

ТЕХНИКА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГИС-КОНТРОЛЯ НА КУЩЁВСКОМ ПХГ

Шальская С. В.

*Производственный Филиал «Кубаньгазгеофизика», ООО «Газпром
георесурс» ПАО «Газпром», sv010478@mail.ru*

В статье описана техника и методика проведения ГИС-контроля на Кущёвском ПХГ. Рассмотрена организация промыслово-геофизических работ на ПХГ и эксплуатация скважин на ПХГ. Приведены основные принципы ГИС-контроля. Показана аппаратура и методика проведённых исследований.

Ключевые слова: Кущёвское подземное хранилище газа; техника ГИС-контроля на Кущёвском ПХГ; методика ГИС-контроля на Кущёвском ПХГ; организация промыслово-геофизических работ на ПХГ; эксплуатация скважин на ПХГ; основные принципы ГИС-контроля; аппаратура и методика проведённых исследований.

1. Организация промыслово-геофизических работ на ПХГ

Эксплуатация Кущёвского ПХГ проводится циклами, состоящими из 4 режимов работы:

1. Первая закачка газа была начата в 1984 году (цикл I_1) и проводилась в мае – октябре;
 2. Нейтральный период после закачки проводился в октябре – ноябре (цикл I_2);
 3. Отбор газа проводился в декабре – марте (цикл I_3);
 4. Нейтральный период после отбора проводился в апреле – мае (цикл I_4).
- XXV цикл был начат в 2008 году и также проводился в четырёх режимах:
- 1) цикл XXV_1 – закачка газа;
 - 2) цикл XXV_2 – нейтральный период после закачки;

3) цикл XXV₃ – отбор газа;

4) цикл XXV₄ – нейтральный период после отбора.

Время нейтрального периода может изменяться в каждом цикле. Такой режим работы требует проведения ГИС в максимально короткие сроки, при этом требуется провести большой объём геофизических исследований ряда скважин за время простоя газохранилища.

2. Эксплуатация скважин на подземных хранилищах газа

Основным показателем, определяющим эксплуатацию газовых скважин на ПХГ, является суточная производительность, которую замеряют и контролируют на газосборном пункте (далее – ГСП).

Технологический режим эксплуатационных скважин в период отбора (закачки) определяют на основе результатов гидрогазодинамических исследований.

По эксплуатационным скважинам газохранилища должен устанавливаться технологический режим, обеспечивающий безопасную работу скважин и заданный суточный отбор (закачку) газа из хранилища.

Технологический режим эксплуатации газовых скважин в процессе эксплуатации ПХГ может корректироваться на основе результатов газодинамических исследований.

Исследование эксплуатационных газовых скважин производят без выпуска газа в атмосферу путём регистрации расхода и соответствующего давления в пласте-коллекторе, забое, устье скважины, ГСП, на входе и выходе компрессорной станции (далее – КС) (при закачке и компрессорном отборе газа), газопроводе подключения и диаметра штуцера. Исследования скважин проводят на 5 режимах при различных пластовых давлениях (максимальном, гидростатическом и минимальном) в объекте хранения. Результатом проведённых исследований является разработка технологической модели эксплуатации скважин и наземного обустройства, которая является составной частью технологической модели эксплуатации хранилища.

Исследование скважин в атмосферу допускается при их освоении.

Последовательность и частота исследований эксплуатационных скважин в процессе эксплуатации газохранилища определяются при составлении обеспечения.

При необходимости выполняют дополнительные исследования с целью выяснения причин, влияющих на изменение продуктивной характеристики пласта-коллектора (вынос жидкости, песка, образование гидратных пробок и т.д.). Предотвращение гидратообразования в пласте-коллекторе и стволах эксплуатационных скважин осуществляют путем:

- выбора соответствующего технологического режима;
- непрерывной или периодической подачи на забой (устье) действующей скважины ингибитора гидратообразования;
- покрытия внутренней поверхности обсадной колонны и лифтовых труб веществами, препятствующими отложению гидратов (эпоксидными смолами, полимерными пленками и т.д.).

Ликвидацию гидратных отложений в стволах скважин производят:

- продувкой с необходимой предварительной выдержкой скважины в закрытом состоянии с целью частичного разложения гидратов теплом окружающих пород;
- циркуляцией ингибитора по трубкам, спускаемым в скважину через сальниковое уплотнение на устье.

