

$$\sigma_{\text{пв}} = 2,68 - K_{\text{п}} \cdot 1,68,$$

для карбонатних порід —

$$K_{\text{п}} = (2,71 - \sigma_{\text{п}}) / 0,0171. \quad (18)$$

Дані інтерпретації результатів досліджень з визначення $K_{\text{п}}$ наведені в таблиці 1 і на рис. 7. З таб. 1 видно, що більш ефективним методом є метод ГГК-Г. Його ефективність з визначення $K_{\text{п}}$ становить 72%. Такою ж ефективністю володіє метод акустичного каротажа. Зате метод НГК не може бути використаний для оцінки пористості таких колекторів. Його ефективність не перевищує 45,4%. Слід зазначити, що даних керна недостатньо для всебічної оцінки ефективності окремих методів. На рисунку наведена геофізична характеристика по свердловині 6-Лопушна.

Висновки

1. Для визначення колекторських властивостей порід-колекторів в складних розрізах свердловин Передкарпатського прогину необхідна поглиблена комплексна інтерпретація радіоактивних методів ГДС (ГГК-Г, ГК, НГК, ННК) з використанням петрофізичних залежностей.

2. За ефективністю визначення $K_{\text{п}}$ за даними ГДС пріоритетність надається методу ГГК-Г в комплексі з методом АК. Нашими дослідженнями доведено, що у розрізах свердловин зі

складною будовою колекторів ефективність методу ГГК-Г становить 72...80%, що є необхідною умовою під час оцінки підрахункових параметрів нафто- і газових покладів в Передкарпатті.

Література

1. Методические указания по проведению плотностного гамма-гамма-каротажа в нефтяных и газовых скважинах аппаратурой СГП2-АГАТ и обработке полученных результатов. — Калинин: ВНИГИК, 1988.

2. Пирсон С. Справочник по интерпретации данных каротажа. — М.: Недра, 1966. — С. 243-250.

3. Уточнение геологического строения, физических свойств коллекторов, физико-химических свойств флюидов и установления достоверных ресурсов углеводородного сырья Северо-Долинского месторождения: Отчет. — К.: УкргипроНИИ нефть, 1978. — Т.П. — С. 138-150.

4. Комплексная интерпретация ГГК, НК, АК, ГК, полученных серийной аппаратурой для определения емкостных свойств горных пород: Методическое руководство. — Калинин: ВНИГИК, 1982. — С. 15-32.

5. Грицишин В.І. та ін. Комплексне вивчення колекторів нафтових і газових родовищ Передкарпаття // Фонди ІФНТУНГ. — Івано-Франківськ, 1989. — 70 с.

УДК 622.245

ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОВ'ЯЗКИХ РІДИН ДЛЯ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ НА ПРИВИБІЙНУ ЗОНУ БАГАТОШАРОВИХ ПЛАСТІВ

Д.О.Єзер

ВАТ "Укрнафта", 04053, м. Київ, Нестерівський провул., 3/5, тел.(044) 2124335,
e-mail: exp@il.if.ua

Рассмотрены вопросы применения высоковязких жидкостей для селективного воздействия на отдельные пропластки многослойного продуктивного пласта. Получены зависимости для определения глубины проникновения высоковязкой жидкости в разнопроницаемые пропластки. Доказана возможность использования селективного воздействия на многослойные пласты с применением высоковязких жидкостей для уменьшения неоднородности продуктивного разреза и увеличения нефтеизвлечения.

Велика група селективних методів дії на багатощарові пласти побудована на зміні фільтраційних опорів в прошарках за рахунок особливих фізичних властивостей рідин та технологічних режимів їх закачування. Ці методи не потребують використання реагентів або технологічних прийомів для деблокування тимчасово заблокованих прошарків, але разом з тим вони не забезпечують надійної селективності дії.

Consider question of using high viscose liquid for selected influence on the individual semi-places of multilayered productive stratum. Upgraded dependents of determination the deep of permeation of high viscose liquid into the places with different permeability. Proved a possibility of using selected influence on multilayered places with using the high viscose liquids for decreasing of inhomogeneous of productive cut and increasing of petroleum recovery.

Розглянемо вплив загушення розчину на його рух в неоднорідному пласті та глибину обробки низькопроникних прошарків. Для простоти вважаємо, що в'язкість рідини, яка насичує пласт, нескінченно мала порівняно з в'язкістю загушеного кислотного розчину і нею можна нехтувати. Така ситуація характерна, наприклад, для газонасиченого пласта.

