

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040437**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.02

(21) Номер заявки
201890954

(22) Дата подачи заявки
2018.05.13

(51) Int. Cl. **E21B 47/06** (2006.01)
E21B 47/04 (2006.01)
G01V 11/00 (2006.01)

(54) **ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗЕРКАЛА ВОДЫ**

(43) **2019.11.29**

(96) **2018000057 (RU) 2018.05.13**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

**СУРГУЧЕВ ЛЕОНИД
МИХАЙЛОВИЧ; СУРГУЧЕВА
АННА ЛЕОНИДОВНА (RU)**

(56) EA-A1-201500768
EA-B1-023601
RU-C1-2236030
SU-A1-1405009
US-A-5162733

(74) Представитель:
Сургучева А.Л. (RU)

(57) Изобретение относится к способу оценки положения уровней зеркала воды (ЗВ) или водонефтяного контакта (ВНК), которые определяют путем нахождения точки пересечения прямых линий градиентов давления (1) для нефти или не смачивающей фазы и (2) для воды, смачивающей фазы, в нефтяном интервале по результатам бурения только одной разведочной скважины, вскрывающей только нефтенасыщенную часть пласта и не вскрывающей водонасыщенную часть пласта и ВНК. Градиент давления для нефти или не смачивающей фазы находится на основании гидродинамических исследований во время бурения скважины (MWD) с испытателем пласта, спускаемым в скважину на лебедке, которые позволяют определить поровое давление пласта в подвижной или мобильной фазе (нефть) вдоль ствола скважины, изменяющееся с глубиной. Градиент давления для связанной воды (смачивающей фазы) в нефтенасыщенной зоне пласта и его тренд в направлении к ВНК находятся по измерениям кривой капиллярного давления, изменяющегося по высоте пласта, по данным анализа петрофизических данных и специальных лабораторных исследований керна, отобранного в нефтяном интервале разведочной скважины. Данный способ позволяет определить положение ЗВ и ВНК по результатам бурения и испытания только одной разведочной скважины, вскрывшей только нефтяную зону пласта и не вскрывшей ВНК. Таким образом, отпадает необходимость бурения дополнительных скважин для определения положения ВНК и оценки запасов нефти или газа месторождения.

040437
B1

040437
B1

Процесс

Данное изобретение относится к способу оценки уровня зеркала воды (ЗВ) и водонефтяного контакта (ВНК) месторождений на основании измерений и при использовании данных, полученных из одной разведочной скважины, не вскрывшей водонасыщенную часть пласта и ВНК.

Введение

В разведочной скважине с использованием оборудования испытателя пласта, спускаемого на лебедке или на трубах (модульный динамический испытатель пластов, МДТ), можно обеспечить точное измерение порового давления для подвижной фазы в порах пласта коллектора. В не обсаженном стволе скважины замер порового давления достигается путем прижатия зонда к стенке ствола скважины и получения мини-притока пластового флюида с понижением и последующим восстановлением пластового давления до порового давления пласта. Такие гидродинамические исследования во время бурения скважины могут дать замеры давления пласта вдоль ствола скважины, тем самым позволяя определить градиент изменения давления с глубиной.

Тренды изменения пластового давления с глубиной в нефтенасыщенных и водонасыщенных зонах различны из-за разностей давлений в нефти (в большинстве случаев являющейся не смачивающей фазой в пласте) и в воде (предполагаемой смачивающей фазой), контролируемой капиллярными силами. Пересечение этих трендов градиента давления в виде прямых линий указывает на уровень положения ЗВ или ВНК (фиг. 1).

Капиллярное давление (P_c) представляет собой разность давлений на границе раздела между двумя несмешивающимися, смачивающими и не смачивающими жидкостями, такими как вода и нефть в пористой среде пласта коллектора:

$$P_c = P_{\text{не смачивающая фаза}} - P_{\text{смачивающая фаза}}$$

Для газонефтяной системы в пласте обычно нефть является смачивающей фазой, а газ является не смачивающей фазой.

Капиллярное давление для конкретного пласта можно измерить в серии лабораторных экспериментов на образцах отобранного керна пласта одним из следующих способов:

- метод пористой диафрагмы;
- метод закачки ртути;
- метод центрифугирования;
- динамический метод.

Форма кривой капиллярного давления зависит от размеров пор, их распределения и свойств флюида (фиг. 2). Проницаемость ниже в меньших порах с более высоким капиллярным давлением. Различные типы пород в пласте имеют разные распределения пористости, проницаемости, геометрии пор, размера частиц. Эти различия могут вызывать различные тренды градиента давления для смачивающей фазы. Петрофизические данные, полученные по данным геофизических исследований в скважине во время бурения разведочной скважины, предоставляют информацию о насыщенности пласта. Анализ интерпретации геофизических данных проведенных каротажных работ позволяет установить категории типов пород, характеризующихся различными кривыми капиллярного давления.

