

чиваемой жидкости; температуры статорных обмоток погружного электродвигателя; осевого и радиального виброускорения в нижней части погружного электродвигателя. Принцип работы системы основан на преобразовании сигналов внутренних и выносных датчиков подземного блока в цифровой код с целью их дальнейшей передачи в станцию управления электропогружной установки для принятия соответствующего решения. Использование результатов представленной модели обеспечит: снижение капитальных и эксплуатационных затрат при внедрении новых комплектов системы; высокую электромагнитную стойкость составных блоков системы при простых замыканиях на землю в электроцентробежном насосе; расширение температурного диапазона работы подземного блока до 150 °С; достоверный контроль сопротивления изоляции установки электроцентробежного насоса в диапазоне от 10 кОм до 10 МОм; снижение погрешности и инерционности измерений по каналам давления и температуры.

В общем объеме проведенных конструкторско-технологических, сборочно-монтажных и экспериментально-технических мероприятий была осуществлена проработка функционально-конструктивного построения составных блоков системы, выполнена программно-аппаратная стыковка ее внутренних электронных модулей между собой, разработаны электрические принципиальные схемы и схемы монтажных соединений изделия, реализовано и протестировано соответствующее программное обеспечение, предназначенное как для функционирования изделия в целом, так и для его адаптации в действующую программно-аппаратную среду. Были решены вопросы, связанные с технологией изготовления, системы, что позволило создать и испытать опытный образец. Внедрение разработанной системы позволит получать достоверные телеметрические данные во всем диапазоне работы погружного электродвигателя, повысить надежность установки электроцентробежного насоса и снизить эксплуатационные затраты и издержки, а в целом создать условия для обустройства интеллектуальных нефтепромыслов. Доступность постоянно пополняющихся производственных данных в режиме реального времени позволит дистанционно управлять объектами нефтедобычи и повысить эффективность их эксплуатации.

Литература

1. Евтин, П. В. Новые технологии – нефтегазовому региону : материалы Междунар. науч.-практ. конф. / П. В. Евтин. – Тюмень : ТИУ, 2016. – Т. 1. – 398 с.

ВЫДЕЛЕНИЕ ЗАСОЛЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ МЕТОДАМИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ДОМАНОВИЧСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

А. В. Сошенко, Е. И. Машечко

*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти
БелНИПИнефть*

В. А. Семенова

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

Научный руководитель И. С. Шепелева

Горные породы, пустотное пространство которых частично или полностью заполнено вторичным галитом, именуют засоленными коллекторами. На территории Беларуси катагенетическая кальматация пустотного пространства пород-коллекторов

галитом и другими минералами характерна для внутрисолевых и межсолевых залежей нефти Припятского прогиба.

Наряду с галитом в коллекторах также присутствуют ангидрит, доломит и кальцит, однако перечисленные минералы не представляют значительного интереса для исследований, поскольку характеризуются достаточно низкой растворимостью в пресной воде и не оказывают существенного влияния на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) пород. Проявление процесса катагенетической галитизации, в свою очередь, обуславливает значительное снижение пористости и проницаемости пород-коллекторов на многих нефтяных месторождениях Припятского прогиба, следствием чего является уменьшение объема как геологических, так и извлекаемых запасов нефти, уменьшение коэффициента вытеснения нефти из пласта, ограничение охвата залежи воздействием, а также падение продуктивности добывающих и приемистости нагнетательных скважин [1].

При взаимодействии с водой ФЕС пород, поры которых полностью либо частично заполнены солью, значительно изменяются за счет растворения галита. Целью данной работы является выявление засоленных коллекторов в пределах нефтегазоносных пластов, а именно определение их локализации и степени засоления, для учета изменения ФЕС в процессе рассоления, что, в свою очередь, поможет повысить нефтеотдачу пластов. Ниже рассмотрена применимость методов геофизических исследований скважин для решения вышеперечисленных задач на примере Северо-Домановичского месторождения нефти.

Для выявления засоленных коллекторов на Припятском прогибе были проведены опытно-промышленные работы, одним из первых этапов которых стали геофизические исследования скважин на внутрисолевых и межсолевых отложениях Северо-Домановичского месторождения нефти. Так как горные породы данных отложений отличаются многокомпонентным составом скелета, для построения их объемной минералогической модели геофизическими методами, требуется использование расширенного комплекса геофизических исследований скважин с обязательным включением нейтронного, литоплотностного и акустического методов.

