**УДК 552.5:551.444**

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЕ ПЛАСТА В ПЕРИОД БУРЕНИЯ И ОСВОЕНИЯ СКВАЖИН, ВСКРЫВШИХ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ ПЛАСТОВЫЕ РАССОЛЫ**

**(НА ПРИМЕРЕ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА)**

**Н.И. Будник**

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

[*N.Budnik@beloil.by*](mailto:N.Budnik@beloil.by)

В структуре запасов нефти на разрабатываемых месторождениях Беларуси неуклонно растет доля трудноизвлекаемых запасов, сосредоточенных в низкопроницаемых коллекторах и заводненных зонах разрабатываемых месторождений. По состоянию на 2014 г. из числящихся на балансе РУП «ПО «Белоруснефть» остаточных извлекаемых запасов нефти более 67 % относятся к трудноизвлекаемым, 42 % этих запасов сосредоточены в залежах с низкопроницаемыми коллекторами и вязкими нефтями. Согласно классификации К.Е. Багринцевой [1], к низкопроницаемым относятся карбонатные коллекторы, коэффициент проницаемости которых изменяется от 1,0 до 10,0 мД.

Низкая проницаемость пород-коллекторов в подсолевых и межсолевых залежах нефти Припятского прогиба во многом связана с катагенетической кольматацией пустотного пространства галитом и другими минералами (ангидрит, кальцит, доломит). Это отмечается и в других нефтесоленосных бассейнах (Иркутский амфитеатр и Тунгусский бассейн в России, Триасовая провинция в Алжире, бассейн Мичиган в США) [2]. Таким образом, проблема оптимального ведения разведки и разработки нефтяных залежей с засоленными коллекторами является типовой для бассейнов, нефтеносность которых связана с мощными эвапоритсодержащими осадочными толщами.

Припятский прогиб один из немногих осадочно-породных бассейнов мира, где довольно широко распространен катагенетический галит в подсолевых и межсолевых отложениях. Массы его крупных кристаллов, иногда относительно тонкозернистые агрегаты залечивают каверны, поры, тектонические трещины, стилолитовые швы в карбонатных и карбонатно-глинистых и вулканогенно-осадочных породах. Галитовая минерализация встречается на разных стратиграфических уровнях межсолевого комплекса и практически во всех горизонтах девонских подсолевых отложений [2].

Широкое развитие катагенетического галита в породах-коллекторах нефтяных месторождений Припятского прогиба убедительно подтверждается результатами гидрохимического мониторинга, полученными В.Д. Порошиным и В.В Муляком при контроле разработки нефтяных месторождений [3-4]. Оценка масштабов проявления процессов растворения катагенетического галита выполнена данными исследователями для целого ряда месторождений, на которых в разное время для поддержания пластового давления в залежах использовались пресные воды (Березинское, Дубровское, Золотухинское, Мармовичское, Полесское, Осташковичское, Южно-Сосновское).

Так, результаты проведенных исследований и балансовые оценки показали, что химический состав попутных вод межсолевой залежи Осташковичского месторождения формировался не только за счет смешения закачиваемых и пластовых вод, но и за счет растворения катагенетических галитовых выполнений трещин, пор и каверн, широко развитых как на водо-нефтяном контакте (ВНК), так и в продуктивной части разреза.

Факт растворения катагенетического галита в процессе нагнетания пресными водами подтверждается также исследователями (В.Г. Жогло, С.И. Гримус) в ходе моделирования истории разработки гидродинамических моделей межсолевой и подсолевых залежей нефти Осташковичского месторождения. Получить удовлетворительное совпадение модельных и фактических пластовых давлений и обводненности продукции добывающих скважин удалось лишь после семи-десятикратного увеличения проницаемости региональных зон трещиноватости и слоя закольматированных пород на ВНК [5-6].

С целью увеличения продуктивности скважин в процессе освоения карбонатных коллекторов широкое распространение получили солянокислотные обработки. Это различные солянокислотные ванны, многообъемные солянокислотные обработки, разрывы и др. Основным предназначением этих методов является увеличение проницаемости коллектора за счет растворения минералов горной породы. В результате взаимодействия кислоты с известняком и доломитом образуются высоко растворимые в водной среде хлориды кальция и магния, которые оказывают высаливающее воздействие на близкие к насыщению по галиту пластовые рассолы.

Автором выполнено термодинамическое моделирование процесса взаимодействия технической воды, обогащенной водорастворимыми хлоридами кальция и магния с пластовыми рассолами в прискважинной зоне. Для расчетов использовано программное обеспечение «Somix\_BL» (разработчик – В.Н. Озябкин). По результатам расчетов установлено, что при взаимодействии продуктов реакции с пластовыми рассолами в скважинах, содержащих высокоминерализованные (свыше 300 г/л) пластовые рассолы происходит выпадение в осадок галита в призабойной зоне скважины, тем самым ухудшается пористость и проницаемость в зоне смешивания растворов. Осадкообразование галита объясняется получением пересыщенного солевого раствора при привнесении в систему избыточного иона Cl-.

Выводы:

1. Низкая проницаемость пород-коллекторов зачастую связана с катагенетической кольматацией пустотного пространства пород-коллекторов;
2. Процесс выпадения кристаллического галита подтверждается результатами термодинамического моделирования процесса смешения соленасыщенного фильтрата бурового раствора с пластовыми рассолами;
3. При взаимодействии раствора, состоящего из продуктов реакции солянокислотных обработок с пластовыми рассолами высокой минерализации, происходит выпадение галита в результате пересыщения раствора ионом Cl- , что приводит к уменьшению пористости и проницаемости в зоне смешивания растворов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Багринцева К.И. Карбонатные породы-коллекторы нефти и газа. – М.: Недра, 1977. – 220 с.
2. . Махнач А.А. Катагенез и подземные воды. ‑ Минск: Наука и техника, 1989. – 335 с.
3. Муляк В.В., Порошин В.Д. Гаттенбергер Ю.П., Абукова Л.А., Леухина О.И. Гидрохимические методы анализа и контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. ‑ М.: ГЕОС, 2007. – 245 с.
4. Порошин В.Д., Муляк В.В. Методы обработки и интерпретации гидрохимических данных при контроле разработки нефтяных месторождений. – М.: ООО Недра-Бизнесцентр, 2004. – 220 с.
5. 2 Жогло В.Г., Гримус С.И. «Анализ и моделирование разработки Осташковичского месторождения как основа для оптимизации выработки остаточных запасов нефти» // Материалы международной научно – практической конференции «Теория и практика современных методов интенсификации добычи нефти и увеличения нефтеотдачи пластов», (25-27 мая 2011 г., г. Речица). – Гомель: ОАО «Полеспечать», 2012. – С. 424-435.
6. 3 Жогло В.Г., Демяненко А.Н, Гримус С.И. Исследование пространственной структуры фильтрационных потоков разрабатываемых залежей нефти на примере Осташковичского месторождения» // Бурение и нефть. – 2011. №12. С. 22-24.
7. Солодовников, А.О. Повышение эффективности кислотных обработок призабойных зон скважин при высокой минерализации пластовых вод/ А.О. Солодовников // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Т. II. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2013. – С. 39-41.