



Меньшиков С.Н.
канд. экон. наук
Член Правления, начальник
Департамента ПАО «Газпром»
gazprom@gazprom.ru



Ахмедсафин С.К.
канд. тех. наук
Заместитель начальника
Департамента ПАО «Газпром»
S.Akhmedsafin@adm.gazprom.ru



Кирсанов С.А.
канд. тех. наук
Начальник Управления
ПАО «Газпром»
S.Kirsanov@adm.gazprom.ru



Егурцов С.А.
Президент, Председатель Совета
директоров ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
S_Ehurtsov@int-geos.ru



Иванов Ю.В.
канд. тех. наук
Исполнительный директор
ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
y_ivanov@int-geos.ru



Бабкин И.В.
канд. физ.-мат. наук / д.т.н.
начальник лаборатории
методического обеспечения ГИС
ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
info@int-geos.ru



Свиницкий С.Б.
кандидат геолого-минералогических наук
Главный специалист ООО «ИНТ «ГеоСпектр»
info@int-geos.ru

ВЫДЕЛЕНИЕ НАСЫЩЕННЫХ РАПОЙ ИНТЕРВАЛОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОМ РАЗРЕЗЕ СКВАЖИН ПО ДАНЫМ КОМПЛЕКСА ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ГИС (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ ПРИКАСПИЙСКОЙ НГП)

Наличие межсоловых рапопроявляющих (высоконапорных) и рапопоглощающих пластов (зон) является одним из основных горно-геологических факторов, способных вызвать осложнения в процессе бурения скважин в соленосных отложениях, негативно влияющим на их техническое состояние при последующей эксплуатации. С другой стороны, рапа является источником ценного минерального сырья, в том числе лития, интерес к добыче которого значительно вырос в условиях санкционного давления на Российскую Федерацию со стороны недружественных стран.

Исследование соленосной толщи в связи с прогнозом зон рапопроявлений предполагает, среди прочего, выделение в разрезе рапоносных/рапопоглощающих интервалов. Решение этой задачи представляет интерес как для бурения скважин на УВС, так и для добычи лития. Зафиксировать рапопроявляющие интервалы, являющиеся опасным источником повышения межколонного давления, стандартными способами оказывается невозможным. В связи с этим разработана и успешно применена специальная методика по выявлению рапоносных и рапопоглощающих пластов, а также интервалов заколонного движения рапы по результатам исследований разреза комплексом ядерно-физических методов ГИС.

На основе совместного анализа результатов применения комплекса ядерно-физических методов ГИС предложены критерии выделения: изначально рапоносных пластов, являющихся источником поступления рапы в скважину и заколонное пространство; рапопоглощающих пластов; интервалов цементного кольца с заполненными рапой пустотами в межсоловых и подсоловых интервалах разреза.

Ключевые слова: рапа, рассолы, рапопроявление, соленосные толщи/отложения, рапонасыщенный пласт, ядерно-физические методы ГИС, аномально высокое пластовое давление, бурение, поглощение.

Предупреждение инцидентов и аварий, связанных со строительством скважин в соленосных отложениях в условиях наличия высоконапорных межсоловых рапонасыщенных пластов (зон), по-прежнему остается актуальной задачей при проектировании и бурении скважин на подсоловые продуктивные отложения на месторождениях УВС, а также для последующих этапов их строительства (часто негативные последствия рапопроявления возникают на этапе обсадки скважины) и эксплуатации [1, 2, 3, 4]. При этом возможно, как фонтанирование сильно-минерализованных рассолов (рапы) непосредственно после вскрытия интервала её залегания (рапопроявляющие зоны с АВПД, являющиеся основной причиной осложнений и аварий при бурении и испытании), так и поступление рапы в скважину через некоторый промежуток времени, достигающий иногда месяцев. Процесс выделения рапы порой может длиться годы без заметных изменений [1].

Качество цементирования в местах рапопроявляющих пластов заметно страдает, и более того, цементный раствор может быть полностью замещен рапой, что негативно сказывается на качестве разобщения пластов и герметичности скважины в целом. Под воздействием рапы и часто сопутствующих ей сероводородной и углекислотной коррозии происходит быстрое разрушение труб и цементного камня из-за высокой минерализации рассола [1, 4].

