

О РОЛИ ВНК И ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ СВЯЗАННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ТЕЛ

В. Н. Косков, Б. В. Косков

(Пермский государственный технический университет)

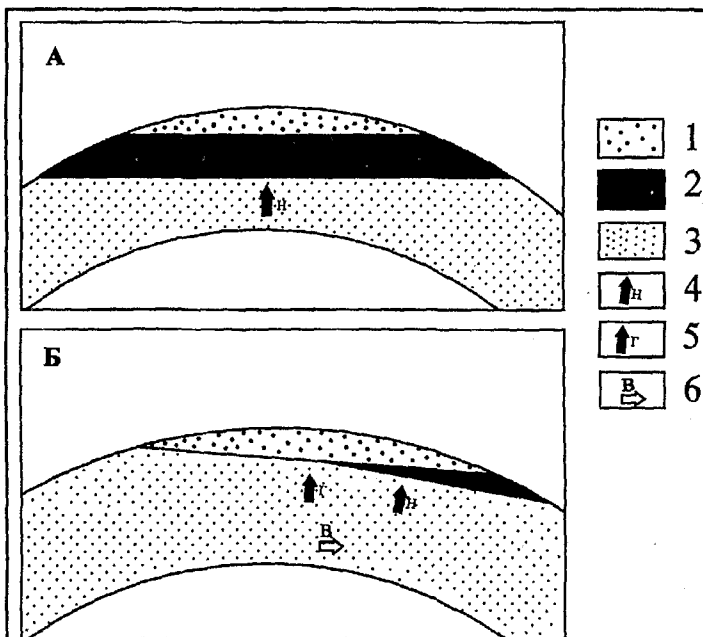
Для изучения гидродинамической связанности геологических тел (при вычленении эксплуатационных объектов) предлагается использовать информацию об абсолютных отметках поверхностей ВНК с учетом дифференциации нефти, газа и воды в коллекторе по плотности согласно гидравлической теории миграции и накопления УВ. Установлено, что при динамическом режиме, характеризующемся неуравновешенностью различно направленных сил, происходит движение флюидов под влиянием разности потенциальных энергий. Следствием этого является образование негоризонтальных контактов между углеводородами и водой. Дана детальная характеристика ВНК и переходной зоны.

For research of hydrodynamic coherency of geological bodies (at extraction of exploitational objects) it is proposed to use the information about absolute marks of water — oil contact surface, taking into account differentiation of oil, gas and water in reservoir in density according to hydraulic theory of migration and accumulation of hydrocarbon. It has been arranged, that at dynamic state, characterized by unbalancing of different directing forces, there will be fluid motion under the influence of difference of potential energies. As a result of it, nonhorizontal contacts between hydrocarbons and water will take place. It is given detail characteristics of water — oil contact and transition zone.

Изучение гидродинамической связанности геологических тел (ГСГТ) является одной из важнейших проблем, стоящих перед геологией нефтяных и газовых месторождений. Источником первичной информации о залежах нефти и газа служат геологические и промыслово-геофизические исследования, проводимые в скважинах разными методами. Так, при вычленении эксплуатационных объектов широко применяется метод, основанный на использовании информации об абсолютных отметках поверхностей водонефтяных контактов (ВНК). Понятие "водонефтяной контакт" появилось вскоре после открытия первых нефтегазовых залежей. Нефть, газ и вода дифференцируются в коллекторе по плотности, поэтому наблюдается различие давлений сверху вниз в любой точке коллектора для различных флюидов [1]. М. К. Хьюбберт в своих работах показал, что каждая частица флюида в пласте обладает определенной потенциальной энергией и движение флюидов происходит в направлении уменьшения этой энергии [2]. Такое представление о движении флюидов хорошо согласуется с гидравлической теорией миграции и накопления УВ [3]. Регистрация градиентов давления для каждого флюида позволяет прогнозировать положение ВНК, проводить картирование гидродинамических ловушек и интерпретацию потенциометрических поверхностей.

Для установления точного положения ВНК необходимо иметь полные сведения об основных свойствах флюидов и их поведении, воздействии и реакции в различных физических условиях. В статических условиях гидравличе-

ская среда характеризуется неподвижным флюидом и постоянным уровнем потенциальной энергии. При динамическом режиме, характеризующемся неуравновешенностью различно направленных сил, происходит движение флюидов под влиянием разности потенциальных энергий. Если в поисково-разведочных скважинах проследить за давлением флюидов в пластах и горизонтах, то можно установить условия нахождения флюидов в пласте и определить, находятся пластовые воды в движении или нет. Другим следствием этих представлений является образование негоризонтальных контактов между углеводородами и водой. В качестве примера наклонного ВНК М. К. Хьюбберт [2] приводит месторождения Кайро в штате Арканзас (рисунок), Тин-Фуйе в Алжирской Сахаре, Уйруби в Канаде, а В. С. Мелик-Пашаев [4] — месторождения в восточной части Русской платформы (Бавлинское, Ромашкинское, Шкаповское и др.). По данным К. Б. Аширова [5], наклон контактов и более низкие ВНК приурочены к кру-