Если установлено наличие в газе опасных концентраций сероводорода или углекислоты, то необходимо провести предварительные исследования по выяснению фактической коррозионной агрессивности газожидкостного потока.

При установлении опасности развития коррозии необходимо проведение специальных исследований для разработки и выбора рациональных методов защиты от коррозии. Способ защиты от коррозии должен быть обоснован в технологическом проекте ПХГ и реализован в период подготовки ПХГ к эксплуатации.

В качестве мероприятий для защиты от внутренней коррозии подземного и наземного оборудования скважин применяют:

- ингибиторы коррозии;
- оборудование из специальных сталей с учетом установленного вида коррозии;
- термическая обработка оборудования по специально разработанным режимам;
- очистка газа от коррозионно-агрессивных компонентов;
- защитные металлические и неметаллические покрытия.

На ПХГ, характеризующихся коррозионной активностью продукции скважин, необходимо вести систематический контроль за применением выбранных методов защиты от коррозии, их эффективностью и состоянием скважин.

Эксплуатацию газовых скважин на ПХГ проводят по НКТ. Необходимость изоляции затрубного пространства определяют в технологическом проекте ПХГ.

В отдельных случаях при отсутствии в газе агрессивных и эрозионных компонентов допускают эксплуатацию скважин по эксплуатационной колонне при условии соблюдения индивидуально разработанных мероприятий, обеспечивающих безопасность такого способа эксплуатации, которые согласуют в территориальных органах Госгортехнадзора России и утверждают в установленном порядке.

За техническим состоянием и эксплуатацией скважин на ПХГ осуществляют постоянный контроль, который включает:

- наружный осмотр колонной головки, задвижек и обвязки устья;
- наблюдение за изменением давления и температуры;
- замер межколонного давления;
- замер выносимой потоком газа жидкости;
- контроль за выносом песка и других примесей;
- периодический отбор и анализ проб газа и выносимой пластовой жидкости;
- контроль производительности скважины;

- контроль потерь давления на забое, стволе и шлейфе скважины;
- геофизические и др. виды специальных исследований.

В эксплуатационных, наблюдательных, контрольных, поглотительных скважинах необходимо периодически проверять состояние призабойной зоны, наличие сообщения с пластом-коллектором, а также отсутствие загрязнений в стволе скважины. При обнаружении пробок, ухудшении сообщения с пластом, загрязнении ствола и призабойной зоны должны быть приняты меры по восстановлению работоспособности скважин.

Изменение технологического назначения эксплуатационных скважин согласуют с организацией ведущей авторский надзор за эксплуатацией ПХГ, территориальными органами Госгортехнадзора России и утверждают в установленном порядке.

Изменение технологического назначения допускается при:

- технико-экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации;
- невозможности (по техническим причинам) эксплуатации скважиной проектного горизонта;
- отсутствии технологической необходимости использования скважины по своему функциональному назначению.

Перевод скважин на другие горизонты согласуют с организацией, ведущей авторский надзор эксплуатации ПХГ, территориальными органами Госгортехнадзора России и утверждают в установленном порядке.

Ремонтные работы в скважине осуществляют по плану, который составляет служба капитального ремонта скважин, согласовывают с геологической службой ПХГ и утверждают в установленном порядке.

При капитальном ремонте скважин с аномально низкими пластовыми давлениями следует использовать специальные облегченные растворы, эмульсии и пены, исключающие поглощения в процессе проведения работ.

Дело скважины является основным документом на ПХГ для всех видов скважин. Основные данные из дела скважины дублируются в электронном виде в составе ИБД.

Комплекс ГИС ориентирован на исследование обсаженных скважин, текущим и капитальным ремонтом скважин, изменением конструкций, различными осложнениями при эксплуатации, заносят в Дело, скважин и ИБД.

Пользователь недр в соответствии с действующими положениями проводит работы по переаттестации скважин, фонтанных арматур и колонных головок. Соответствующая организация, дает заключение о возможности и сроке их дальнейшей эксплуатации, которое согласовывается с организацией ведущей авторский надзор за эксплуатацией ПХГ, территориальными органами Госгортехнадзора России и утверждается в установленном порядке.

После утверждения технологического проекта ПХГ, организация (разработчик) осуществляет авторский надзор за эксплуатацией ПХГ.