Так, спустя более 30 лет с начала поисково-разведочного бурения, уже на стадии эксплуатации Астраханского ГКМ, проблема рапопроявления стоит достаточно остро. За это время в 30 % всех пробуренных скважин зафиксировано рапопроявление различной интенсивности, 11 % скважин ликвидировано, в 9 % случаев забуривались дополнительные стволы [3]. На ликвидацию негативных последствий рапопроявлений затрачиваются значительные средства, что вынуждает искать новые подходы к решению проблемы достоверной оценки и прогнозирования процессов рапопроявления, позволяющих принимать адекватные технико-технологические решения для успешного завершения строительства и безопасной эксплуатации скважин.

Приняв во внимание то, что Российская Федерация подвергается санкционному давлению и назревшую необходимость обретения и поддержания технологического суверенитета страны, а также наличие собственной ресурсной базы, ПАО «Газпром» по поручению Правительства РФ приступило к организации добычи и переработки пластовых рассолов (минерализованных подземных вод) Ковыктинского ГКМ для получения соединений лития и других ценных компонентов. Для этого 03 февраля 2022 года Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и ПАО «Газпром» подписали Соглашение о сотрудничестве в области литиевой индустрии.

Постановка задачи

Исследование соленосной толщи в связи с прогнозом зон рапопроявлений предполагает создание геолого-физической модели, включающей структурно-тектонические особенности соленосного массива, его внутреннее строение, выделение в разрезе рапоносных/рапопоглощающих интервалов и площадное прослеживание рапоносных зон.

Зафиксировать рапопроявляющие интервалы, являющиеся опасным источником повышения межколонного давления, стандартными способами невозможно. В связи с этим для подготовки мероприятий, направленных на решение вышеуказанных задач, разработана и успешно применена специальная методика по выявлению рапоносных и рапопоглощающих пластов, а также интервалов заколонного движения рапы по результатам исследований разреза комплексов ядерно-физических методов ГИС, включающим методы ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, 2ИННК-Т [5, 6, 7].

В рапе, являющейся источником ценного минерального сырья, содержатся такие химические элементы, как литий, йод, бром, стронций, марганец и др. Однако, в первую очередь, это высокоминерализованный раствор соли, концентрация галита в котором превышает 500 г/л. Это обстоятельство позволяет проводить локализацию рапонасыщенных интервалов в условиях обсаженных скважин по данным ядерно-физических методов ГИС, которые обладают высокой чувствительностью к содержанию хлора.

В солевой толще, представляющей собой естественный природный флюидоупор, встречаются пласты с АВПД, которые могут служить источником поступления рапы в скважину (изначально рапонасыщенные, рапоносные) и пористые высокопроницаемые пласты с пониженными и нормальными гидростатическими давлениями, являющиеся поглотителями скважинного флюида, в т.ч. и рапы (вторично рапонасыщенные, рапопоглощающие). При выделении рапонасыщенных интервалов важно разделять эти типы пластов, т.к. интерес для промышленной добычи сырья представляют лишь пласты 1-го типа.

Региональный прогноз зон рапопроявлений основан на проведении сейсморазведочных работ методом общей глубинной точки, составлении структурных планов над- и подсолевых отложений, выявлении антиклинальных поднятий со смещенными структурными планами по над- и подсолевым отложениям и установлении наиболее приподнятых участков этих поднятий по кровле подсолевых отложений. Однако, как отмечают исследователи [3], целенаправленный поиск с помощью сейсморазведки затрудните-

лен, поскольку сложно подобрать источник возбуждения волнового сигнала для картирования подсолевых отложений. Недостаточное знание скоростных характеристик распространения колебаний по надсолевым горизонтам не позволяет однозначно определять глубины залегания геологических границ. Кроме того, при данном способе выделения рапоносных интервалов, помимо затратной операции бурения специальных скважин, невозможно разделить пласты на рапоносные и рапопоглощающие.

На основании анализа причин осложнений при разработке скважин за период 2000-2018 гг. можно утверждать, что 80 % нештатных ситуаций обусловлено отсутствием данных о локализации рапоопасных пластов по площади и разрезу [3].

Более перспективным и менее затратным является использование для выделения рапоносных и рапопоглощающих пластов комплексов ядерно-физических методов ГИС, которые позволяют проводить исследования в обсаженной скважине [5, 6, 7]. На основе исследований [1] известно, что рапонасыщенные пласты отличаются пониженными показаниями методов ННК и НГК, высокими значениями естественной гамма-активности, а также образованием технологических каверн в интервалах таких пластов. Кроме того, они приурочены к межсолевым сульфатно-терригенным породам, что облегчает процесс их локализации.

