

4) в температурных условиях эксперимента наиболее устойчивое нефтеизвлечение достигается при применении ПЭ 70-100, так как он хорошо растворяется в нефти как при 25, так и 40°C.

Литература

1. Нехорошев С.В., Коржов Ю.В., Кузьменко О.С., Кульков М.Г. Особенности осаждения асфальтенов нефти Западно-Салымского месторождения некоторыми алифатическими углеводородами // Естественные и технические науки. – 2016. - № 12 (102). – С. 14-22.
2. Рахбари Н.Ю. Экспериментальная модель разгазирования предельно насыщенных вод в пористой среде при пластовом давлении ниже давления насыщения / Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 4.

ИССЛЕДОВАНИЕ АНИЗОТРОПИИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Р.И. Ермаков

Научный руководитель – доцент В.П. Меркулов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящей работе рассматривается проблема изучения анизотропии проницаемости терригенных коллекторов в ходе разработки месторождений России. В обычном представлении, под фильтрационной анизотропией понимается соотношение горизонтальной K_h и вертикальной K_v проницаемостей, которое отражает неравномерно ориентированные неоднородности в структуре породы. Кроме этого, величина анизотропии характеризуется ориентацией или азимутом направления максимальной оси проницаемости и масштабом проявления. Её существование подтверждается многими исследованиями по всему миру. На текущий момент в России наиболее распространенным способом разработки является заводнение. Месторождения с таким способом разработки на поздних стадиях разработки характеризуются высокой обводненностью продукции скважин и низким значением коэффициента охвата пласта под воздействием. Такие результаты связывают с наличием анизотропии и движением воды по избирательным направлениям высокопроницаемых пластов от нагнетательных к добывающим скважинам [1]. Эффективность, весьма широко обсуждаемого метода, направленного гидроразрыва пласта (ГРП) зависит от задания направления трещин. Это направление зависит от соотношений радиального и тангенциального напряжений природного поля напряжений в пластах, которое в свою очередь, определяется наличием степени анизотропии в том или ином направлениях [2]. Таким образом, важность анизотропии проницаемости состоит в том, что она может сильно влиять на размещение нагнетательных и добывающих скважин для увеличения нефтеотдачи, а также её величина имеет значительное влияние на протекание гидродинамических процессов в разрабатываемых пластах при последующих стадиях разработки.

Считается, что природа анизотропии в терригенных коллекторах обусловлена взаимодействием двух или более процессов осадконакопления в горизонтальном/вертикальном направлениях и последующими тектоническими воздействиями, процессами выщелачивания и карбонизации. Как следствие, это приводит к изменению минералогии, размеров зёрен и других петрофизических параметров [3]. Таким образом, анизотропия терригенных коллекторов зависит как на микроуровне от направления ориентировки зёрен, так на макроуровне от наличия непроницаемых барьеров или фильтрационных каналов. Для сравнения в карбонатных коллекторах степень анизотропии определяется интенсивностью и различной ориентировкой трещиноватости, а также общих процессов перекристаллизации карбонатных пород с погружением на глубину [4].

Выявление и изучение анизотропии возможно несколькими способами. В работе описаны способы изучения явления на предварительно ориентированных образцах керна, индикаторных исследованиях (трассерных исследованиях) и методов гидродинамических исследованиях скважин (ГДИС). На основе данных методов можно оценивать фактическую анизотропию в виде сравнения количественных характеристик рассматриваемых свойств. Исследования на микро- и мезоуровнях (образцах керна и его шлифов) начинаются с пространственной ориентировки керна с помощью палеомагнитного метода. Он основан на способности породы, в момент образования, сохранять в своей структуре направление магнитного поля планеты в виде вектора остаточной намагниченности. В свою очередь, остаточная намагниченность состоит из суммы первичной и вязкой намагниченности. Последнее слагаемое, отражает влияние современного магнитного поля Земли. Для устранения влияния вязкой намагниченности, образец подвергают нагреваниям и переменным магнитным полям. Таким образом, керн становится ориентированным по полю происхождения пород и позволяет фиксировать упорядоченность структуры пород. Дальнейшее изучение подготовленных образцов, возможно, как и на явлении остаточной намагниченности, так и на основе упругих свойств горных пород. Итогом этих исследований может быть построение роз-диаграмм, отражающих тренды анизотропии по соответствующим свойствам [5]. Изучения на макроуровне могут быть проведены посредством трассерных исследований и ГДИС.