Авторский надзор за эксплуатацией ПХГ обеспечивают системой контроля и наблюдений, которая включает в себя гидрогазодинамические, термодинамические, физико-химические, геохимические, промыслово-геофизические, компьютерные и другие виды исследований, в том числе и выполняемые специализированными организациями, которые определяются Обеспечением объектного мониторинга недр при эксплуатации подземных хранилищ газа (далее – Обеспечение) и включает работы по:

- оценке соответствия фактических и проектных показателей эксплуатации газохранилища, пробуренного фонда скважин, установленного подземного и наземного оборудования и других технологических узлов;
- расчёту режимов закачки (отбора) газа;
- оптимизации технологических параметров эксплуатации искусственных газовых залежей с уточнением активного и буферного объёмов газа, производительности и необходимого количества эксплуатационных скважин;
- анализу адекватности геологической и технологической модели эксплуатации ПХГ и их совершенствованию;
- аудиту запасов газа в хранилище;
- разработке обеспечения;

- корректировке режимов закачки и отбора газа с учетом детализации геологического строения и выявленных гидродинамических особенностей объекта хранения, состояния скважин и возможностей газотранспортной системы;

- установлению аномальных направлений преимущественного распространения газа в объекте хранения, оценке зон максимального и минимального газонасыщения, регулированию процесса заполнения порового объёма структурной ловушки;

- оценке герметичности объекта хранения;

- геодинамике недр;

- установлению технологических параметров эксплуатации газохранилища на длительный период его функционирования при выявленных в ходе текущей эксплуатации особенностях, изменившихся условиях в ЕСГ и других отклонениях исходной информации;

- проведению дополнительных видов газодинамических исследований;

- интенсификации технологических процессов закачки и отбора газа, повышению коэффициента использования эксплуатационного фонда скважин;

- оценке и сокращению затрат газа на СТН;

- совершенствованию технологии и изысканию принципиально новых решений по энергосберегающей и безотходной эксплуатации объектов;

- выдаче заключений по техническому состоянию скважин;

- подготовке справок и заключений по текущему состоянию хранилища, оперативных материалов для заказчика и контролирующих органов.

В каждом конкретном случае объем работ по авторскому надзору на текущий календарный год устанавливают с учетом их целесообразности, очередности и ожидаемых результатов. Отдельные виды работ могут быть затребованы заказчиком во исполнение решений, предписаний Госгортехнадзора России и других ведомств.

По результатам осуществления авторского надзора в общем случае в течение года представляют краткие информационные отчеты с указанием объёма

выполненных работ, основных результатов и выводов. В конце года исполнитель передаёт заказчику единый заключительный отчет по выполненным работам в соответствии с календарным планом.

3. Основные принципы ГИС-контроля

1. Информативность является обоснованием выбора скважин на структуре, это позволяет максимально эффективно использовать выбранный фонд скважин для системного ГИС-контроля при решении поставленных задач.

2. Периодичность – это соотношение достоверности наблюдаемого параметра со скоростью его значимых изменений (скорость процесса).

3. Системность ГИС-контроля и ГИС-техконтроля:

- профилактическая;
- диагностическая (целевые исследования);
- оценка эффективности реализации рекомендаций и мероприятий.

4. Технологичность:

- выбор комплекса ГИС и последовательность измерений;
- выбор и последовательность режимов работы скважины, позволяющих получить контрастные эффекты;
- при аномальных отклонениях регистрируемых значений параметров от фоновых, необходимо проводить многократные повторы в аномальных интервалах для выяснения их характера (случайность, динамичность, интенсивность и т.д.);
- при исследованиях необходимо исключить утечки через сальник лубрикатора и запорную арматуру.

Информационное обеспечение геофизических измерений – например, установка дистанционных устьевых датчиков давления, температуры и т.д.

Рекомендуемый цикл исследований и комплексы промыслово-геофизических исследований по контролю эксплуатации месторождений и подземных хранилищ газа представлены ниже (см. таблицы 1 и 2).

Таблица 1 – Рекомендуемый цикл исследований на ПХГ (периодичность работ)

№№ п/п	Наименование геолого-технических задач	Тип скважин		
		пьезометриче- ские	геофизические	эксплуатацион- ные
1	Определение газонасы- щенной мощности пла- ста и K_2	не реже 2-х раз за сезон (закачка – отбор)	не реже 2-х раз за сезон (закачка – отбор)	не реже 2-х раз за сезон (закачка – отбор)
2	Определение положе- ния контура ГВК	2 раза за сезон (нейтральный период)	2 раза за сезон (нейтральный период)	2 раза за сезон (нейтральный период)
3	Отбивка забоя	не реже 1 раза в год	не реже 1 раза в год	не реже 1 раза в год
4	Освидетельствование степени сообщаемости скважины с пластом и выявление заколонных перетоков	2 раза в год	2 раза в год	2 раза в год
5	Комплексное промы- слово-геофизическое обследование техниче- ского состояния сква- жин	не реже 1 раза в 5 лет	не реже 1 раза в 5 лет	не реже 1 раза в 5 лет