В работе были рассмотрены аспекты первичной обработки данных ГИС, а также выполнение многоскважинной нормализации показаний методов ГИС и синтеза показаний метода ГГК-П в недостающих интервалах по данным остальных методов ГИС.

Объемное содержание минеральных компонентов горной породы оценивалось по данным комплекса ГИС с помощью инверсионного метода, в основе которого лежит решение системы линейных уравнений:

$$f_i = \sum e_{ij} V_j m_j = 1, i = 1, n,$$

где f_i – показания i -го метода ГИС, линейно связанные с объемным содержанием каждой из слагающих его компонентов; e_{ij} – теоретическое значение параметра i для компоненты j ; V_j – объемное содержание компонента j ; m – количество объемных компонентов, слагающих породу.

С учетом выполненного комплекса ГИС, включающего методы ГК, НК, ГГК-П, АК и определенного по данным химического анализа минералогического состава, приведенное выше выражение можно представить в виде следующей системы линейных уравнений:

$$\begin{cases} \delta_{\Pi} = \delta_{\text{фл}} K_{\Pi} + \delta_{\text{гл}} + \delta_{\text{кальц}} V_{\text{кальц}} + \delta_{\text{дол}} V_{\text{дол}} + \delta_{\text{гал}} V_{\text{гал}} + \delta_{\text{анг}} V_{\text{анг}}, \\ W_{\Sigma} = W_{\text{фл}} K_{\Pi} + W_{\text{гл}} V_{\text{гл}} + W_{\text{кальц}} V_{\text{кальц}} + W_{\text{дол}} V_{\text{дол}} + W_{\text{гал}} V_{\text{гал}} + W_{\text{анг}} V_{\text{анг}}, \\ \Delta T_{\Pi} = \Delta T_{\text{фл}} K_{\Pi} + \Delta T_{\text{гл}} V_{\text{гл}} + \Delta T_{\text{кальц}} V_{\text{кальц}} + \Delta T_{\text{гал}} V_{\text{гал}} + \Delta T_{\text{анг}} V_{\text{анг}}, \\ Vcl_{\gamma} = Vcl_{\text{фл}} K_{\Pi} + Vcl_{\text{гл}} V_{\text{гл}} + Vcl_{\text{кальц}} V_{\text{кальц}} + Vcl_{\text{дол}} V_{\text{дол}} + Vcl_{\text{гал}} V_{\text{гал}} + Vcl_{\text{анг}} V_{\text{анг}}, \\ K_{\Pi} + V_{\text{гал}} + V_{\text{кальц}} + V_{\text{дол}} + V_{\text{гал}} + V_{\text{анг}} = 1, \end{cases}$$

где $V_{\text{гал}}$ – коэффициент объемной глинистости; $V_{\text{кальц}}$, $V_{\text{дол}}$, $V_{\text{гал}}$, $V_{\text{анг}}$ – объемное содержание кальцита, доломита, галита и ангидрита соответственно, слагающие скелет породы.

Параметры δ_{Π} , W_{Σ} , ΔT_{Π} и Vcl_{γ} соответствуют объемной плотности, общему водородосодержанию, интервальному времени пробега продольных волн и глинистости каждого из компонентов породы.

Скважины, в которых проводился полный комплекс ГИС и лабораторные исследования на образцах керна, были разбиты на две группы: опорная и тестовая. Поскольку количество выходных параметров превышает количество входных, возникает инвариантность решения системы уравнений. Для уменьшения неоднозначности решения настройка алгоритма моделирования выполнялась на данных опорной группы скважин итерационным методом в два этапа.

На первом использовалась упрощенная объемная модель без учета галита, были заданы теоретические значения показаний методов в эталонных средах. На этом этапе производился расчет объемных долей и сопоставление с результатами лабораторных исследований, в результате чего были получены объемные содержания основополагающих минералов в породе со средней степенью достоверности. На втором этапе объемная модель усложнялась добавлением в нее объемного содержания галита, которое являлось выходным параметром.

