [9].

Однак, існуючі системи очищення та підготовки води не сприяють отриманню високоякісного реагента для витіснення вуглеводневої сировини з продуктивних покладів.

Таблиця 3 – Вміст завислих речовин і нафтопродуктів в системі підтримки пластового тиску родовища за даними НДПІ ПАТ "Укнафта"

Точка і місце відбору проб (прив'язка до місцевості)	Показники			
	Назва	Позначення одиниці вимірювання	Результат вимірювань	
			Згідно з СОУ	Факт
Установка попереднього скиду (УПС)	рН	од. рН	6-8	7,83
	Завислі речовини	мг/дм ³	20	821,0
	Залізо III	мг/дм ³	Не допускається	1,043
	Нафтопродукти	мг/дм ³	10	191,2
Перший підйом	рН	од. рН	6-8	4,48
	Завислі речовини	мг/дм ³	20	–
	Залізо III	мг/дм ³	Не допускається	< 0,05*
	Нафтопродукти	мг/дм ³	10	0,52
Після установки деемульсаційної обробки (УДО)	рН	од. рН	6-8	7,34
	Завислі речовини	мг/дм ³	20	124,0
	Залізо III	мг/дм ³	Не допускається	3,14
	Нафтопродукти	мг/дм ³	10	57,0
Амбар (підземний)	рН	од. рН	6-8	7,51
	Завислі речовини	мг/дм ³	20	101,0
	Залізо III	мг/дм ³	Не допускається	5,22
	Нафтопродукти	мг/дм ³	10	37,8
Кушова насосна станція (КНС) (після насоса)	рН	од. рН	6-8	7,54
	Завислі речовини	мг/дм ³	20	53,0
	Залізо III	мг/дм ³	Не допускається	10,2
	Нафтопродукти	мг/дм ³	10	17,5

Примітка: * – вміст показника менший за мінімальне значення діапазону вимірювання даної методики

Спеціалістами НДПІ ПАТ "Укнафта" проведено дослідження проб води в деяких діючих системах підтримання пластового тиску (табл. 3). Як видно з таблиці, результати вимірювання на вміст нафтопродуктів, завислих речовин, заліза та інших компонентів значно перевищує допустимі норми, що, в свою чергу, негативно впливає на стан промислового обладнання та присвердловинну зону пласта. Розчинений у воді кисень спричиняє інтенсивну корозію металу і сприяє активному розвитку в пласті аеробних бактерій. Діоксид вуглецю знижує рН води і призводить до руйнування захисних окисних плівок на метали, а також до підсилення корозії устаткування. Сірководень, взаємодіючи із залізом, утворює тверді, виносимі потоком води, частинки сірчистого заліза, а за наявності кисню – сірчану кислоту. Він може утворюватися внаслідок відновлення сульфатів кальцію, що містяться у воді, вуглеводнями нафти з виділенням діоксиду вуглецю і у вигляді осаду карбонату кальцію. Наявність його в продукції видобувних свердловин призводить до підсилення корозії нафтовидобувного обладнання. Сульфатопоглинаючі і сульфатотворюючі бактерії спричиняють біокорозію металів. Вони можуть жити за рахунок розщеплення органічних та неорганічних речовин і розвиватися як за відсутності вільного кисню (анаеробні бактерії), так і за наявності розчиненого у воді кисню (аеробні бактерії).

Сульфатотворюючі бактерії здатні повністю відновлювати сульфати, які є у закачуваній воді, і утворювати до 100 мг/л сірководню.

Зниження проникності пласта можливе внаслідок набухання глин у прісних водах, хімічної несумісності за сольовим складом закачуваної води з пластовою, випадання різних осадів та ін. Механічні домішки, сполуки заліза (продукти корозії і сірчисте залізо), водорості і різноманітні мікроорганізми замулюють (кольматують) поверхню фільтрації, вилучають дрібнопористі шари з процесу витіснення.

