

СЕКЦИЯ I МАШИНОСТРОЕНИЕ И НЕФТЕГАЗОРАЗРАБОТКА

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ПЛАСТОВЫХ ПОРОД ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН ПОДСОЛЕВОЙ ЗАЛЕЖИ ЗОЛОТУХИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ РАСТВОРЕНИЯ КАТАГЕНЕТИЧЕСКОГО ГАЛИТА

Я. А. Майлат

БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»,
г. Гомель

Научный руководитель В. Д. Порошин

Рассмотрены причины и особенности изменения фильтрационно-емкостных свойств засоленных продуктивных пород в процессе эксплуатации добывающих скважин нефтяных месторождений Припятского прогиба, показаны результаты расчета изменений фильтрационных свойств горных пород на гидродинамической модели подсолевой залежи Золотухинского месторождения, выделены перспективные направления для исследования и дальнейшего повышения качества моделирования засоленных коллекторов.

Ключевые слова: катагенетический галит, призабойная зона пласта, гидродинамическая модель, рассолонение, Припятский прогиб.

Нефтяные месторождения Республики Беларусь залегают в засоленных коллекторах. Способность галита растворяться при взаимодействии с закачиваемыми для поддержания пластового давления (ППД) водами приводит к изменению свойств пород в процессе разработки нефтяных залежей, что сильно отражается на показателях работы скважин. При этом наряду с галитом в порах, трещинах и кавернах пород-коллекторов также присутствуют доломит, ангидрит и кальцит. Однако эти минералы характеризуются низкой растворимостью в пресной воде, поэтому их наличие практически не влияет на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород при организации системы ППД [1]. Учет процесса растворения галита в пласте необходим для объективной оценки показателей работы скважин и планирования геолого-технических мероприятий. Поэтому основной задачей работы является оценка степени изменения характеристик продуктивных пород в призабойных зонах скважин, в которых при разработке залежей нефти происходит процесс растворения катагенетического галита, при гидродинамическом моделировании.

Для подсолевых, межсолевых и внутрисолевых отложений Припятского прогиба характерно присутствие галита в поровом пространстве (рис. 1). Заполнение пор и вторичных пустот солью резко снижает ФЕС пород на начальных стадиях разработки нефтяных месторождений [2].

При взаимодействии с закачиваемыми в нефтяные залежи водами фильтрационно-емкостные и фильтрационные свойства продуктивных пород претерпевают существенные изменения за счет растворения вторичного галита. Это свидетельствует о необходимости изучения данного процесса и учета особенностей его проявления при проведении поисково-разведочных работ, подсчете запасов нефти, анализе, контроле, моделировании и регулировании разработки нефтяных залежей.

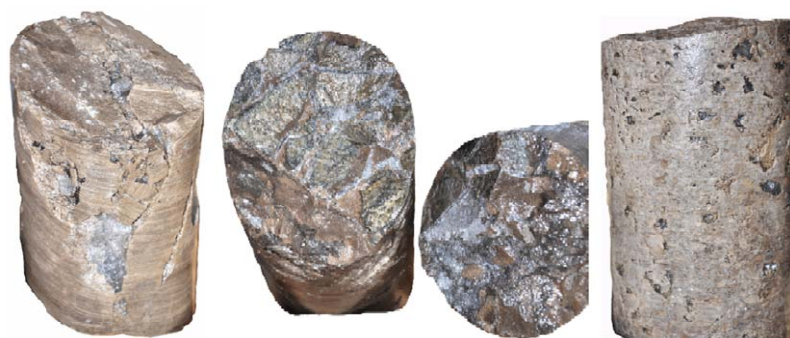


Рис. 1. Фотографии образцов керна скважины № 281 Осташковичского месторождения, трещины и каверны которого заполнены галитом

Специалистами БелНИПИнефть и ГГТУ им. П. О. Сухого разрабатывались различные методы оценки масштабов рассоления продуктивных пород нефтяных месторождений по промысловым гидрохимическим данным, построены карты избыточного содержания хлористого натрия в попутно добываемых водах и объемов вынесенного галита [3]. Одним из методов оценки влияния процесса рассоления на разработку нефтяных месторождений является построение численных гидродинамических моделей.