В результате построения объемных моделей на группе опорных скважин было выполнено сопоставление полученных данных с результатами лабораторных исследований на керне в разрезе скважин. Дальнейшее опробование метода оптимизационной инверсии для контроля построения детальной объемной модели было выполнено в скважинах из тестовой группы. Анализ объемных моделей как в опорной, так и в тестовой группах скважин указывает на хорошую корреляцию с керновыми данными.

Немаловажной задачей являлось также построение объемной модели пород при отсутствии входной кривой ГГК-П. Для этого было выполнено синтезирование кривой объемной плотности породы по данным других методов. Контроль качества полученной модели в таких скважинах осуществлялся путем сопоставления с данными керна [2].

На показаниях метода ИННК интервалы пластов солей имеют аномально низкие значения времени жизни тепловых нейтронов (τ_{Π}), в связи с тем, что Cl , входящий в состав галита, является аномальным поглотителем тепловых нейтронов. Также при значительной степени галитизации интервалов пород на качественном уровне можно выделить эти интервалы по показаниям ИННК. Мешающим фактором в таком случае является наличие коллекторов, насыщенных минерализованной водой. В ряде скважин, где проводился метод ИННК, выполнялся контроль полученных в результате моделирования интервалов галитизации [3].

Необходимо отметить эффект масштаба. Лабораторные исследования на образцах керна описывают свойства породы в объеме, сопоставимом с цилиндром, с диаметром и высотой 3–10 см, тогда как исследования методами ГИС охватывают значительно больший объем породы, который сопоставим с цилиндром с диаметром и высотой 0,5–1 м. В связи с этим неоднородные свойства породы, а также единичные включения галита могут создавать значительный разброс значений в замерах на образцах керна. Как следствие, при сопоставлении полученных результатов объемного содержания галита по данным ГИС с данными на керне можно судить о верном диапазоне значений, и будет неверно сравнивать результаты в конкретной точке глубины напрямую.

Поэтому для более точной настройки модели и получения данных о содержании галита, с высокой достоверностью рекомендуется проводить исследования на полноразмерном керне по всему интервалу, учитывая образцы без визуально наблюдаемых включений галита. Также необходимо, чтобы интервал был продолжительным (не менее 10 м), и в нем должен быть представлен наибольший диапазон изменений свойств пород и степени галитизации.

Таким образом, в результате проведенной работы была уточнена петрофизическая модель для построения объемной модели породы и определения минералогического состава и коэффициента пористости пород с многокомпонентным составом скелета. Были определены коэффициенты объемного содержания галита в породе и смоделированы показания методов ГИС при различной степени галитизации породы, а также даны рекомендации по отбору кернового материала и комплексу ГИС для дальнейшего уточнения петрофизической модели пород многокомпонентного состава.

Л и т е р а т у р а

1. К вопросу о влиянии галитовой минерализации на особенности разработки залежей нефти в низкопроницаемых породах-коллекторах Припятского прогиба / В. Г. Жогло [и др.] // Природ. ресурсы. – 2014. – № 1. – С. 14–21.
2. Заляев, Н. З. Методика автоматизированной интерпретации геофизических исследований скважин / Н. З. Заляев. – Минск : Университетское, 1990. – 142 с.
3. Стрельченко, В. В. Геофизические исследования скважин / В. В. Стрельченко. – М. : Недра, 2008. – 550 с.

УПРУГИЕ ОСОБЕННОСТИ ШИН ХЛОПКОУБОРОЧНЫХ МАШИН В РЕЖИМЕ ДИНАМИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

Ф. Б. Уразалиев

Джиззакский политехнический институт, Республика Узбекистан

В процессе движения по полю хлопкоуборочная машина находится под постоянным воздействием возмущений как случайного (неровности поля), так и непрерывного характера (перераспределение крутящих моментов на ведущих колесах, обусловленное неодинаковой их статической нагруженностью). Эти факторы вызывают отклонения машины от прямолинейного движения и ведут к снижению ее агротехнических показателей.

Проведение натурных исследований по определению компоновочной схемы хлопкоуборочной машины и параметров ее узлов затруднительно по экономическим причинам. Целесообразно было бы провести теоретические исследования, однако в источниках отсутствуют механические характеристики шин, выпускаемых в настоящее время для сельскохозяйственных машин, и размерные характеристики профиля поля в период уборки с точки зрения воздействия на устойчивость движения МТА.