Методика выделения рапоносных и рапопоглощающих интервалов в геологическом разрезе скважин

Методика выделения рапоносных и рапопоглощающих интервалов в геологическом разрезе скважин на территории Прикаспийской нефтегазоносной провинции (НГП) основана на применении комплекса ядерно-физических методов геофизических исследований скважин (ГИС) в обсаженной эксплуатационной скважине, включающего методы гамма-каротажа – ГК, спектрометрического гамма-каротажа – СГК, импульсного нейтрон-нейтронного каротажа – ИННК, нейтрон-гамма-каротажа – НГК и нейтрон-нейтронного каротажа по тепловым нейтронам – ННК-Т, с привлечением данных методов в открытом стволе – кавернометрии DS⁺ и гамма-каротажа – ГК.

После бурения скважины и вскрытия соленосного разреза, используя ранее полученные результаты геологических исследований на месторождении, сейсморазведки и интерпретации комплекса геофизических исследований в разведочных скважинах, по данным метода кавернометрии выделяются интервалы с кавернами, в которых показания метода превышают номинальные – DS_{ном} (DS>DS_{ном}). По данным

измерений ГК определяется интенсивность счета $J_{гк}^0$ для оценки фоновых значений радиогеохимических аномалий (РГХА), на основе измерений НГК определяется интенсивность счета $J_{гк}^0$ в открытом стволе. По совместной обработке данных кавернометрии, ГК и НГК, в соответствии с [1], выделяются интервалы, в которых зафиксированы низкие значения ГК $J_{гк}^{0min}$, и высокие значения НГК $J_{нгк}^{0max}$ и каверномера $DS > DS_{ном}$, они определяют пласты каменной соли.

Замеры спектрометрического ГК позволяют получить фоновые значения кривых содержаний урана $U_{фон}$, тория $Th_{фон}$ и калия $K_{фон}$. Между выделенными солевыми толщами определяются межсольевые (между толщами солей) и подсольевые (под толщами солей) интервалы, которые могут быть рапоносными и именно в них проводятся дальнейшие исследования с целью поиска рапопроявляющих объектов. Замеры $J_{гк}^0$, $U_{фон}$, $Th_{фон}$, $K_{фон}$, $J_{нгк}^0$ являются фоновыми и в дальнейшем используются для сопоставления с замерами, проведенными после обсадки скважины.

Рапосодержащие пласты могут проявлять себя как при бурении, являясь источниками интенсивного поступления рапы в скважину, либо как активные поглотители скважинного флюида (рапы и бурового раствора) в рапопоглощающие пласты, так и по завершению ее строительства, в виде деформации обсадных колонн, заколонных флюидопроявлений, межколонных давлений.

Данные об осложнениях, вызванных рапопроявлениями, фиксируются при бурении скважины, однако оценить точные границы рапоносных интервалов возможно только при проведении повторных замеров после обсадки скважины.

В процессе каротажа после обсадки скважины в солевом разрезе с рапопроявляющими интервалами повторяют измерения методом ГК и определяют интенсивность счета $J_{гк}$.

При сопоставлении текущих замеров интегрального ГК $J_{гк}$ с фоновыми кривыми $J_{гк}^0$, выполненными при бурении скважины, регистрируются радиогеохимические аномалии (РГХА), связанные с наличием минерализованного флюида, индикатором которых является подъем текущих гамма-показаний по сравнению с предыдущим фоновым замером:

$$\Delta gk = J_{гк} - J_{гк}^0$$

Для выяснения природы обнаруженных РГХА проводится повторная запись СГК, в результате обработки которой получают кривые содержания урана U , тория Th и калия K . Гамма-активности тория и калия приурочены к литологическому строению пласта (различные типы глин, полевые шпаты и т.д.), в то время как гамма-активность урана приурочена к наличию органического вещества и содержанию пластовых вод.

При сопоставлении с предыдущими замерами СГК урановые аномалии РГХА: $\Delta u = U - U_{фон} > 0$, зарегистрированные в тех же интервалах, что и аномалии ГК Δgk , при отсутствии подобных аномалий на кривых калия и тория $\Delta k = K - K_{фон} = 0$, $\Delta th = Th - Th_{фон} = 0$, указывают на изменение состава пластовых вод, вызванное поступлением в скважину минерализованного пластового флюида (рапы).

При проведении исследований методом 2ИННК-Т регистрируются макроскопические сечения поглощения плотности потока тепловых нейтронов на малом $Sig_{мз}$ и большом $Sig_{бз}$ зондах. Сечение пропорционально концентрации атомов хлора в среде – чем больше хлора, тем выше сечение. Однако, оно обладает одним существенным отличием перед стационарными нейтронными методами – чувствительность этого параметра к состоянию ближней зоны – скважины и цементного камня – значительно ниже, поэтому сечение более информативно для получения информации о состоянии дальней зоны пласта.