Таблица 2 – Комплексы промыслово-геофизических исследований по контролю эксплуатации Кущёвского подземного хранилища газа

Задачи, решаемые геофизическими методами	Промыслово-геофизические методы	
	обязательный комплекс	дополнительный комплекс
	метод	метод
1	2	3

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Геолого-промысловые задачи		
Определение коэффициентов газонасыщенности коллекторов, газонасыщенной толщины, идентификация положения текущего ГВК	НГК барометрия термометрия	2ННКт ИННК
Определение профиля притока, дифференциальных и суммарных дебитов, оценка продуктивности пласта и фильтрационных коэффициентов, определение пластовых, забойных давлений и температур	термоанемометрия термометрия механическая расходомерия локатор муфт МИД-К барометрия шумомерия	
Выявление источников обводнения и интервалов поступления воды в ствол скважины	НГК ГК термометрия шумомерия	2ННКт ИННК
Поиск вторичных скоплений газа, выявление источников и характера перетоков	НГК термометрия шумомерия	2ННКт ИННК
Наблюдение за формированием радиогеохимического эффекта	ГК	
Технические задачи		
Контроль интервалов перфорации, оценка совершенства вскрытия пластов	МИД-К	
Определение металлических элементов конструкции скважин и подземного оборудования	МИД-К	
Изучение местоположения текущего забоя, его герметичности, наличия песчано-глинистых пробок	НГК ГК термометрия локатор муфт	2ННКт
Оценка герметичности колонн и НКТ	НГК термометрия барометрия МИД-К	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Диагностика пропусков газа по резьбовым (муфтовым) соединениям	НГК и МИД-К термометрия барометрия шумометрия	
Определение степени разрушения призабойной зоны	НГК термометрия	2ННК _т
Определение качества сцепления цементного камня с породой и колонной	АКШ СГДТ-НВ	
Уточнение плотности цементного камня и его распределения в заколонном пространстве	АКШ СГДТ-НВ	
Технологические задачи		
Изучение термобарических условий в стволе скважины	барометрия термометрия влажнометрия	
Определение фазового состояния флюида	барометрия термометрия влажнометрия	
Индикация уровня жидкости при различных режимах работы скважины	барометрия термометрия влажнометрия	
Изучение условий образования и выноса жидкой фазы на поверхность	НГК барометрия термометрия влажнометрия	2ННК _т
Контроль качества цементирования скважин и диагностика обсадных колонн		
Уточнение конструкции скважин (местоположения башмаков НКТ, технической и эксплуатационной колонн, центрирующих фонарей, ПДМ, ПВМ, фильтров, пластырей)	МИД-К термометрия ГГК-Ц	
Определение толщины НКТ, технической и эксплуатационной колонн	МИД-К	
Выявление дефектов забойного оборудования	МИД-К	
Определение внутреннего диаметра эксплуатационной колонны, мест и качества свинчивания в муфтовых соединениях, выявление коррозии	ПТС-4 МИД-К	

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Определение интервалов перфорации и идентификация вида дефектов в интервале перфорации (трещины, раздутия и т.д.)	МИД-К	
Выявление нарушений в эксплуатационной колонне (раздутия, трещины, порывы, смятия)	МИД-К	

Основанием для проведения системного геофизического контроля эксплуатации ПХГ являются:

- Регламент геолого-технологического и экологического мониторинга за эксплуатацией и герметичностью Кущёвского ПХГ, согласованному и утверждённому во ВНИИГАЗе;
- Типовые и обязательные комплексы промыслово-геофизических исследований скважин – РД-51-1-93, а также утверждённые «Комплексы ...» рассматриваемым месторождениям и ПХГ.

