

Рис. 1. График пульсации давления рабочей жидкости в скважине 155 Н.-Давыдовского месторождения

Дополнительная добыча за счет внедрения технологии кавитационно-импульсного воздействия на пяти объектах составила около 6640 т. Принимая в расчет эффективные и среднеэффективные работы, успешность составляет 80 %. Прирост коэффициента продуктивности в относительном выражении до 60 %. Наибольший эффект достигается в скважинах с продуктивностью ниже $1 \text{ м}^3/(\text{сут} \cdot \text{МПа})$. Эффективность работ увеличивается при нормальной энергетике залежи, что характерно для ГТМ по интенсификации. Сравнительный анализ эффективности от кавитационно-импульсного воздействия с традиционными технологиями: простыми и направленными кислотными обработками, по объектам на аналогичных месторождениях и залежах, показал эффект от кавитационно-импульсного воздействия в среднем выше на 30 %.

Литература

1. Повышение продуктивности и реанимация скважин с применением виброволнового воздействия / В. П. Дыбленко [и др.]. – М. : Недра, 2000. – 382 с.
2. Ибрагимов, Л. Х. Интенсификация добычи нефти / Л. Х. Ибрагимов, И. Т. Мищенко, Д. К. Челоянц. – М. : Наука, 2000. – 414 с.
3. Омелянюк, М. В. Гидравлические генераторы колебаний в нефтегазовом деле / М. В. Омелянюк // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2011. – № 3. – С. 54–60.
4. Моделирование гидродинамических процессов при кавитационно-импульсной кислотной обработке нефтедобывающих скважин / Д. В. Ткачев [и др.] // Современные проблемы машиноведения : тез. докл. X Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 23–24 окт. 2014 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, ОАО «Компания «Сухой» ; под общ. ред. С. И. Тимошина. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – С. 79–80.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЗАСОЛОНЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

В. А. Семенова, С. Л. Порошина, С. В. Козырева

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

Научный руководитель В. Д. Порошин

Для подсолевых, межсолевых и внутрисолевых отложений Припятского прогиба характерно присутствие галита в поровом пространстве. Заполнение пор и вторичных пустот солью резко снижает фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород.

При взаимодействии с закачиваемыми водами ФЭС таких пород существенно изменяются за счет растворения галита. Это должно учитываться при освоении скважин, а также при подсчете запасов УВ, контроле, моделировании и регулировании разработки месторождений нефти и газа. Для учета таких изменений прежде всего необходимы детальные сведения по локализации и степени засоления продуктивных коллекторов в пределах нефтегазоносных пластов и горизонтов. Отсутствие этих сведений по месторождениям Беларуси не позволяет адекватно отразить активность проявления процесса рассоления коллекторов в различных участках разрабатываемых объектов, что указывает на необходимость выделения в продуктивных горизонтах зон и участков распространения засоленных пород. В этой связи перед специалистами в области промысловой и полевой геофизики Республики Беларусь ставится задача выделения в продуктивных горизонтах засоленных пород для изучения их распространения как по разрезу, так и по площади нефтяных месторождений.

Наиболее полная информация по вопросу изучения степени засоленности пород методами ГИС имеется по залежам нефти и газа юга Сибирской платформы [1]. Подходы по изучению засоленных коллекторов, предложенные российскими специалистами, заметно различаются как по набору используемых методов ГИС, так и по способам интерпретации первичных материалов. Детальный анализ, обобщение теоретических разработок и опыта интерпретации лабораторных и промыслово-геофизических данных для выделения и оценки качества засоленных коллекторов Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия) в комплексе со сведениями о строении продуктивных коллекторов Припятского прогиба позволяют рассмотреть возможные подходы к апробации или адаптации разработанных в России методов интерпретации данных ГИС применительно к условиям нефтяных месторождений Беларуси [2].

Одним из предлагаемых подходов к выделению засоленных коллекторов в нашем регионе является использование данных радиоактивного каротажа (в том числе ННКТ), что отмечалось Ф. Ц. Денисюком и другими исследователями еще в начале шестидесятых годов прошлого столетия. Для этой цели предлагался способ сопоставления фиктивных значений пористости, рассчитанных по материалам различных методов. В 1984 г. А. В. Синьков и Г. Г. Яценко (ВНИИГИК) предложили выделять солесодержащие породы в карбонатном разрезе по результатам сопоставления показаний НГК и ННКТ. Позже В. А. Ващенко и М. М. Мандельбаум констатируют, что выделение засоленных интервалов пород производится по данным ННКТ НГК, АК и ГГКП, влияние галита на показания которых различно по величине и знаку.