Диаграмма сечения четко отражает положение границ солей и ангидритов – в солях значения сечения превышают $Sig_{соль} > 20 \text{ мкс}^{-1}$, в ангидритах они порядка $Sig_{ангидрит} \leq 4.5 \text{ мкс}^{-1}$. По дифференциации сечения в интервалах пластов выделяются пропластки с лучшими коллекторскими свойствами, в которых происходит наиболее интенсивное движение пластового флюида.

Интенсивности счета $J_{нгк}$, $J_{ннк}$ повторных замеров НГК и 2ННК-Т в обсаженной скважине нормируются в интервалах солей. Таким образом, сопоставляя нормированные кривые зонда НГК $J_{нгк}^{норм}$ и большого зонда 2ННК-Т $J_{ннкбз}^{норм}$, в солях получают $J_{нгк}^{норм} = J_{ннкбз}^{норм}$. Для этого подбираются масштабы вывода кривых (т.е. $J_{нгк_min}$, $J_{нгк_max}$, $J_{ннк_min}$, $J_{ннк_max}$) так, чтобы выполнялось условие $J_{нгк}^{норм} = J_{ннкбз}^{норм}$, при этом:

$$\frac{J_{нгкmin} + (J_{нгк} - J_{нгкmin})}{J_{нгкmax} - J_{нгкmin}} = J_{нгк}^{норм}$$

$$\frac{J_{ннкmin} + (J_{ннк} - J_{ннкmin})}{J_{ннкmax} - J_{ннкmin}} = J_{ннкнорм}$$

Малый зонд 2ННК-Т обладает малой глубиной, поэтому подвержен наиболее сильному влиянию помех, связанных с конструктивными особенностями скважины (то есть ближней зоны).

Методы НГК и 2ННК-Т по-разному реагируют на наличие в среде атомов хлора, т.к. хлор является сильным поглотителем тепловых нейтронов. При поглощении тепловых нейтронов выделяются 2-3 гамма-кванта, поэтому чем больше концентрация хлора в среде, тем выше счет зонда НГК.