Згідно результатів вимірювання видно (табл. 3), що вода на виході з кушової насосної станції (КНС), яку закачують в нагнітальну свердловину не відповідає вимогам. В першу чергу, це наявність 3-х валентного заліза, яке утворюється внаслідок взаємодії 2-х валентного з повітрям, що свідчить про недосконалість системи підготовки води. Позбутися 3-х валентного заліза пропонується шляхом пропускання через воду в амбарі повітря, внаслідок чого існуюче 2-х валентне залізо окислиться з наступним утворенням 3-х валентного та випаде в осад шляхом відстоювання води. Також, більш ретельне та довготривале відстоювання води допоможе в деякій степені покращити показники по вмісту завислих речовин та нафтопродуктів у підготовленій воді.

Отже, проаналізувавши сучасні особливості та недоліки систем підтримування пластового тиску, можна сказати, що існуюча ситуація потребує певних удосконалень та змін. З промислової практики відомо, що важливою проблемою з якою дуже часто зустрічаються в цехах підтримання пластового тиску є пориви водогонів від КНС до нагнітальних свердловин. Причиною цього є корозія металу. Ліквідація поривів веде за собою великі затрати людського та грошового ресурсу. Певною мірою покращити ситуацію могла б заміна водопроводів на сучасні металопластикові труби або металеві труби, внутрішня поверхня яких покрита спеціальним антикорозійним захисним покриттям, що в кінцевому результаті скоротило б витрати як на поточний ремонт водогонів, так і зменшення забруднення зони фільтра нагнітальної свердловини.

Після приведення води до відповідних норм та показників, наступним етапом є її закачування у продуктивні горизонти з метою підтримування пластового тиску.

Вивчаючи ситуацію в цілому, встановлено, що впродовж багатьох років нафтогазовидобувної діяльності на теренах України, основна увага сконцентрована на видобувних свердловинах. Тобто головні інвестиції на обладнання, капітальний ремонт, різні методи інтенсифікації припливу сконцентровані на видобувних свердловинах, як основному джерелі прибутку. Як було вище сказано, в умовах застосування заводнення з метою підтримування пластового тиску необхідно також скеровувати інженерний, фінансовий та науковий потенціал на нагнітальні свердловини, оскільки крім головної своєї функції витіснення вуглеводневої сировини, нафтогазовидобувні підприємства за допомогою даних свердловин фактично утилізують видобуту воду.

Отже, наступним, не менш важливим напрямком дослідження ефективності заводнення є вивчення інтервалів поступлення реагенту в зоні фільтра нагнітальної свердловини. Для вирішення даної задачі необхідно застосовувати комплексні методи геофізичних досліджень свердловин (гамма-каротаж, локатор муфт, барометрія, термометрія, вологометрія, термокондуктивна витратометрія, резистивиметрія, механічна витратометрія). До основних задач, які необхідно вирішувати при дослідженні стовбура нагнітальних свердловин слід віднести:

- визначення загальної приймальності свердловини;
- визначення інтервалів поглинання;
- визначення профілю приймальності і експлуатаційних характеристик нагнітальних свердловин;
- визначення герметичності колони НКТ та пакера;
- виділення наявності заколонних або внутрішньо пластових перетоків.

Проведення комплексних геофізичних досліджень, зокрема в нагнітальних свердловинах, є фундаментальним процесом для здійснення якісного контролю за розробкою родо-

вищ. Використання термометрії, термодобітометрії та витратометрії дає можливість якісно оцінити інтервали поглинання. В промислових реаліях, через незадовільний технічний стан нагнітальних свердловин та ряд експлуатаційних особливостей вирішення даної задачі значно ускладнюється. Як було вище сказано, головним та першочерговим завданням по дослідженню нагнітальних свердловин є визначення ділянок поступлення води у продуктивну товщу в інтервалі перфорації. Тому, в більшості таких випадків обмежуються дослідженнями нагнітальних свердловин методом термометрії – глибинним термометром-манометром.