Так как большинство ранее пробуренных скважин охарактеризовано ограниченным количеством методов промыслово-геофизических исследований, Г. М. Золоевой с соавторами разработаны способы изучения засоленных коллекторов стандартными методами ГИС (рис. 1).

При наличии представительного керна выделение засоленных интервалов предлагается производить также путем сопоставления результатов определения пористости по керну и НГМ. Присутствие хлора в породах приводит к увеличению показаний НГМ, соответственно к снижению определяемой величины $K_{пНГМ}$. При сопоставлении кривых пористости по данным представительного керна и НГМ в интервалах с отсутствием галитового цемента должно наблюдаться совпадение сравниваемых величин, а в засоленных интервалах – расхождение ($K_{пНГМ} < K_{п.кern}$). Для использования данного подхода к интерпретации кривых НГК необходимы массовые лабораторные данные по содержанию галита в пустотном пространстве изучаемых пород. Так как такие данные

имеются только по Березинскому месторождению, данный объект рекомендуется в качестве первоочередного для апробации вышеизложенного метода.

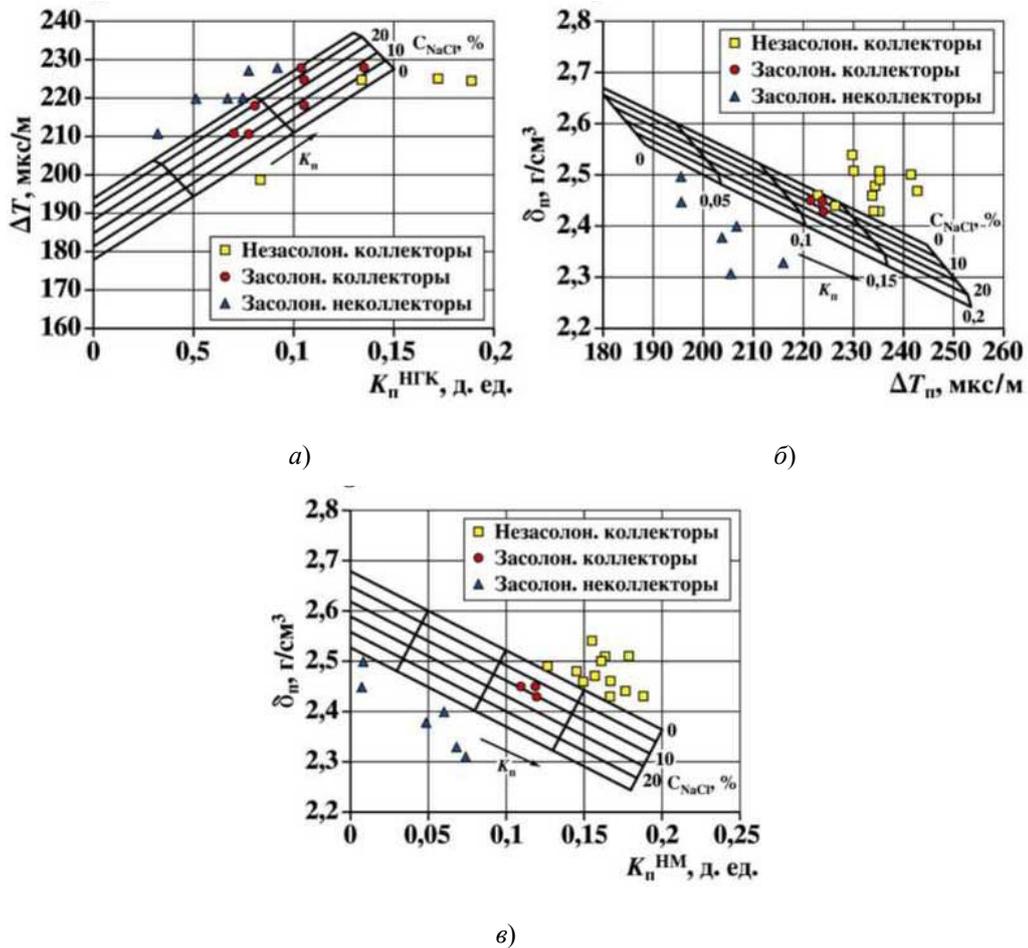


Рис. 1. Примеры палеток для комплексов АК + НГМ; ГГМ-П + АК; НГМ + ГГМ-П:
 $a - \Delta T_n = f(K_{nm}, C_{NaCl})$; $b - \delta_n = f(K_{nm}, C_{NaCl})$; $c - \delta_n = f(\Delta T_n, C_{NaCl})$ [13]

А. В. Городновым и В. Н. Черноглазовым разработана методика оценки степени засоления коллекторов и определения их емкостных свойств по комплексу акустического и нейтронного методов. В результате проведенных исследований ими была построена серия палеток для определения содержания соли в гидрофильных и гидрофобных породах по данным нейтронного и акустического методов.