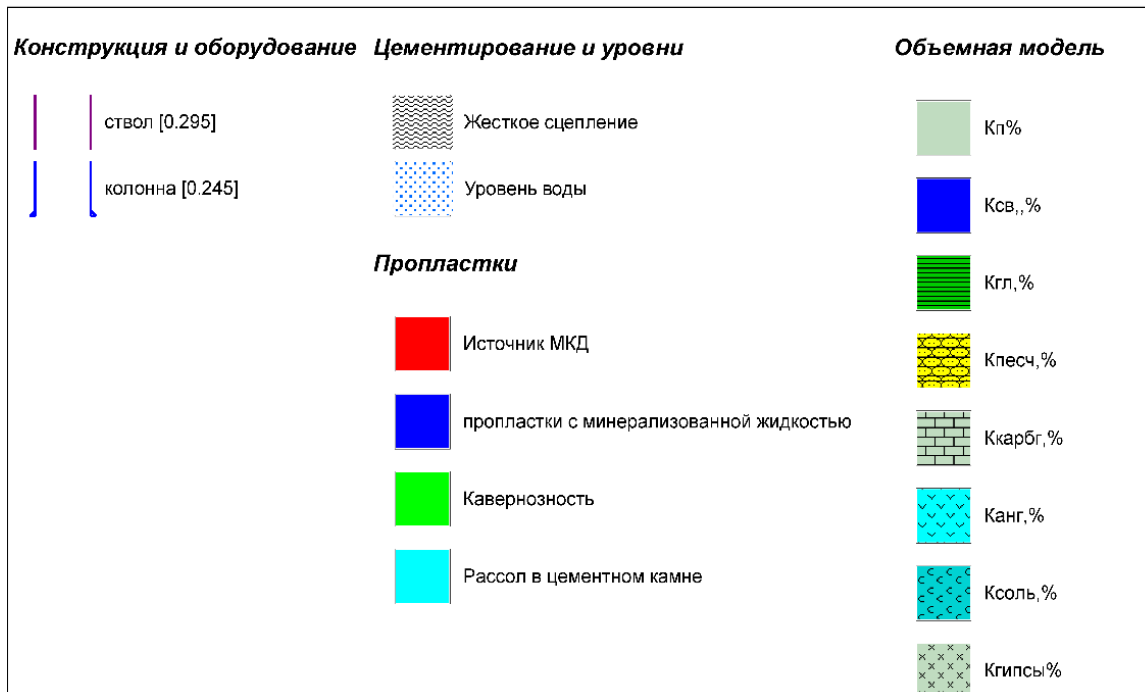
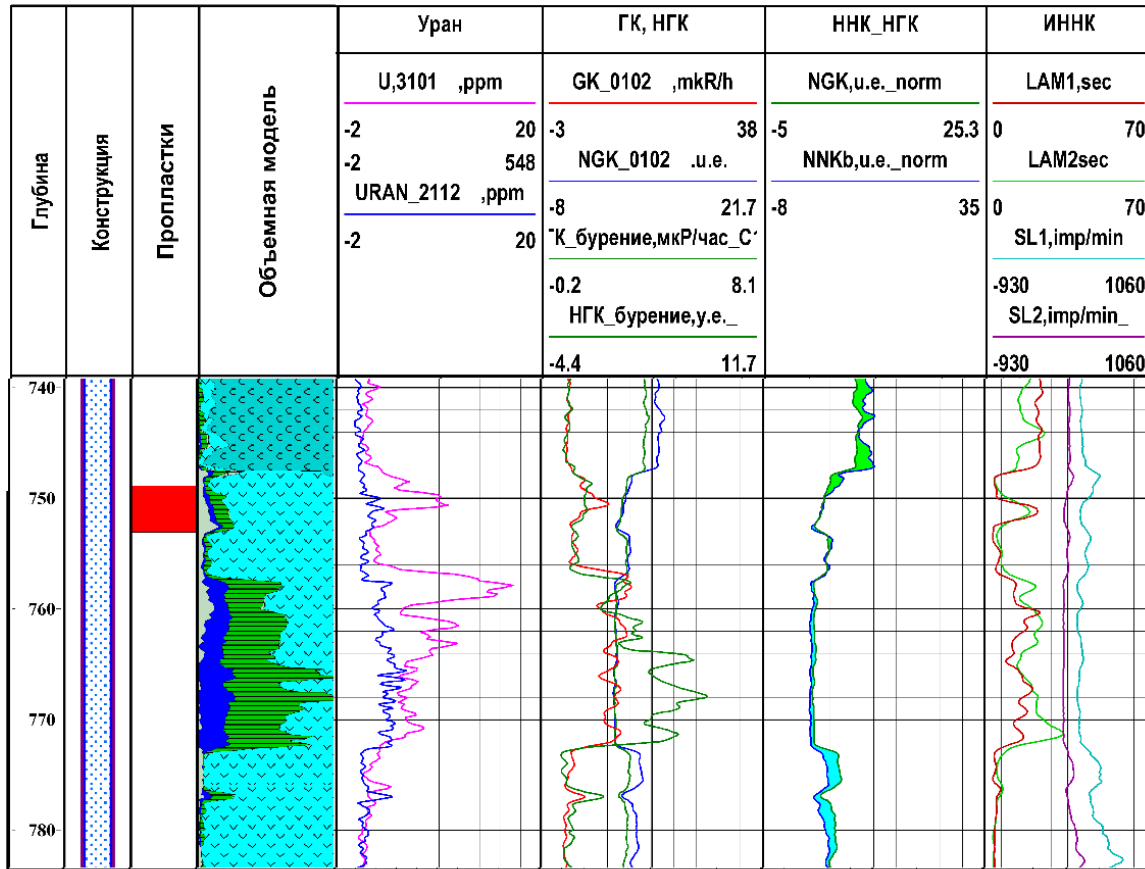


Рис. 1. Конфигурация кривых ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, против рапоносного пласта, являющегося источником поступления рапы в скважину

При увеличении концентрации хлора в прискважинной зоне наблюдают превышения нормированных показаний НГК над 2ННК-Т $J_{ннк}^{норм} > J_{ннкбз}^{норм}$, связанные с наличием минерализованного флюида в пустотах цементного камня. Превышение же нормированных показаний 2ННК-Т над НГК $J_{ннк}^{норм} < J_{ннкбз}^{норм}$ обусловлено наличием каверны, как зарегистрированной

по данным каверномера $DS > DS_{нот}$, так и новой, сформированной при истечении рапы в скважину и размывти прискважинной части пластов.

По совместному анализу комплекса описанных методов осуществляется выделение рапоносных и рапопоглощающих пластов в межсолевых и подсолевых интервалах по следующим признакам.