При плоскопаралельному потоці швидкість фільтрації в кожному прошарку визначається відповідно до закону Дарсі

$$v_i = \frac{k_i \Delta p}{\mu l_i}, \quad (1)$$

де: v_i – швидкість фільтрації;
 k_i – проникність прошарку;
 μ – в'язкість рідини;
 Δp – перепад тиску;
 l_i – глибина проникнення розчину; $i=1..n$;
 n – кількість прошарків.

З іншого боку, швидкість переміщення границі проникнення розчину визначається

$$\frac{dl_i}{d\tau} = \frac{v_i}{m_i}, \quad (2)$$

де m_i – коефіцієнт пористості.

Відповідно глибина проникнення в'язкого кислотного розчину в шарово-неоднорідному пласті визначається системою звичайних диференціальних рівнянь

$$\frac{dl_i}{d\tau} = \frac{k_i \Delta p}{\mu m_i l_i}. \quad (3)$$

При постійному перепаді тиску глибина проникнення розчину може бути просто визначена для кожного прошарку відповідним розв'язком при початковій умові $l_i(\tau = 0) = 0$

$$l_i = 2 \sqrt{\frac{k_i}{\mu m_i} \Delta p \tau}. \quad (4)$$

Для двошарового пласта відношення глибин проникнення в'язкого розчину пропорційне кореню квадратному проникностей

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{k_1 m_2}{k_2 m_1}}. \quad (5)$$

З цього тривіального прикладу випливає важливий висновок – загушення кислотного розчину в умовах прямолінійного паралельного потоку сприяє більш глибокій обробці малопроникного прошарку. При співвідношенні проникностей 1 до 9 глибина проникнення в'язкого розчину в малопроникний пласт буде приблизно 1 до 3, в той же час, якщо б в'язкість розчину була рівною в'язкості флюїду, що початково насичує пласт, це співвідношення дорівнювало б 1 до 9. При постійній витраті рідини Q , виходячи з аналогічних міркувань, система диференціальних рівнянь, що описує глибину проникнення в'язкого розчину в шарово-неоднорідний пласт, має вигляд

$$\frac{dl_i}{d\tau} = \frac{k_i}{\mu m_i l_i} \frac{Q}{\sum_{i=1}^n \frac{k_i h_i}{\mu_i l_i}}, \quad i \in 1, n, \quad (6)$$

де h_i – товщина прошарку.

Для двошарового пласта відношення глибин проникнення в'язкого розчину знайдемо методом характеристик. І в цьому випадку воно пропорційне кореню квадратному проникностей

$$\frac{l_1}{l_2} = \sqrt{\frac{k_1 m_2}{k_2 m_1}}. \quad (7)$$

Подальшим інтегруванням системи рівнянь можна отримати рівняння для визначення глибини проникнення розчину в прошарки

$$l_1 = \frac{Q}{h_1 + h_2 \sqrt{\frac{k_1 m_2}{k_2 m_1}}}, \quad l_2 = \frac{Q}{\sqrt{\frac{k_2 m_1}{k_1 m_2}} h_1 + h_2}. \quad (8)$$

Висновки не змінюються і для потоку плоско-радіальної форми потоку. Система диференціальних рівнянь, що описує глибину проникнення в'язкого розчину в шарово-неоднорідний пласт, має такий вигляд:

$$\frac{dr_i}{d\tau} = \frac{k_i}{2\pi m_i r_i \ln \frac{r_i}{r_c}} \frac{Q}{\sum_{i=1}^n \frac{k_i h_i}{\ln \frac{r_i}{r_c}}}, \quad i \in 1, n, \quad (9)$$

де: r_i – радіус проникнення в'язкого розчину в прошарок;

r_c – радіус свердловини.

Для двошарового пласта відношення глибин проникнення в'язкого розчину знайдемо методом характеристик. Воно визначається таким трансцендентним рівнянням:

$$r_1^2 \left(\ln \frac{r_1}{r_c} + \frac{1}{2} \right) = \frac{k_1}{k_2} r_2^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_c} + \frac{1}{2} \right). \quad (10)$$

Враховуючи малу різницю в підлогарифмічних виразах, видно, що і в цьому випадку відношення радіусів проникнення в'язкого кислотного розчину близьке до відношення кореня квадратного проникностей прошарків.