Безопасность эксплуатации подземных хранилищ газа обеспечивается объектным мониторингом объекта хранения, герметичностью покрышки, вертикальной и горизонтальной миграцией газа, техническим состоянием скважин и других элементов системы:

- выявлять техногенные залежи газа и мест его утечек;
- контролировать интервалы перфорации пластов;
- уточнять подвески НКТ, положения других элементов конструкции скважины и подземного оборудования;
- определять негерметичности обсадных колонн и НКТ;
- определять текущее состояние колонн (дефекты, смятие, порывы, вздутия, коррозия);
- изучать поглощение в зоне текущего забоя скважины, его герметичности, наличия песчано-глинистых пробок на забое;

- оценивать текущее состояния цементного камня (качества сцепления цементного камня с колонной и породой; характера его распределения в заколонном пространстве скважины);
- диагностика пропуска газа по резьбовым соединениям.

4. Аппаратура и методика геофизических исследований скважин

При геофизическом исследовании скважин на Кущёвском ПХГ были проведены исследования следующими методами.

При *гидродинамических исследованиях скважин* давления, температуры и дебиты измеряют как на устье, так и в стволе скважины и на забое. Для измерений внутри скважины на Кущёвском ПХГ использовались такие методы, как манометрия, термометрия, влагометрия. Целью этих исследований является определение положения газо-водяного контакта и определение мощности газонасыщенной толщи в продуктивном интервале.

Термометрия позволяет контролировать распределение закачиваемого газа по увеличению температуры пласта, как это имеет место при контроле за работой подземных газохранилищ (ПХГ). Очевидно применение термометрии при контроле нагрева пластов за счёт перемещения по нему фронта горения. Выделение поглощающих воду интервалов проводится после прекращения закачки по эффекту охлаждения пластов. При этом получаемый эффект тем выше, чем больше объем нагнетаемой воды, т.е. чем ниже температура пласта за счёт его охлаждения. Термометрия также применяется при контроле за заколонными газопроявлениями.

Влагометрия даёт возможность определять состав флюидов в стволе скважины по величине их диэлектрической проницаемости ϵ .

Манометрия позволяет измерять давление в скважине. На Кущёвском ПХГ были использованы пружинно-поршневые манометры типа МГП и МПМ, в которых измеряемое давление воспринимается поршнем, соединённым с вин-

товой цилиндрической пружины растяжения. Перемещение поршня, пропорциональное измеряемому давлению, и пружины фиксируются записывающим пером на бланке диаграммы.

Импульсный нейтрон-нейтронный каротаж относится к активным методам регистрации излучений, возникающих при облучении специальными источниками, помещенными в скважинном приборе. В ИННК применяется измерительная скважинная установка, состоящая из импульсного скважинного генератора нейтронов и расположенного на некотором фиксированном расстоянии (длина зонда) от него детектора нейтронов. Данный метод применяется для определения характера насыщения и пористости пород и для определения положения газоводяного контакта.

На Кущёвском ПХГ применялась аппаратура АИНК-43, разработанная в ВНИИА имени Н.Л. Духова.

Нейтронный гамма-каротаж – метод исследований скважин, основанный на облучении горных пород быстрыми нейтронами и регистрации гамма-излучения, возникающего при захвате тепловых нейтронов в горной породе.

НГК проводился аппаратурой СП-62, ДРСТ-1, ДРСТ-3, СРК-1 в открытом стволе скважин. Основной масштаб записи $n = 1$ мкР/час/см, скорость записи $V = 110-250$ м/час. В качестве источников нейтронов использовались плутониево-бериллиевые источники мощностью 4,6 и $5,3 \cdot 10^6$ нейтр/сек.

Нейтрон-нейтронный каротаж метод исследований скважин, основанный на облучении горных пород потоком быстрых нейтронов и регистрации многократно рассеянных медленных (надтепловых или тепловых) нейтронов.

На Кущёвском ПХГ применялась двухканальная аппаратура РКМ-42 (ГК + ННК) предназначена для измерения естественной радиоактивности горных пород в диапазоне 0-100 мкР/ч, и нейтронного излучения для определения объемной водонасыщенности. Диаметр скважинного прибора 42 мм, длина 1900 мм. Максимальное рабочее давление 30 МПа, максимальная рабочая температура 110 °С.

ННК применяется при разведке и эксплуатации месторождений полезных ископаемых для количественного определения пористости и других коллекторских свойств горной породы, корреляции разрезов скважин; контроля продвижения пластовых вод, выявления интервалов обводнения пластов, изучения изменения газонасыщенности (повторными наблюдениями), а также для контроля за сооружением и эксплуатацией подземных газохранилищ.

Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации – один из основных методов электрического каротажа, основанный на изучении естественного стационарного электрического поля в скважинах (образование которого связано с физико-химическими процессами, протекающими на поверхностях раздела «скважина – порода» и между пластами различной литологии).