Для підвищення ефективності визначення локальних інтервалів поглинання в роботі [10] пропонується проводити дослідження температурного стану свердловини у динамічному режимі. Після припинення нагнітання реагенту у інтервалі пластів, де надходила рідина утворюється додаткова теплова енергія. При досягненні стану урівноваження температури у свердловині будуть виникати теплові аномалії. Покрівельні та непроникні пласти отримають теплову енергію тільки за рахунок води, яка знаходилась у стовбурі свердловини, тобто додаткової теплової енергії не отримали. За таких умов час урівноваження буде менший і частина щільних пластів швидше набуде температури середнього градієнта. При дослідженні температурної характеристики у динамічному режимі визначається точка, коли тепловий баланс у межах щільних порід відбувся, а для прониклих пластів характеризується більшим часом урівноваження. Аномалії будуть більш диференційованими у часі.

Теоретичне обґрунтування і аналіз результатів досліджень теплових аномалій з розповсюдження теплоти з пластів, які приймають нагнітальну рідину свідчать про реальну можливість використання динамічних характеристик теплового поля для визначення локальних інтервалів поступлення витісної вального реагенту в пласт. Особливо ефективно застосування розглянутого напрямку для дослідження продуктивних покладів, які представлені багатопластовими колекторами.

Після проведення дослідження та визначення конкретних інтервалів приймальності постає питання вивчення напрямків руху води яку закачують у продуктивні товщі. Промисловий досвід заводнення свідчить, що при нагнітанні води з метою підтримування пластового тиску, внаслідок неоднорідності продуктивного колектора по товщині і по латералі, має місце нерівномірне витіснення нафти за рахунок утворення промитих зон та зон не охоплених заводненням, а також випереджувальне переміщення води в різних за проникністю пластах. Поява води у нафті, навіть у великій кількості, не є показником вироблення запасів в зоні дренування експлуатаційної свердловини. В загальному випадку, навіть в однорідному пласті з достатньо великою вертикальною проникністю, спостерігається випереджальне обводнення в підшовенній частині та відставання його в по-