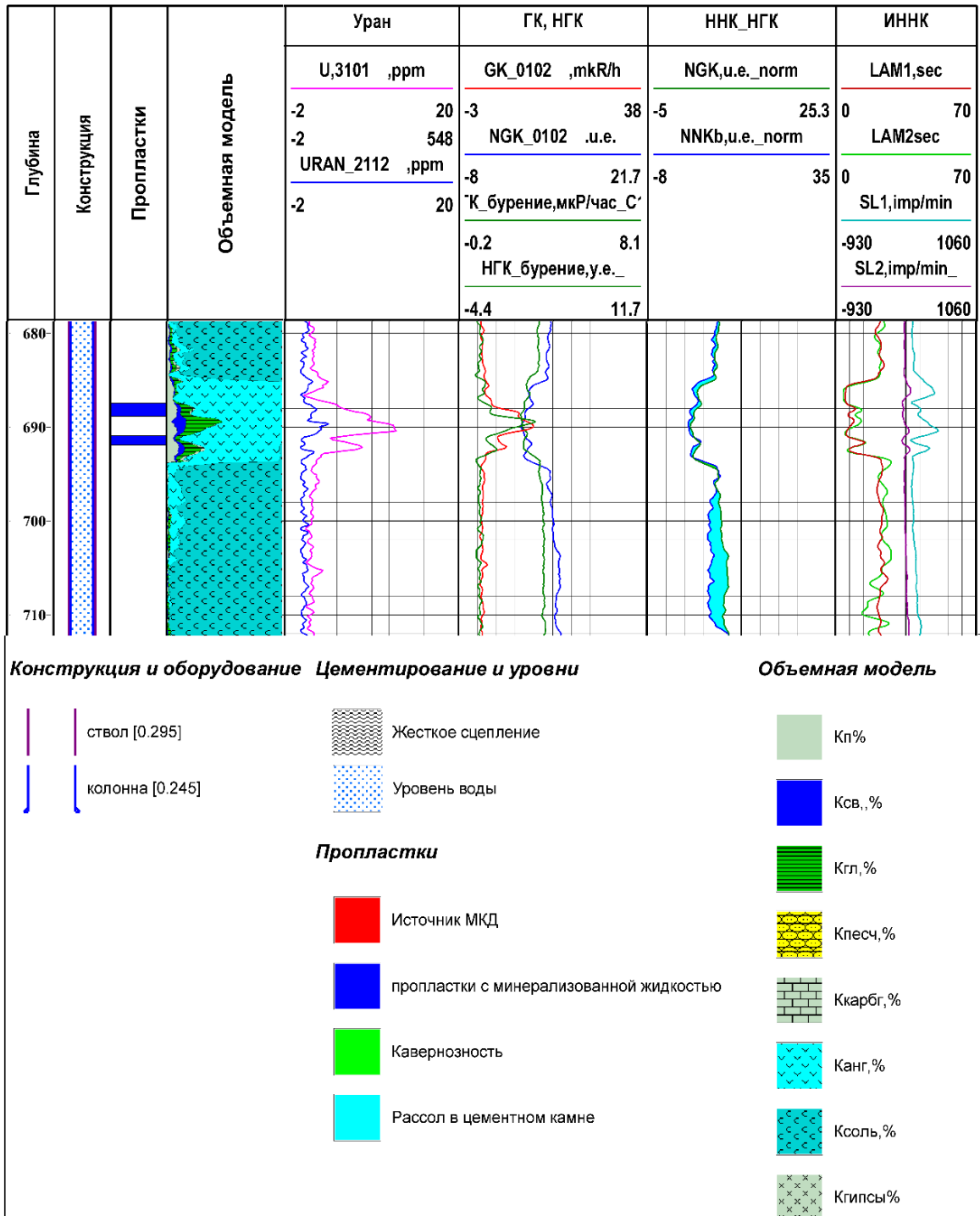


Рис. 2. Конфигурация кривых ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, 2ИННК-Т против рапопоглощающего пласта.

Признаками изначально рапоносного пласта, источника поступления рапы в скважину, являются:

- наличие аномалии РГХА по ГК, высокая РГХА по урану, расположенная против пласта, связанная с адсорбцией радиоактивных ионов на стенках скважины и колонны при интенсивном истечении рапы из пласта и максимальная по разрезу РГХА по урану, расположенная против интервала вмещающих глин над или под рапоносным пластом, связанная с фильтрацией и накоплением радиоактивных ионов в глине при прохождении потока рапы по стволу скважины;
- возможное наличие в кровле либо подошве прискважинной части рапоносного пласта образовавшихся после бурения и не отраженных на показаниях каверномера каверн, определяемых по нормированным в интервалах солей показаниям 2ННК-Тбз, НГК, $J_{\text{нгкнорм}} < J_{\text{ннкбзнорм}}$, связанное с размывом и разрушением прискважинной части пласта при истечении рапы;
- высокие значения Sigмз и Sigбз , составляющие порядка 15-17 мкс⁻¹.