На Кущёвском ПХГ использовалась аппаратура ЭК-1. Скважинный прибор рассчитан на работу в скважине диаметром не менее 160 мм в водной промывочной жидкости с содержанием NaCl от десятых долей процента до минерализации, соответствующей насыщению, NaOH – от 10 до 20 %, нефти – до 5-10 %, при наибольшем значении температуры окружающей среды – 120 °С и наибольшем гидростатическом давлении 100 МПа.

ПС позволяет решать обширный круг задач, связанных с изучением литологии пород, установлением границ пластов, проведением корреляции разрезов, выделением в разрезах пород-коллекторов, определением минерализации пластовых вод и фильтрата бурового раствора, коэффициента глинистости, пористости, проницаемости.

Каротаж обычными градиент и потенциал зондами (ГЗ и ПЗ): чаще всего при работах методом каротажа сопротивлений используются трёхэлектродные зонды, в которых три электрода располагаются в скважине (четвёртый электрод заземляется на поверхности, вблизи от скважины).

В потенциал-зонде расстояние между приёмными MN или питающими АВ (их называют парными) электродами превышает расстояние от непарного электрода А или М до ближайшего парного. Точка записи, к которой относится измеренное кажущееся сопротивление, – середина АМ.

В градиент-зонде расстояние между парными электродами в 5-10 раз меньше расстояния до непарного. Точка записи находится посередине MN.

На Кущёвском ПХГ использовались потенциал зонд А0,05 М и градиент зонд А0,025 МО, О25N с использованием аппаратуры МДО-2 и МДО-3 в масштабе записи $n = 1 \text{ Ом} \cdot \text{м/см}$. Скорость движения прибора в скважине не превышала 1000 м/час.

По значениям каротажа сопротивлений стандартного зонда можно получить истинные значения сопротивлений окружающих пород и оценить радиус проникновения бурового раствора. Чем больше радиус проникновения бурового раствора, тем больше пористость пород и лучше их коллекторные свойства. Также приращение потенциал зонда относительно градиент зонда является признаком коллектора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчёт о результатах промыслово-геофизических работ за 2011 год по предприятию ПФ «Кубаньгазгеофизика». – пос. Афипский, 2011.
2. Булатов А.И., Волощенко Е.Ю., Кусов Г.В., Савенок О.В. Экология при строительстве нефтяных и газовых скважин: учебное пособие для студентов вузов. – Краснодар: ООО «Просвещение-Юг», 2011. – 603 с.
3. Булатов А.И., Савенок О.В. Капитальный подземный ремонт нефтяных и газовых скважин: в 4 томах. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2012-2015. – Т. 1-4.
4. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин. – М.: Издательство «Недра», 1984. 432 с.
5. Климов В.В., Савенок О.В., Лешкович Н.М. Основы геофизических исследований при строительстве и эксплуатации скважин на нефтегазовых месторождениях. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2016. – 274 с.
6. Коноплёв Ю.В. Геофизические методы контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие. – Краснодар: КубГУ, 2006. – 210 с.
7. Писклов С.С. Разработка методики определения газоснабжения и продуктивности сложных коллекторов – объектов закачки и отбора газа в подземных газохранилищах (на примере Кущёвского ПХГ): автореферат на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук. – Краснодар, 2005. – 24 с.
8. Писклов С.С., Шнурман И.Г. Михайлин А.С. Технология изучения разрезов горизонтальных скважин по данным ГИС на Кущёвском ПХГ // Сборник научных трудов «Гипотезы, поиск, прогнозы». – Краснодар: СКО ИА РФ, 2002. – Вып. 14. – С. 134-142.
9. Попов В.В., Третьяк А.Я., Савенок О.В., Кусов Г.В., Швеи В.В. Геофизические исследования и работы в скважинах: учебное пособие. – Новочеркасск: Лик, 2017. – 326 с.
10. Савенок О.В., Арутюнян А.С., Шальская С.В. Интерпретация результатов гидродинамических исследований: учебное пособие. – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 203 с.
11. Амурский А.Г., Боголюбов Е.П., Титов И.А., Шипунов М.В. Многозондовая аппаратура импульсного нейтрон-нейтронного каротажа АИНК-89 // Вопросы атомной науки и техники.