Специалистами РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина было предложено комплексирование методов ГГКп-НК и АК-НК. Такой подход позволил учесть степень засоленности и определить коэффициент пористости пород Верхнечонского горизонта. Надежность предложенных алгоритмов подтвердилась сходимостью коэффициентов пористости, определенных по керну, ЯМК, ГГК-НК и АК-НК при подсчете запасов Верхнечонского месторождения.

Упомянутые выше палетки следует апробировать с целью выбора наиболее рациональных подходов к изучению засоленных коллекторов Припятского прогиба.

Для выделения коллекторов и литотипов пород в районах развития засоленных отложений специалистами ОАО «ЦГЭ» рекомендуется строить своеобразные графики сопоставления ГИС–ГИС и керн–ГИС.

Коллективом сотрудников ООО «ГазпромВНИИГАЗ» и ООО «ЦНИП ГИС» построены зависимости для определения по ГИС расчетных геологических параметров (коэффициентов пористости и нефтегазонасыщенности) и оценены коэффициенты проницаемости пород. Впервые при подсчете запасов на Чаяндинском нефтегазоконденсатном месторождении коэффициент пористости оценивался по акустическому импедансу. Кроме того, с учетом новых данных керна и информации о степени засоленности пород проведено районирование территории и уточнены граничные значения коэффициентов пористости и проницаемости продуктивных горизонтов для зон распространения коллекторов с различной степенью засоления. Определение пористости пород Ботубинского, Хамакинского и Талахского продуктивных горизонтов реализовано по данным акустического и гамма-гамма-плотностного каротажа с использованием зависимостей типа «керн–керн» и «керн–ГИС». Подобный подход рекомендуется апробировать и на месторождениях Припятского прогиба.

Еще один подход к изучению засоленных коллекторов сложился у специалистов ООО «Нефтегазгеофизика». Они утверждают, что комплекс методов (2ННК-НТ + 2ИНГК) обеспечивает определение содержания галита в породе с погрешностью не выше 0,7–1,0 % благодаря аномально высокому сечению захвата тепловых нейтронов в галите, а также линейности измеряемого сечения относительно объемного содержания галита. Включение в комплекс аппаратуры литоплотностного каротажа позволит снизить указанную выше погрешность примерно в 1,5 раза.

С. Г. Крекнин с соавторами показали, что применение импульсного нейтронного гамма-спектрометрического каротажа (ИНГК-С) позволяет достаточно надежно определять концентрацию соли в поровом пространстве. Использование этого метода в комплексе со стандартным и ядерно-магнитным каротажом способствует повышению достоверности определения пористости и проницаемости засоленных коллекторов. В связи с этим видится целесообразным включение метода ИНГК-С в детальный комплекс ГИС по скважинам Припятского прогиба.

Таким образом, детальный анализ результатов изучения засоленных коллекторов в нефтегазоносных комплексах Припятского прогиба, обобщение теоретических разработок и накопленного опыта использования лабораторных и промыслово-геофизических данных для выделения и оценки качества засоленных коллекторов юга Сибирской платформы позволили обосновать подходы к разработке новых, апробации или адаптации разработанных в Российской Федерации методик интерпретации данных ГИС применительно к условиям нефтяных месторождений Беларуси. Внедрение таких методик будет способствовать повышению эффективности освоения нефтегазовых ресурсов нашей республики [2].

Литература

1. Проблемы и направления исследования засоленных коллекторов Припятского прогиба промыслово-геофизическими методами / В. Д. Порошин [и др.] // Современные проблемы машиноведения : материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. П. О. Сухому), Гомель, 22–23 нояб. 2018 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2018. – С. 292–294.
2. К вопросу изучения засоленных коллекторов Припятского прогиба геофизическими методами / В. Д. Порошин [и др.] // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2020. – № 1. – С. 81–93.