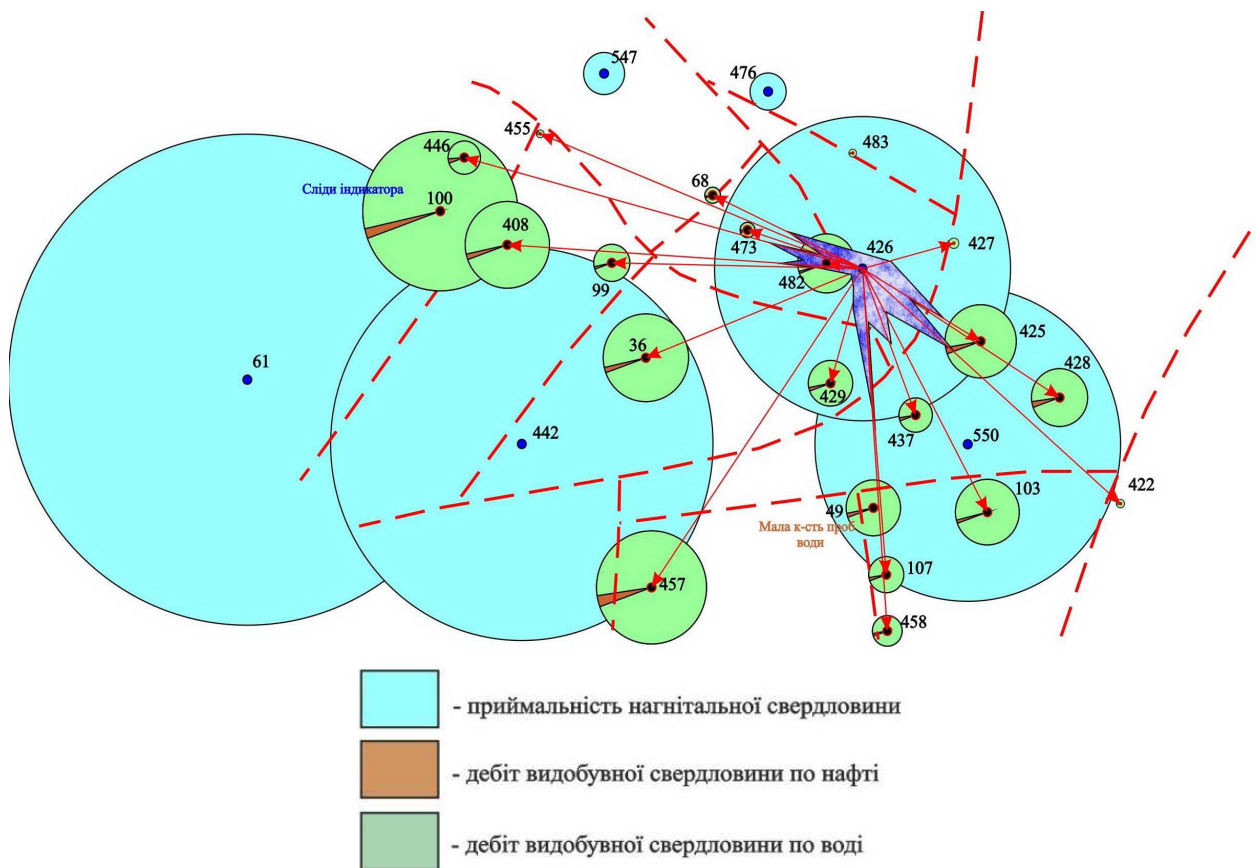


Рисунок 1 – Схема розповсюдження води від нагнітальної свердловини до оточуючих видобувних свердловин

крівельній за рахунок проявлення гравітаційних сил. У неоднорідному за проникністю пласті випереджувальне обводнення спостерігається у найбільш проникних прошарках. У розрізі, що містить декілька продуктивних пластів, під час їх спільної розробки з випереджуванням проходить обводнення пласта, що має кращі колекторські властивості незалежно від його місцезнаходження в розрізі.

На рисунку 1 зображено схему розповсюдження води, яку закачують в нагнітальну свердловину та епюри швидкостей руху індикаторної рідини за результатами проведених індикаторних досліджень на одному з родовищ ПАТ "Укрнафта". З рисунку видно, де знаходяться нагнітальні свердловини та видобувні. В кружечках відображено відповідними кольорами дебїти по воді та по нафті. Зокрема відображено епюру швидкостей розповсюдження води, яку нагнітають в нагнітальну свердловину № 426 за результатами проведених індикаторних досліджень. За рахунок складної геологічної будови покладів, значної фільтраційної неоднорідності, розчленованості і переривчастості колекторів та переходу родовищ на пізню стадію розробки, заводнення покладів має супроводжуватися постійним моніторингом ефективності. Інтерпретація та площинне моделювання результатів індикаторних досліджень (рис. 1), дозволяє дослідити ряд задач, найголовнішими з яких є виявлення промитих зон та зон, що неохоплені заводненням, де, в свою

чергу, можуть знаходитися потенційні запаси вуглеводнів, що за експертними оцінками у загальному розподілі залишкової нафти становить близько 46 % [11].

Для підвищення ефективності контролю за розробкою родовищ, на яких здійснюється підтримання пластового тиску необхідно досліджувати петрофізичні зв'язки ємнісно-фільтраційних параметрів порід-колекторів, тобто будувати фільтраційну модель досліджуваної продуктивної товщі за даними геофізичних досліджень та робити порівняльний аналіз з даними інтерпретації індикаторних досліджень, що, в свою чергу, дозволить більш диференційовано вивчити неоднорідність порід та підвищити надійність прийнятих рішень щодо застосування методів підвищення нафтовіддачі та робіт з інтенсифікації видобутку.