Признаками рапопоглощающего пласта являются:

- наличие аномалии РГХА по ГК, высокая РГХА по урану, расположенная против вышележащих (в случае расположения рапоносного пласта над рапопоглощающим), либо нижележащих (в случае расположения рапоносного пласта под рапопоглощающим) пластов вмещающих глин, связанная с фильтрацией и накоплением радиоактивных ионов в них при поглощении рапы пластом с пониженным пластовым давлением;
- средние значения Sigмз и Sigбз , составляющие порядка 10-14 мкс⁻¹.

Признаком наличия рапы в пустотах цементного камня является:

- превышение нормированных в интервале солей показаний НГК над 2ННК-Т: $J_{\text{нгк}}^{\text{норм}} > J_{\text{ннкбз}}^{\text{норм}}$.

На **рис. 1** показана конфигурация кривых ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, 2ИННК-Т против рапоносного пласта, являющегося источником поступления рапы в скважину. Рапоносный пласт выделяется на глубине 750 м и расположен под соляной толщей. Он характеризуется повышенными показаниями ГК (в 6-ой колонке) и высокими концентрациями урана (в 5-ой колонке), при этом максимальная РГХА по урану наблюдается в нижележащем глинистом пласте 756-765 м. Рапоносный пласт

также выделяется очень высокими значениями Sigмз и Sigбз , сопоставимыми с их максимальными значениями в солях. Практически на всем межсолевом интервале 750-770 м наблюдается проникновение рапы в пустоты цементного камня, что подтверждается и повышенным гаммафоном в этом интервале, а на глубине 740-750 м произошло образование каверны.

На **рис. 2** показана конфигурация кривых ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, 2ИННК-Т против рапопоглощающего пласта. Рапопоглощающие пласты выделяются на глубинах 688 м и 692 м и расположены в межсолевом интервале. Они характеризуются повышенными показаниями ГК (в 6-ой колонке) и высокими концентрациями урана (в 5-ой колонке), при этом максимальная РГХА по урану наблюдается в лежащем между ними глинистом пласте 688-692 м. Рапопоглощающие пласты также выделяются достаточно высокими значениями Sigмз и Sigбз , однако существенно ниже их значений в солях. Практически на всем межсолевом интервале 685-694 м наблюдается проникновение рапы в пустоты цементного камня, однако оно существенно меньше, чем в нижележащем солевом пласте.

Заключение

Таким образом, разработана методика исследования скважин на разных этапах их строительства и эксплуатации, которые характеризуются разными геолого-техническими условиями, специфика которых, касающаяся рапопроявлений, учитывается при использовании следующего комплекса методов: ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, 2ИННК-Т, выявляющих особенности строения геологического разреза сразу после бурения; состояние пластов, наличие рапы в пустотах цементного камня – после обсадки скважин, и, в дальнейшем, периодически – в процессе эксплуатации скважины. Сравнение результатов измерений ГК, СГК, НГК, 2ННК-Т, 2ИННК-Т, полученных на разных стадиях строительства и эксплуатации скважин, позволяет оценить точные границы рапоносных и рапопоглощающих интервалов, а также выявить интервалы цементного кольца с заполненными рапой пустотами. Полученные результаты позволяют своевременно принимать управленческие решения о возможности добычи минерального сырья и проведении мероприятий по предотвращению осложнений, вызванных рапопроявлениями. **XXI**