Изобретение

Зная измеренный градиент порового давления в интервале с подвижной не смачивающей фазой, можно рассчитать градиент давления для смачивающей неподвижной фазы, присутствующей в этом интервале пласта на уровне "начальной" связанной насыщенности. Этот градиент давления для смачивающей фазы можно рассчитать следующим образом:

$$P_{\text{смачивающая фаза}}(h) = P_{\text{не смачивающая фаза}}(h) - P_c(h).$$

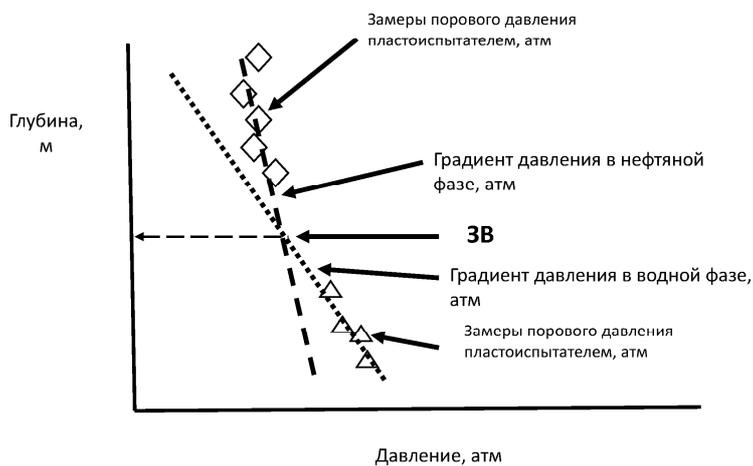
Величина значений P_c по высоте пласта может быть рассчитана по значениям водонасыщенности с использованием измеренной кривой капиллярного давления, функции P_c (фиг. 2). Необходимые значения насыщенности, связанной водой в нефтяном интервале пласта, могут быть получены из геофизических данных, интерпретации электрокаротажных данных. Для определения положения ЗВ можно использовать два установленных тренда градиентов давления для нефти (не смачивающая фаза) и воды (смачивающая фаза) в нефтяном интервале (фиг. 3). Если в разрезе пласта присутствуют различные типы пород или гидродинамически не сообщающиеся между собой пропластки, соответствующая кривая капиллярного давления должна определяться для каждого типа породы. В этом случае разные не сообщающиеся зоны пласта коллектора могут иметь разные уровни ЗВ или ВНК. Таким образом, данный способ позволяет оценить ЗВ и ВНК с использованием данных из одной разведочной скважины, включающих исследования скважины с испытателем пласта на лебедке или на трубах, петрофизические данные анализа керна (измерения капиллярного давления), геофизические, электрокаротажные исследования в скважине (насыщенность и пористость).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ оценки положения уровней зеркала воды (ЗВ) или водонефтяного контакта (ВНК), которые определяют путем нахождения точки пересечения прямых линий градиентов давления (1) для нефти или

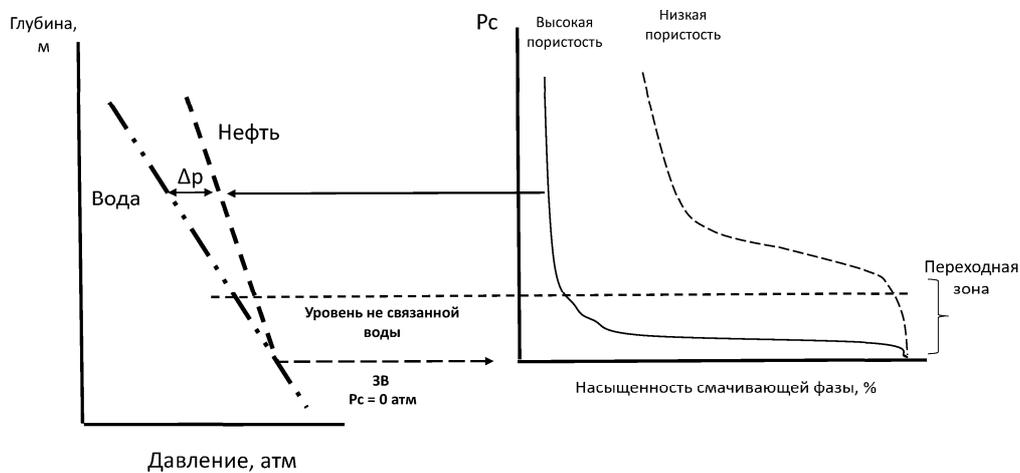
не смачивающей фазы, полученных на основе гидродинамических исследований во время бурения скважины (MWD) и (2) для воды (смачивающая фаза) в нефтяном интервале по данным изменения капиллярного давления по высоте пласта, петрофизическим данным и специальным лабораторным исследованиям керна, отобранного в нефтяном интервале, при бурении только одной разведочной скважины, вскрывшей нефтенасыщенную часть пласта и не вскрывшей водонасыщенную часть пласта и ВНК.

Анализ данных замеров порового давления в разведочной скважине



Фиг. 1

Капиллярное давление. Гидрофильная порода



Фиг. 2

Оценка уровня ЗВ

