

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МАСШТАБОВ РАССОЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАПАДНОГО И ВОСТОЧНОГО УЧАСТКОВ СЕМИЛУКСКОЙ ЗАЛЕЖИ НЕФТИ ОСТАШКОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

С. В. Козырева, Н. А. Овсянников, С. Л. Порошина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. Д. Порошин

Разработка нефтяных месторождений Припятского прогиба с использованием пресных и маломинерализованных вод для вытеснения нефти сопровождается широкомасштабным процессом растворения катагенетического галита и выносом продуктов его растворения на поверхность с попутно добываемой жидкостью. В результате этого процесса фильтрационные и емкостные свойства пород существенно изменяются. Изменение пористости и проницаемости продуктивных пород в связи с растворением катагенетического галита закачиваемой в пласт водой исследуется в работах [1]–[4] и др. Установлено, что данный процесс приводит к переформированию структуры и элементов фильтрационного потока: изменяются направления и скорости фильтрации жидкости, происходит перераспределение пластовых давлений [3], что необходимо учитывать при освоении поисковых, разведочных и эксплуатационных скважин, а также при контроле, моделировании и регулировании разработки месторождений нефти и газа. Прогноз зон локализации остаточных запасов нефти и основных показателей разработки (дебитов скважин по нефти и воде, сроков и темпов обводнения продукции за весь период разработки и т. д.) заметно различаются на моделях, построенных с учетом и без учета рассоления коллекторов. Без учета изменения проницаемости засоленных пород-коллекторов в процессе разработки залежей нефти невозможно построить достоверные геолого-гидродинамические модели залежей [3].

Специалисты российских нефтегазовых компаний пытаются решить этот вопрос путем учета результатов лабораторных исследований процесса рассоления кернов, оценки скорости растворения галита в поровом пространстве, использования теоретических представлений о ходе этого процесса [4]. Однако опыт разработки белорусских нефтяных месторождений свидетельствует, что происходящие в продуктивных пластах процессы рассоления пород-коллекторов заметно отличаются от прогнозируемых с помощью теоретических расчетов и схем, заложенных в программных продуктах. Существенную помощь в решении рассматриваемых проблем могут оказать результаты гидрохимического мониторинга [1].

Ранее такие исследования постоянно выполняли в лаборатории нефтепромысловой гидрогеологии БелНИПинефть. Для количественной оценки влияния протекающих процессов на фильтрационно-емкостные свойства пород были разработаны методики и компьютерные программы, основанные на интерпретации данных о составе и плотностях закачиваемых и попутных вод [1], [2]. Начиная с 2000 г., данные работы по различным причинам не проводятся. Сказанное относится и к подсолевой залежи Осташковичского месторождения нефти. Авторы данной статьи в какой-то степени попытались устранить этот недостаток.

Семилукская залежь Осташковичского месторождения занимает приподнятую часть моноклинали северо-западного простирания, ограниченную с юго-запада, востока и запада сложно построенной системой сбросов. Тип залежи – пластовая, тектонически экранированная. Коллекторами нефти являются кавернозные и трещиноватые доломиты, реже известняки.

Залежь введена в разработку в апреле 1967 г. скважиной 3. В настоящее время она находится на четвертой стадии разработки. В действующем фонде числится восемь добывающих и две нагнетательные скважины: в 2005 и 2006 гг. введены в эксплуатацию законтурные нагнетательные скважины 273 и 272. В 2017 г. добывающие скважины эксплуатировались со средними дебитами нефти 1,5–7,5 т/сут., дебитами жидкости 40–120 т/сут. и обводненностью продукции 93–97,5 %. Годовая закачка по залежи составляет 209 тыс. м³, годовая компенсация – 100 %, накопленная – 85 %.