Суть трассерных исследований заключается в нагнетании в пласт жидкости с индикатором через нагнетательную скважину и регистрации момента её проявления в добывающих скважинах. При данных исследованиях получают следующие значения: среднюю и максимальную скорости движения индикатора и время появления индикатора. Так как, проницаемость и скорость движения индикатора зависят друг от друга линейно, то это даёт возможность охарактеризовать неоднородность межскважинного пространства [6,7].

Одним из методов ГДИС, позволяющий выявлять анизотропию является гидропрослушивание пласта. Суть этого метода заключается в изменении отбора жидкости в возмущающих скважинах и регистрации момента изменения уровня или давления в реагирующих скважинах. Далее по времени пробега волны давления между

скважинами устанавливают связь между свойствами пласта в межскважинном пространстве. Проявление анизотропии в этом случае, может выразиться в отсутствии или слабом отклике реагирующих скважин, что может указывать на слабую гидродинамическую связь между скважинами или же её отсутствие из-за барьеров [8].

В качестве примера сравнительной характеристики параметров анизотропии, рассматриваются результаты изучения анизотропии на северо-западном блоке Крапивинского месторождения.

Из таблицы следует, что преимущественным направлением анизотропии (со средним коэффициентом 2,13) является северо-восточное направление. Эти данные соответствуют розам направленности диаграмм длинных частиц и микротрещин, которые формировались в ходе процессов образования месторождения.

Таблица

Результаты изучения анизотропии проницаемости по образцам керна

Номер образца	Коллекторские свойства			Коэф. анизотропии	Направление анизотропии
	Кпо, %	Кпр, мД	Кво, %		
1230-02-А//	18,6	768,8	29,1	2,1	СВ
1230-02-Б//	18,4	371,2	28,6		СЗ
1232-02-А//	17,5	165,8	37,4	2,2	СВ
1232-02-Б//	17,4	74,6	32,7		СЗ
1234-02-А//	17,5	231,2	36,9	2,1	СВ
1234-02-Б//	17,5	112,7	32,2		СЗ
1236-02-А//	18,6	464,7	34,5	2,2	СВ
1236-02-Б//	18,5	211,5	31,8		СЗ
1237-02-А//	19,0	594,9	30,5	2,3	СВ
1237-02-Б//	19,1	256,4	28,6		СЗ
1250-02-А//	19,0	273,9	24,9	1,9	СВ
1250-02-Б//	19,1	141,2	26,8		СЗ

Литература

1. Пятибратов П. В., Аубакиров А. Р. Оценка влияния анизотропии пласта по проницаемости на эффективность циклического заводнения / П. В. Пятибратов, А. Р. Аубакиров // Экспозиция нефть газ. - 2016. - № 5. - С. 35-37.
2. Кашников Ю. А., Ашихмин С. Г. Опыт создания ориентированной трещины гидроразрыва пласта на месторождениях / Ю. А. Кашников, С. Г. Ашихмин, С. С. Черепанов, Т. Р. Балдина, Е. В. Филиппов // Нефтяное хозяйство. - 2014. - №6. - С. 40-43.
3. S. M. Luthi, E. B. Dussan V, and B.J. Pinoteau. Laboratory Characterization of Anisotropic Rock / Auzeais F. M., Ellis S. M., Luthi S. M., Dussan V. J., Pinoteau B. J. // the 65th Annual Technical Conference and Exhibition of the Soclefy of Patroleum Engineere held in New Orleans, LA. - 1990. - September 23-26.
4. Багринцева К.И. Условия формирования и свойства карбонатных коллекторов нефти и газа. М.: РГГУ, 1999 (II). 285 С.
5. Краснощекова Л. А., Меркулов В. П. Петрофизическая неоднородность нефтеносных коллекторов Игольско-Талового месторождения (Томская область) / Л. А. Краснощекова, В. П. Меркулов // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2014. – Т.9. - №2. – С. 1-12.
6. Трофимов А. С., Бердников С. В., Кривова Н. Р. Обобщение индикаторных (трассерных) исследований на месторождениях Западной Сибири / А. С. Трофимов, С. В. Бердников, Н. Р. Кривова, А. А. Алпатов, Г. И. Давиташвили, О. М. Гарипов // Территория Нефтегаз. – 2006. - №12. – С. 72-77.
7. Главнова Е. Н., Меркулов В. П., Главнов Н. Г. Сравнительный анализ методик определения анизотропии горизонтальной проницаемости пласта / Е.Н. Главнова, В.П. Меркулов, Н.Г. Главнов // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т.317. - №1. – С. 128-132.
8. Эрлагер.Р. Гидродинамические методы исследования скважин, одиннадцатое издание 2003, перевод с английского, М, 2007, 512 С.