Литература

1. Свинцицкий С.Б. Прогнозирование зон рапопроявлений в соленосных отложениях. М: ООО «ИРЦ Газпром», 2005 г. 92 с.
2. Вахромеев А.Г., Сверкунов С.А., А.И. Ильин и др. Горно-геологические условия бурения рапопроявляющих зон с аномально высоким пластовым давлением в природных резервуарах кембрия на Ковыктинском газоконденсатном месторождении. // Известия Сибирского отделения Секции наук о Земле РАН, 2016, № 2 (55) 2016. с. 74-87.
3. Ильин И.А. Модель внутрисолевых рапонасыщенных пластов, осложняющих процесс бурения скважин Астраханского ГКМ. //Газовая промышленность, 2020 г., № 4 (799), с. 38-43.
4. Двойников М.В., Сидоров Д.А., Канбулов Е.Ю. и др. Солеотложение и рапопроявление: анализ проблем, возникающих при строительстве скважин. //Neftegaz.ru, 2022 г., № 10 (130), с. 20-25.
5. Бабкин И.В., Егурцов С.А., Иванов Ю.В., Ахмедсафин С.К., Бельский Д.Г., Кирсанов С.А., Никитин В.В. Выявление рапопроявляющих пластов и интервалов заколонного движения рапы по данным комплекса ядерно-физических методов ГИС при строительстве. // Доклад на Международной научно-практической конференции «Прорывные технологии в разведке, разработке и добыче углеводородного сырья» 16-17 ноября 2022 г. (г. Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Горный университет. Программа конференции с.15).
6. Патент № 2755100 РФ. Способ выделения рапонасыщенных интервалов в геологическом разрезе скважин нефтегазоконденсатных месторождений по данным мультиметодного многозондового нейтронного каротажа / И.В. Бабкин, А.Л. Поляченко, С.А. Егурцов и др. Заявл. 04.02.2021; опубл. 13.09.2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа: ИЗ №2755100 (fips.ru) (дата обращения: 09.01.2023).
7. Патент № 2771438 РФ. Способ определения лития в рапонасыщенных интервалах геологических разрезов скважин газоконденсатных месторождений по данным мультиметодного многозондового нейтронного каротажа / С.А. Егурцов, А.И. Лысенков, Ю.В. Иванов и др. Заявл. 20.09.2021; опубл. 04.05.2022 [Электронный ресурс]. Режим доступа: ИЗ №2771438 (fips.ru) (дата обращения 09.01.2023).

UDC 550.832.5

S.N. Menshikov, Candidate of Science (C.Sc.) in Economics, Member of the Management Board, Department Head PJSC Gazprom gazprom@gazprom.ru
S.K. Akhmedsafin, Candidate of Science (C.Sc.) in Engineering, Department Deputy Head PJSC Gazprom, S.Akhmedsafin@adm.gazprom.ru
S.A. Kirsanov, Candidate of Science (C.Sc.) in Engineering, Department Head PJSC Gazprom, S.Kirsanov@adm.gazprom.ru
I.V. Babkin, Candidate of Science (C.Sc.) in Physics & Mathematics / D.Sc. in Engineering, Head of WL Methodological Support Laboratory OGTI GEO-SPECTRUM LLC, info@int-geos.ru
S.A. Egurtsov, President, Chairman of Board of Directors OGTI GEO-SPECTRUM LLC, S_Egurtsov@int-geos.ru
Yu.V. Ivanov, Candidate of Science (C.Sc.) in Engineering, Executive Director OGTI GEO-SPECTRUM LLC, y_ivanov@int-geos.ru
S.B. Svintsitsky, Candidate of Science (C.Sc.) in Geology and Mineralogy, Discipline Leader OGTI GEO-SPECTRUM LLC, info@int-geos.ru

PICKING OF NATURAL BRINE SATURATED INTERVALS IN WELL LOGS AS PROMPTED BY THE DATA FROM A PACKAGE OF NUCLEAR PHYSICS-BASED WL METHODS (THE CASE OF CASPIAN OIL AND GAS PROVINCE)

Abstract: The presence of intersalt natural brine showing (high pressure) and natural brine absorbing formations (zones) is a major mining and geological factor that may cause complications during well drilling in salt-bearing deposits and have adverse effects on their technical condition in the subsequent operation. On the bright side, natural brine is a source of valuable crude minerals, including lithium the interest in production of which surged amid sanctions imposed on the Russian Federation by unfriendly countries.

Investigation of the salt-bearing section for prediction of natural brine show zones assumes, among other things, picking of natural brine carrying/absorbing intervals. Solving this task would be interesting both for drilling of wells to produce crude hydrocarbons, and for lithium production. Conventional methods fail to record the natural brine showing intervals which are a hazardous source of higher annular pressure. In this connection, we have developed and successfully implemented a dedicated methodology to identify the natural brine bearing and absorbing formations, and intervals of natural brine movement outside the casing based on the log investigation using a package of nuclear physics-based WL methods.

Based on the joint analysis of results obtained in application of a package of nuclear physics-based WL methods, the following picking criteria were offered: initially natural brine carrying formations, acting as a source of natural brine inflow into the well and the outer annulus; natural brine absorbing solutions; cement sheath intervals with natural brine-filled cavities in intersalt and subsalt log intervals.

Keywords: natural brine, brines, natural brine show, salt-bearing sections/deposits, natural brine saturated formation, nuclear physics WL methods, abnormally high formation pressure, drilling, absorption.