Більш глибокі висновки можна зробити, якщо врахувати в'язкість рідин, що насичують прошарки, та відмінності у фазовій проникності для кислотного розчину у різнопроникних різнонасичених прошарках. Для цього розглянемо розрахункову схему (рис. 1).

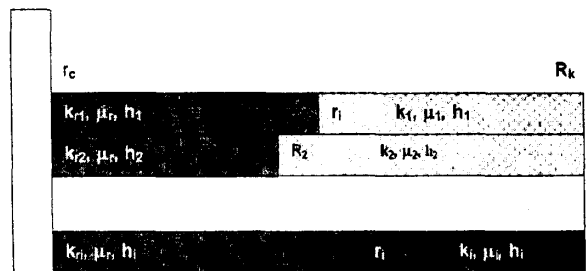


Рисунок 1 — Розрахункова схема

Розв'язавши задачу для окремого прошарку, отримуємо залежність для визначення витрати рідини в нього

$$q_i = \frac{2\pi h_i k_{ri} k_i (P_k - P_c)}{\mu_r \mu_i \ln \frac{r_i}{r_c} \ln \frac{R_k}{r_i} \left(\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} + \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}} \right)}, \quad (11)$$

де: k_{ri} – фазова проникність для в'язкого розчину в прошарку;

μ_r – в'язкість кислотного розчину;

μ_i – в'язкість рідини, що початково насичує прошарок.

При постійній сумарній витраті рідині Q витрата рідини в окремий прошарок визначається за формулою

$$q_i = 2\pi h_i k_{ri} k_i Q \cdot \left\{ \mu_r \mu_i \ln \frac{r_i}{r_c} \ln \frac{R_k}{r_i} \times \left(\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} + \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}} \right) \times \left[\frac{\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} \cdot \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}}}{\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} + \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}}} \right]^{-1} \right\} \quad (12)$$

Таким чином, глибини проникнення кислотного розчину в прошарки визначаються

$$\frac{dr_i}{d\tau} = k_{ri} k_i Q \cdot \left\{ 2\pi h_i r_i m_i \mu_r \mu_i \ln \frac{r_i}{r_c} \ln \frac{R_k}{r_i} \times \left(\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} + \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}} \right) \times \left[\frac{\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} \cdot \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}}}{\frac{k_{ri}}{\mu_r \ln \frac{r_i}{r_c}} + \frac{k_i}{\mu_i \ln \frac{R_k}{r_i}}} \right]^{-1} \right\}, \quad i \in 1, n, \quad (13)$$

з початковою умовою $r_i(\tau = 0) = r_c, i \in 1, n$.

В розрахунках прийнято, що відношення проникностей прошарків один до десяти. Видно, що загушення розчину сприяє збільшенню глибини обробки малопроникного прошарку.

Цей висновок можна зробити і шляхом простих фізичних міркувань. При закачуванні в'язкої рідини в гідродинамічно з'єднані прошарки миттєві витрати в них розподіляються пропорційно гідрравлічним опорам у прошарках. В свою чергу, гідрравлічний опір в прошарку зворотно пропорційний проникності прошарку і прямо пропорційний радіусу (глибини) проникнення в'язкої рідини. Тому в'язка рідина, яка проникла у високопроникний прошарок, гальмує подальше поступлення в нього і сприяє поступленню її в малопроникний прошарок.

На родовищах ВАТ "Укрнафта" упродовж 1992-2001 років проведено 219 свердловино-операцій спрямованої дії на привибійну зону пласта з використанням високов'язких рідин з успішністю 86%, що підтверджує високу ефективність таких технологічних процесів та необхідність їх розробки і вдосконалення.

VII Міжнародна конференція
**КОНТРОЛЬ І УПРАВЛІННЯ
 В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ
 (КУСС-2003)**

м. Вінниця
 8-12 жовтня 2003 р.

Оргкомітет конференції

ВДТУ, кафедра КСУ,
 Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 29016, Україна

Тел.: +38 (0432) 44 01 57, 44 02 22

E-mail: kuss@faksu.vstu.vinnica.ua

Напрямки роботи конференції:

- Математичне моделювання складних систем
- Перспективні методи і технічні засоби систем контролю і управління
- Контроль і управління в окремих галузях
- Оптимізація складних систем