Серия: Ядерное приборостроение. – М.: Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова, 2001. – Выпуск 1 (19) Нейтронные генераторы и аппаратура на их основе. – С. 39-45.

12. Климов В.В., Савенок О.В., Кузьмин А.В. Новые технические средства, технологии и методология геолого-геофизического контроля технического состояния крепи газовых и газоконденсатных скважин, в том числе с аномально высокими пластовыми давлениями и температурами // Научно-технический журнал «Нефть. Газ. Новации». – Самара: ООО «Редакция журнала «Нефть. Газ. Новации», 2013. – № 3/2013. – С. 33-37.

13. Климов В.В., Лешкович Н.М. Повышение информативности метода термометрии при проведении геофизических исследований на нефтегазовых месторождениях и ПХГ // Булатовские чтения: материалы I Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 г.): в 5 т.: сборник статей / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2017. – Т. 1: Прогноз, поиск и разведка месторождений нефти и газа. Нефтегазопромысловая геология. Разведочная и промысловая геофизика. – С. 81-87.

14. Климов В.В., Савенок О.В., Лешкович Н.М. Повышение достоверности геофизических методов в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах // Научно-технический журнал «Инженер-нефтяник». – М.: Издательство ООО «Ай Ди Эс Дриллинг», 2017. – № 3. – С. 33-37.

15. Климов В.В., Савенок О.В., Лешкович Н.М. Концепция геолого-геофизического контроля технического состояния обсадных колонн и зацементированного заколонного пространства в скважинах на нефтегазовых месторождениях и подземных хранилищах газа // Ежеквартальный научно-технический журнал «Вестник ассоциации буровых подрядчиков». – М.: Издательство «Ассоциация буровых подрядчиков», 2019. – № 2. – С. 15-21.

16. Панцарников Д.С., Арутюнян А.С., Петрушин Е.О., Савенок О.В. Техника и технология геофизических методов исследования горизонтальных скважин на Фёдоровском нефтегазовом месторождении // Научно-технический журнал «Нефть. Газ. Новации». – Самара: ООО «Редакция журнала «Нефть. Газ. Новации», 2016. – № 1/2016. – С. 42-45.

REFERENCES

1. Otchyot o rezul'tatah promyslovo-geofizicheskikh rabot za 2011 god po predpriyatiyu PF «Kuban'gazgeofizika». – pos. Afipskij, 2011.
2. Bulatov A.I., Voloshchenko E.YU., Kusov G.V., Savenok O.V. Ekologiya pri stroitel'stve neftyanyh i gazovyh skvazhin: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov. – Krasnodar: ООО «Prosveshchenie-YUG», 2011. – 603 s.
3. Bulatov A.I., Savenok O.V. Kapital'nyj podzemnyj remont neftyanyh i gazovyh skvazhin: v 4 tomah. – Krasnodar: ООО «Izdatel'skij Dom – YUG», 2012-2015. – Т. 1-4.
4. D'yakonov D.I., Leont'ev E.I., Kuznecov G.S. Obshchij kurs geofizicheskikh issledovanij skvazhin. – М.: Izdatel'stvo «Nedra», 1984. 432 s.
5. Klimov V.V., Savenok O.V., Leshkovich N.M. Osnovy geofizicheskikh issledovanij pri stroitel'stve i ekspluatacii skvazhin na neftegazovyh mestorozhdeniyah. – Krasnodar: ООО «Izdatel'skij Dom – YUG», 2016. – 274 s.
6. Konoplyov YU.V. Geofizicheskie metody kontrolya za razrabotkoj neftyanyh i gazovyh mestorozhdenij: uchebnoe posobie. – Krasnodar: KubGU, 2006. – 210 s.
7. Pisklov S.S. Razrabotka metodiki opredeleniya gazosnabzheniya i produktivnosti slozhnyh kollektorov – ob'ektov zakachki i otbora gaza v podzemnyh gazohranilishchah (na primere Kushchyovskogo PHG): avtoreferat na soiskanie uchyonoj stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk. – Krasnodar, 2005. – 24 s.
8. Pisklov S.S., SHnurman I.G. Mihajlin A.S. Tekhnologiya izucheniya razrezov gorizonta'nyh skvazhin po dannym GIS na Kushchyovskom PHG // Sbornik nauchnyh trudov «Gipotezy, poisk, prognozy». – Krasnodar: SKO IA RF, 2002. – Vyp. 14. – S. 134-142.