С целью изучения складывающихся в залежи гидрохимических условий нами были отобраны пробы добываемых с нефтью попутных вод, химический анализ которых выполнен в лаборатории БелНИПИнефть. Совместно с сотрудниками лаборатории нефтепромысловой гидрогеологии (А. Э. Сенкевич, А. А. Ефремова) были построены графики изменения плотности закачиваемых (скважины 272 и 273) и попутных (скважины 206 и 208) вод в процессе их эксплуатации, рассчитаны по программе KANAL объемы вынесенного с попутными водами галита и ряд других гидрохимических показателей. Результаты проведенных исследований показывают, что складывающаяся гидрохимическая обстановка в рассматриваемых участках залежи определяется преимущественно объемами и химическим составом вод, используемых в системе ППД. Так, с вводом скважины 273 долевое участие закачиваемых вод в попутно добываемых рассолах скважины 206 возрастает с 0,55 до 0,80. При этом благодаря невысокой минерализации закачиваемых вод резко растет значение растворимости хлористого натрия (от 92 до 161 г/л). В следующий период (до 2011 г.) эти показатели практически стабилизируются, что определяется стабилизацией плотности закачиваемых вод на уровне около 1,1 г/см³. В эти годы отмечается закономерный рост плотностей попутных вод и объемов выносимого галита (таблица). Последнее связано преимущественно с увеличением объемов добычи попутных вод. С 2011 г. обстановка в восточном участке залежи заметно изменяется: в продуктивные пласты закачиваются воды более высокой плотности (1,14–1,18 г/л), при этом периоды закачки вод с высокой плотностью сменяются периодами закачки вод с пониженными значениями этого показателя. На такие колебания попутных вод скважины 206 реагирует соответствующими уменьшениями или увеличениями плотности через определенные интервалы времени (8–12 месяцев). Учитывая расстояние между нагнетательной и добывающей скважиной, скорость передвижения флюидов в данном участке залежи оценивается в 10–12 м/сут. Следует отметить, что установленные ранее по гидрохимическим данным скорости движения закачиваемых вод на ранних стадиях обводнения добываемой продукции добывающих скважин на нефтяных месторождениях Беларуси оценивались в десятые доли – первые метры в сутки [1]. Очевидно, что на кратное увеличение скоростей фильтрации флюидов оказал процесс рассоления коллекторов, образующих сеть фильтрационных каналов скважины 206.

Увеличение плотности закачиваемых вод, чередование периодов закачки вод пониженной и повышенной плотности, начиная с 2011 г., приводит не только к периодическому изменению плотностей попутных вод, но и к заметным колебаниям объемов выносимого галита. При этом в период прихода к скважине 206 вод повышенной плотности величина этого показателя заметно снижается (вплоть до нуля), а при распреснении попутных вод опять возрастает. Такой характер рассоления продуктивных коллекторов свидетельствует в пользу того, что эту особенность можно использовать для регулирования (подавления или усиления) происходящих в продуктивных пластах процессов увеличения пористости и проницаемости. Значит, в тех случаях, когда нам нужно рассолить низкопроницаемые засоленные коллекторы, мы должны использовать для ППД пресные или маломинерализованные воды.

В случае отрицательного влияния процесса рассоления на разработку месторождения (резкий рост обводнения, снижение охвата пластов вытеснением) целесообразно подавлять этот процесс путем закачки высококонцентрированных рассолов с плотностью 1,17–1,18 г/л и более. Отметим схожие с вышеописанными процессы проявляющиеся и в пределах западной части залежи (район нагнетательной скважины 272 и добывающей скважины 208), однако здесь устанавливаются некоторые свои особенности их протекания. Оценка объемов дополнительно сформировавшихся фильтрационных каналов за счет рассоления продуктивных коллекторов в районах действия скважин 206 и 208 отражена в таблице. Суммарное значение этой величины составило 9,5 и 13,1 тыс. м³, соответственно.

**Объем выносимого галита по скважинам 206 и 208
Осташковичского месторождения**

Скважина 206		Скважина 208	
Дата отбора пробы	Объем выносимого галита, м ³	Дата отбора пробы	Объем выносимого галита, м ³
Апрель 1984	0	Январь 1990	0
Январь 1990	0	Январь 1991	0
Декабрь 1992	0	Июнь 1993	10
Август 1994	34	Май 2001	9
Апрель 2006	920	Февраль 2007	6683
Май 2009	1259	Ноябрь 2008	1082
Январь 2011	2543	Сентябрь 2009	313
Октябрь 2012	2104	Сентябрь 2011	2956
Март 2017	0	Май 2012	2029
Октябрь 2018	2643	Февраль 2019	0
Февраль 2019	0		
<i>Итого</i>	9503	–	13073

Таким образом, проведенные исследования по оценке масштабов рассоления пород коллекторов в западной и восточной части подсолевой залежи Осташковичского месторождения свидетельствуют о достаточно высокой скорости протекания этих процессов в настоящее время и зависимости его интенсивности от состава и общей минерализации используемых для ППД подтоварных вод. Полученные результаты рекомендуется использовать при корректировке существующей гидродинамической модели залежи, а также для решения различных вопросов по регулированию ее разработки.

Литература

1. Порошин, В. Д. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений / В. Д. Порошин, В. В. Муляк. – М. : Недра, 2004. – 220 с.
2. Порошин, В. Д. Изменение емкостных и фильтрационных свойств коллекторов в процессе разработки нефтяных месторождений Беларуси / В. Д. Порошин // Геология нефти и газа. – 1996. – № 9. – С. 43–48.

3. Жогло, В. Г. Геолого-гидродинамические условия разработки залежей нефти в засоленных карбонатных коллекторах (на примере Золотухинского и Осташковичского месторождений Припятского прогиба) / В. Г. Жогло, С. И. Гримус. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 170 с.
4. Гринченко, В. А. Повышение эффективности выработки запасов нефти в засоленных коллекторах : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Тюмень : ТюмГНУ, 2013. – 24 с.