По результатам исследований засоления подсолевой залежи Золотухинского месторождения [4] было установлено, что химический состав попутных вод добывающих скважин формировался не только за счет смешения закачиваемых и пластовых вод, но и за счет растворения катагенетических галитовых выполнений трещин, пор и каверн, что увеличивает эффективную пористость и проницаемость пласта-коллектора. Показано [5], что попытки воспроизведения истории разработки на модели классическими методами адаптации не закончились успехом. В работе [6] рассоление коллектора моделировалось путем многократного итеративного увеличения проницаемости каналов фильтрации между добывающими и нагнетательными скважинами. Однако использование данного метода существенно утяжеляет итоговую гидродинамическую модель, замедляя итоговое время расчета, и затрудняет проведение прогнозных расчетов ГТМ на ней. В данной реализации воспроизведение исторических показателей было достигнуто путем подбора объема законтурной области и исходного куба проницаемости, достаточного для обеспечения текущей энергетики залежи. Процесс рассоления был воспроизведен путем увеличения проводимости межскважинных участков исходя из фактического темпа обводнения скважин.

Вследствие растворения галита в поровом пространстве изменяется также и проницаемость призабойных зон скважин и, как следствие, увеличивается их коэффициент продуктивности. По результатам адаптации гидродинамической модели для скважин семилукско-саргаевской залежи с исходной проницаемостью 20–70 мД для направления потоков воды и имитации рассоления проводимость в межскважинном пространстве увеличивалась до 10 раз, в приразломных зонах – до 100 раз. Коэффициенты продуктивности скважин после прихода воды к забою при этом увеличились до 10 раз. С помощью учета процесса рассоления удалось добиться необходимых показателей сходимости при настройке модели. Карта изменения проводимости процесса рассоления представлена на рис. 2. Итоговые результаты адаптации гидродинамической модели подсолевой (vr-sr) залежи Золотухинского месторождения показаны на рис. 3.

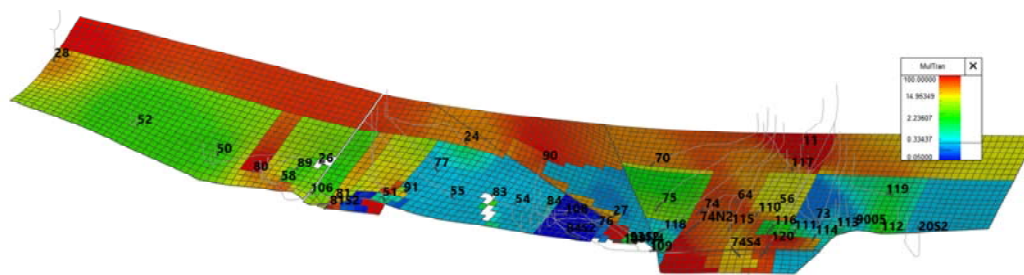


Рис. 2. Изменение проводимости при моделировании процесса рассолонения для семилукского горизонта подсолевой залежи Золотухинского месторождения на последнем расчетном шаге (03.2025 г.)

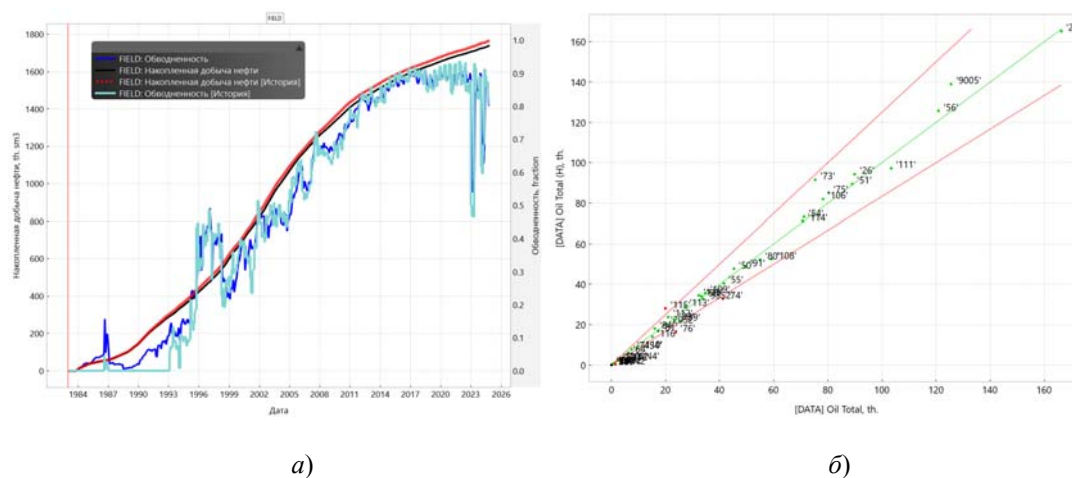


Рис. 3. Результаты адаптации гидродинамической модели подсолевой (vr-sr) залежи Золотухинского месторождения:
а – график сравнения накопленной добычи нефти и обводненности между историческими и модельными значениями по залежи; б – сравнение модельной (ось X) и исторической (ось Y) накопленной добычи нефти (кросс-плот) по скважинам