9. Popov V.V., Tret'yak A.YA., Savenok O.V., Kusov G.V., SHvec V.V. Geofizicheskie issledovaniya i raboty v skvazhinah: uchebnoe posobie. – Novocherkassk: Lik, 2017. – 326 s.
10. Savenok O.V., Arutyunyan A.S., SHal'skaya S.V. Interpretaciya rezul'tatov gidrodinamicheskikh issledovaniy: uchebnoe posobie. – Krasnodar: Izd. FGBOU VO «KubGTU», 2017. – 203 s.
11. Amurskij A.G., Bogolyubov E.P., Titov I.A., SHipunov M.V. Mnogozondovaya apparatura impul'snogo nejtron-nejtronnogo karotazha AINK-89 // Voprosy atomnoj nauki i tekhniki. Seriya: YAdernoe priborostroenie. – M.: Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut avtomatiki im. N.L. Duhova, 2001. – Vypusk 1 (19) Nejtronnye generatory i apparatura na ih osnove. – S. 39-45.
12. Klimov V.V., Savenok O.V., Kuz'min A.V. Novye tekhnicheskie sredstva, tekhnologii i metodologiya geologo-geofizicheskogo kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya krepki gazovyh i gazokondensatnyh skvazhin, v tom chisle s anomal'no vysokimi plastovymi davleniyami i temperaturami // Nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Neft'. Gaz. Novacii». – Samara: OOO «Redakciya zhurnala «Neft'. Gaz. Novacii», 2013. – № 3/2013. – S. 33-37.
13. Klimov V.V., Leshkovich N.M. Povyshenie informativnosti metoda termometrii pri provedenii geofizicheskikh issledovaniy na neftegazovyh mestorozhdeniyah i PHG // Bula-tovskie chteniya: materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (31 marta 2017 g.): v 5 t.: sbornik statej / Pod obshch. red. d-ra tekhn. nauk, prof. O.V. Savenok. – Krasno-dar: OOO «Izdatel'skij Dom – YUg», 2017. – T. 1: Prognoz, poisk i razvedka mestorozhdenij nefti i gaza. Neftegazopromyslovaya geologiya. Razvedochnaya i promyslovaya geofizika. – S. 81-87.
14. Klimov V.V., Savenok O.V., Leshkovich N.M. Povyshenie dostovernosti geofizicheskikh metodov v naklonno-napravlennyh i gorizonta'nyh skvazhinah // Nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Inzhener-nef'tyanik». – M.: Izdatel'stvo OOO «Aj Di Es Drilling», 2017. – № 3. – S. 33-37.
15. Klimov V.V., Savenok O.V., Leshkovich N.M. Konceptiya geologo-geofizicheskogo kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya obsadnyh kolonn i zacementirovannogo zakolonnogo pro-stranstva v skvazhinah na neftegazovyh mestorozhdeniyah i podzemnyh hranilishchah gaza // Ezhekvartal'nyj nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Vestnik asociacii burovyyh podryadchikov». – M.: Izdatel'stvo «Associaciya burovyyh podryadchikov», 2019. – № 2. – S. 15-21.
16. Pancarnikov D.S., Arutyunyan A.S., Petrushin E.O., Savenok O.V. Tekhnika i tekhnologiya geofizicheskikh metodov issledovaniya gorizonta'nyh skvazhin na Fyodorovskom neftegazo-vom mestorozhdenii // Nauchno-tekhnicheskij zhurnal «Neft'. Gaz. Novacii». – Samara: OOO «Redakciya zhurnala «Neft'. Gaz. Novacii», 2016. – № 1/2016. – S. 42-45.

TECHNIQUE AND METHODS FOR CONDUCTING WELL LOGGING CONTROL ON THE KUSHCHEVSKOYE UNDERGROUND GAS STORAGE

Shalskaya S. V.

*the Production Branch «Kubangazgeofizika», LLC «Gazprom georesource» PJSC
«Gazprom», sv010478@mail.ru*

The article describes the technique and methodology for conducting well logging control on the Kuschevsky underground gas storage. The organization of geophysical field operations and the operation of wells at the underground gas storage facilities was considered. The basic principles of well logging control are given. The equip-

ment and methods of the conducted research are shown.

Keywords: Kushchevskoye underground gas storage; well logging control equipment on the Kushchevskoye underground gas storage; well logging control technique on the Kushchevskoye underground gas storage; organization of geophysical field operations at underground gas storage facilities; well operation on underground gas storage; basic principles of well logging control; equipment and methods of research.