Висновки

Отже, для раціональної та найбільш ефективної розробки певного родовища шляхом заводнення, необхідно використовувати підготовлений згідно з існуючими нормами реагент.

Для визначення локальних інтервалів поступлення витіснювального реагента в пласт необхідно використовувати динамічні характеристики теплового поля. Ефективність застосування даного способу спостерігається при дослідженнях продуктивних покладів, які представлені багатопластовими колекторами.

Для підвищення ефективності контролю за розробкою родовищ на яких здійснюється підтримання пластового тиску необхідно досліджувати петрофізичні зв'язки ємнісно-фільтраційних параметрів порід-колекторів, тобто будувати фільтраційну модель досліджуваної продуктивної товщі за даними геофізичних досліджень та робити порівняльний аналіз з даними інтерпретації індикаторних досліджень, що в свою чергу дозволить більш диференційовано вивчити неоднорідність порід та підвищити надійність прийнятих рішень по застосуванню методів підвищення нафтовіддачі та робіт з інтенсифікації видобутку.

Література

1 Лысенко В. Д. Оптимизация разработки нефтяных месторождений / В. Д. Лысенко. – М.: Недра, 1991. – 296 с.

2 Дорошенко В. М. Основні напрямки вдосконалення систем розробки родовищ та потенціал нарощування видобутку нафти в Україні / В. М. Дорошенко, Ю. О. Зарубін, В. П. Гришаненко, В.І. Прокопів, О. А. Швидкий // Нафтогазова галузь України. – 2013. – №2. – С. 27-30.

3 Руководство по применению промыслово-геофизических методов для контроля за разработкой нефтяных месторождений. – М.: Недра, 1978. – 256 с.

4 Федоришин Д. Д. Застосування індикаторних та геофізичних досліджень свердловин на родовищах, що розробляються з підтриманням пластового тиску / Д. Д. Федоришин, Р. І. Нагорняк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 3(48). – С. 77-83.

5 Чернов Б. О. Оцінка техніко-економічних показників сучасних методів підвищення проникності привибійної зони пласта та розробка технічних засобів інтенсифікації свердловин гідроакустичним методом / Б. О. Чернов, М. М. Западнюк // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2012. – № 1(42). – С. 47-57.

6 Возний В. Р. Аналіз методів інтенсифікації припливу вуглеводнів на родовищах НГВУ «Бориславнафтогаз» і оцінка коефіцієнта нафтогазовилучення / В. Р. Возний, О.В. Дудра // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – № 1(46). – С. 215-225.

7 Купер І. М. Підвищення нафтовилучення на родовищах України / І. М. Купер // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2016. – № 3(60). – С. 19-25.

8 Дорошенко В. М. Щодо впровадження полімерного заводнення на нафтових родовищах України / В. М. Дорошенко, В.І. Прокопів, М. І. Рудий, Р. Б. Щербій // Нафтогазова галузь України. – 2013. – №3. – С. 29-33.

9 Свердловини на нафту і газ. Вода для заводнення нафтових покладів і повернення в підземні горизонти. Технічні вимоги: СОУ 09.1-00135390-150:2017. – [Чинний від 2017-04-01]. – ПАТ "Укнафта", 2017. – 41 с.

10 Нагорняк Р.І. Характеристика теплового поля нагнітальних свердловин при дослідженні обводнення продуктивних відкладів // Сборник научных трудов SWorld. – Івано-Франківськ: Маркова А. Д., 2014. – Выпуск 1. Том 32. – С. 21-26.

11 Сургучев М. Л. Методы извлечения остаточной нефти / М. Л. Сургучев, А. Т. Горбунов, Д. П. Забродин [и др.]. – М.: Недра, 1991. – 347 с.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
31.10.17*

*Рекомендована до друку
професором Федоришином Д.Д.
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
канд. техн. наук Чорним О.М.
(ГПУ «Львівгазвидобування», м. Львів)*