Типы гидродинамического накопления нефти и газа в пологоскладчатых мощных песчаных коллекторах (по М. К. Хьюбберту):

А — газ всецело контактирует с нефтью; Б — газ частично контактирует с нефтью (ГНК и ВНК наклонные). 1 — газ; 2 — нефть; 3 — вода; направления течения: 4 — нефти, 5 — газа, 6 — воды

Характеристика ВНК и переходной зоны

Название зоны	Подзоны	Характеристика зоны
Нефтяная		Зона предельной нефтенасыщенности Содержит нефть и прочно связанную остаточную воду K_n не зависит от гипсометрии пласта
	Нефтенасыщения	Получают притоки безводной нефти K_n возрастает снизу вверх и зависит от гипсометрии пласта, что объясняется наличием рыхлосвязанной воды, количество которой уменьшается сверху вниз
Переходная	Двухфазного притока	Характеризуется наличием подвижной нефти При опробовании получают нефть с водой. По нижней части этой подзоны проводят ВНК, который должен быть подтвержден притоками нефти (даже с водой)
	Остаточного нефтенасыщения	Подзона остаточного нефтенасыщения кроме воды содержит остаточную нефть. При испытании получают воду с пленкой нефти
Водяная		Водяная зона характеризуется низкими гипсометрическими отметками Свободная вода. Может двигаться под воздействием гравитационных сил и градиента давления Остаточная вода. Локально сохранившаяся в порах коллектора после того, как он был заполнен нефтью Кристаллизационная вода. Находится в составе молекул минералов

тым крыльям месторождений, по которым происходит подток нефти (Жигулевская, Большекинешская и другие дислокации Куйбышевского Поволжья). В Пермском Прикамье при изучении залежей нефти месторождений Веслянского вала на фоне общего погружения вала в северном и северо-восточном направлениях отмечено погружение ВНК, причем на крыльях наблюдается более четкий ВНК, нежели в сводовых частях залежи.

Точному установлению положения ВНК препятствует значительная зона перехода от нефти к воде. Переходная зона отсутствует, если нефть отделена от воды глинистым пропластком или весь пласт-коллектор имеет высокую проницаемость. В противном случае, по данным С. А. Султанова [6], размер переходной зоны может составлять десятки метров и фиксироваться на диаграммах электрокаротажа промежуточными значениями.

Как указывал М. Маскет [7], образование переходной зоны нефть—вода — результат длительного перераспределения нефти и воды в ловушке. Мигрирующая в ловушки нефть вытесняла из пористой

среды находящуюся там воду. Однако часть воды (ее принято называть погребенной, связанной или реликтовой) оставалась в порах благодаря капиллярным силам в виде пленки в местах контактов зерен, а также в субкапиллярных порах.

Длительное перераспределение флюидов в залежи приводит к равновесию гидродинамических, капиллярных и гравитационных сил, поэтому за ВНК принимается поверхность, выше которой нефтенасыщенность растет от нуля до какой-то максимальной для данного пласта величины. Правильное определение ВНК и учет переходной зоны имеют важное значение при подсчете запасов УВ.

При более детальном изучении переходной зоны выяснилось, что она состоит из 3 подзон, характеристики которых представлены в таблице.

Согласно этой таблице ВНК находится в нижней части подзоны двухфазного притока, когда получают нефть с водой. Такой подход (три подзоны в переходной зоне) согласуется с теоретическими моделями, формализованными М. К. Хьюбертом по плотности флюидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дальберг Э. Ч. Использование данных гидродинамики при поисках нефти и газа. — М.: Недра, 1985.
2. Хьюберт М. К. Гидродинамические условия формирования нефтяных месторождений // Бюл. американской Ассоциации геологов-нефтяников. — 1953. — Т. 37, № 8. — Пер. с англ. № 43/58. М.: ГОСИНТИ, 1958.
3. Савченко В. П. Условия формирования залежей нефти и газа при струйной миграции в водонасыщенных породах // Тр. / ВНИИ. 1958. — Вып. 14.
4. Мелик-Пашаев В. С. Влияние геологических условий на положение ВНК и четкость его отбивки // Тр. / ВНИИ. — 1960. — Вып. 30.
5. Аширов К. Б. Условия формирования нефтяных месторождений Куйбышевского Поволжья // Тр. / Гирвосток-нефть. — 1959. — Вып. 2.
6. Оноприенко В. П., Султанов С. А. Зависимость размера переходной зоны нефть—вода от параметров пласта и характера его разработки // Нефть. хоз-во. — X, 1957. — № 2.
7. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. — М.: Госпоттехиздат, 1963.