Таким образом, в качестве перспективных направлений для дальнейшего повышения качества моделирования выделяются задание начального распределения пластовой соли в пласте в явном виде для моделирования процесса вымывания галита пресной или слабоминерализованной водой, расчет эффективности геологических мероприятий, направленных на изменение фильтрационных потоков, а также учет гидрохимических исследований по оценке рассолонения коллекторов при построении гидродинамической модели.

Литература

1. К вопросу о влиянии галитовой минерализации на особенности разработки залежей нефти в низкопроницаемых породах-коллекторах Припятского прогиба. / В. Г. Жогло, А. А. Махнач, Я. Г. Грибик [и др.] // Природные ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 14–21.
2. К вопросу изучения засоленных коллекторов Припятского прогиба геофизическими методами / В. Д. Порошин, И. В. Качура, С. В. Козырева [и др.] // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2020. – № 1 (80). – С. 81–93.
3. Научно-методическое сопровождение гидрохимического мониторинга разработки Золотухинского месторождения нефти : отчет о НИР (заключ.) 520-20 / Гомел. гос техн ун-т им. П. О. Сухого ; рук. В. Д. Порошин. – Гомель, 2020. – 239 с.

4. 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.
5. Основные направления изучения засоленных коллекторов нефтяных месторождений Республики Беларусь / В. Д. Порошин, А. В. Халецкий, С. И. Гримус [и др.] // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф., Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель, 2018. – С. 290–292.
6. Жогло, В. Г. Геолого-гидродинамические условия разработки залежей нефти в засоленных карбонатных коллекторах (на примере Золотухинского и Осташковичского месторождений Припятского прогиба) : монография / В. Г. Жогло, С. И. Гримус. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 170 с.

КОНТРОЛЬ ДАВЛЕНИЯ ПРИ ВСКРЫТИИ ИНТЕРВАЛОВ РАЗРЕЗА С АНОМАЛЬНО ВЫСОКИМ ПЛАСТОВЫМ ДАВЛЕНИЕМ

И. С. Авласенко

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

Научный руководитель В. Д. Порошин

В подсолевом и межсолевом нефтегазоносных комплексах ряда районов Припятского прогиба встречены пласты с аномально высокими пластовыми давлениями (АВПД). Рассмотрен один из наиболее эффективных методов проводки глубоких скважин в зонах распространения АВПД, основанный на технологии бурения с управляемым давлением. Представлено обсуждение вопроса научного обоснования выбора технологии строительства и конструкции скважины в условиях узкого или неизвестного окна бурения для конкретных геолого-технических условий одного из участков рассматриваемого региона.

Ключевые слова: скважина, промысловая жидкость, окно бурения, регулирование давления, бурение, плотность, АВПД, эквивалентная циркуляционная плотность.

При поисково-разведочном бурении в подсолевом и межсолевом нефтегазоносных комплексах целого ряда зон и локальных объектов Припятского прогиба встречены аномально высокие пластовые давления (АВПД) [1]. Так, при доразведке подсолевых залежей восточного блока Гарцевского нефтяного месторождения в межсолевых отложениях (туровские слои елецкого горизонта) были вскрыты породы-коллекторы с АВПД с весьма высокими значениями коэффициента аномальности. Условия бурения на скважинах с АВПД характеризуются узким допустимым диапазоном статической и циркуляционной плотности бурового раствора («окном бурения»). По этой причине вскрытие нефтегазоносного резервуара с АВПД привело к значительному непроизводительному времени строительства скважины. Были понесены дополнительные затраты при борьбе с нефтегазоводопроявлением (НГВП) и поглощениями.

В мировой практике одной из наиболее эффективных технологий в схожих условиях узкого окна бурения является бурение с регулируемым давлением (БРД) [2]. Данная технология является дорогостоящей и ее применение экономически оправдано не на каждой скважине.

Применение технологии БРД снижает затраты на химические реагенты и буровой раствор, поглощаемые при превышении давления гидроразрыва. Проявления газонефтяной смеси из пласта оперативно обнаруживаются, а их объем значительно уменьшается за счет создания противодействия [3].