УДК 622.276.76: 622.245

МЕТОДЫ ДЕФЕКТОСКОПИИ КРЕПИ ПРИ РЕМОНТЕ СКВАЖИН

METHODS OF FLAW DETECTION OF SUPPORT DURING WELL WORKOVER

Климов Вячеслав Васильевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Институт нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
vvklimov2010@gmail.com

Усов Сергей Васильевич
кандидат технических наук,
доцент кафедры нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Института нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
baku50@mail.ru

Аль-Идриси Мохаммед Салех
аспирант кафедры нефтегазового дела
имени профессора Г.Т. Вартумяна,
Институт нефти, газа и энергетики,
Кубанский государственный технологический университет
mohammed734488@mail.ru

Аннотация. В статье приведена общая методология геолого-геофизического контроля технического состояния обсадных колонн и зацементированного заколонного пространства в вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважинах на нефтяных и газовых месторождениях. Представлен порядок проведения геофизических исследований (ГИС) на различных этапах «жизни» скважин (при их строительстве, эксплуатации, проведении капитальных ремонтов, забуривании вторых стволов из старого фонда скважин, а также при их консервации и ликвидации), а также содержатся сведения о приборном обеспечении ГИС, которое находится в настоящее время на вооружении геофизических предприятий в России, включая разработки прежних лет и современные.

Ключевые слова: виды дефектов; повреждения обсадных колонн; геолого-геофизический контроль, диагностика обсадных колонн; технология дефектоскопии обсадных колонн; капитальный ремонт скважин; повышение герметичности крепи скважин; нормативная база диагностики технического состояния крепи скважин; методы контроля технического состояния обсадных колонн.

Klimov Vyacheslav Vasilyevich
Candidate of Technical Sciences,
Professor of Oil and Gas
Engineering Department
named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute of Oil, Gas and Energy
Kuban State Technological University
vvklimov2010@gmail.com

Usov Sergey Vasilievich
Candidate of Technical Sciences,
Professor of Oil and Gas
Engineering Department
named after professor G.T. Vartumyan,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
baku50@mail.ru

Al-Edresi Mohammed Saleh
Postgraduate Student of the Department
of Oil and Gas Engineering
named after Professor G.T. Vartumyan,
Institute of Oil, Gas and Energy,
Kuban State Technological University
mohammed734488@mail.ru

Annotation. The article provides a general methodology for geological and geophysical monitoring of the technical condition of casing strings and behind-cemented annulus in vertical, directional and horizontal wells at oil and gas production sites. The procedure for conducting geophysical studies (GIS) at various stages of the «life» of wells (during their construction, exploitations, overhauls, spud of the second wells from the old well stock, as well as during their conservation and abandonment) is presented, and information on the instrumentation of the GIS, which is currently in service with geophysical enterprises in Russia, including the development of previous years and modern.

Keywords: types of defects; damage to casing strings; geological and geophysical monitoring, diagnostics of casing strings; technology of flaw detection of cavity-garden columns; well workover; increased tightness of well support; regulatory basis for diagnostics of the technical condition of well support; methods of monitoring the technical condition of casing strings.

Выполнение работ по дефектоскопии с целью получения достоверной информации о состоянии крепи скважины имеет важное значение при ремонте скважин. Правильный выбор методов и приборного обеспечения на прямую влияет на успешность ремонтных работ в скважине. Определение целей и задач дефектоскопии и соответствующих эффективных методов исследований позволит снизить объем исследовательских работ и повысить успешность ремонтов.

Обсадная колонна как объект контроля. Основные виды дефектов и повреждений обсадных колонн:

– сосредоточенный желобной износ замками и трубами бурильной колонны в местах интенсивного искривления и перегибов стволов скважин;

– порезы и иссечение внутренней поверхности труб резцами долот при разбуривании цементных стаканов;

– деформация и смятие обсадных колонн;
– порывы и трещины по телу труб;
– сквозные протертости и ослабления резьб в муфтовых соединениях;
– потеря герметичности в муфтовых соединениях и по телу труб;
– коррозионные повреждения.

Основные задачи контроля технического состояния обсадных колонн являются:

1. Определение проходного сечения обсадных колонн, минимального, максимального, среднего внутренних диаметров, овальности каждой обсадной трубы и их изменений за счет механического и коррозионного износа при строительстве и эксплуатации скважин.

2. Дефектоскопия обсадных колонн и обнаружение повреждений обсадных труб, образующихся в местах концентрации механических напряжений (при проведении спуско–подъемных операций, опрессовках, термических воздействиях и т.п.).

3. Выдача заключения о техническом состоянии каждой обсадной трубы и обсадной колонны в целом на основе проводимых инструментальных измерений и сопоставления измеренных значений геометрических параметров труб с соответствующими значениями, установленными требованиями ГОСТ 632-80, регламентирующего их производство на металлургических заводах.

4. Обнаружение негерметичных муфтовых соединений и иных мест негерметичности в эксплуатационных обсадных колоннах.

Методы ГИС для определения технического состояния обсадных колонн.

– трубной профилеметрии (механическая и электромагнитная);
– электромагнитной дефектоскопии;
– электромагнитной (магнитоимпульсной) толщинометрии;
– гамма-дефектометрии-толщинометрии;
– акустического каротажа;
– высокочувствительной термометрии;
– спектральной шумометрии;
– дифференциальной расходометрии и высокочувствительной притокометрии;
– резистивиметрии и диэлькометрии;
– закачки жидкости с добавлением веществ-индикаторов и короткоживущих радионуклидов.

Контроль свинчивания труб (зазоров между их торцами) производится методами электромагнитной дефектоскопии (механической профилеметрии), а наличия технологической оснастки и правильности ее установки за обсадной колонной – методами рассеянного гамма-излучения и электромагнитной (магнитоимпульсной) толщинометрии.

Определение местоположения муфтовых соединений обсадных колонн и привязка их к геологическому разрезу производится с помощью магнитных локаторов муфт или аппаратуры электромагнитной дефектоскопии и аппаратуры радиоактивного каротажа.

В зависимости от задач контроля используются все или часть указанных методов ГИС.

Обязательный комплекс ГИС обсадных колонн включает методы:

– трубной профилеметрии (механической и электромагнитной);
– электромагнитной дефектоскопии и толщинометрии;
– акустического каротажа (видеокаротажа, спектральной шумометрии);
– гамма-каротажа.

Для газовых и газоконденсатных месторождений до начала разработки должны проводиться фоновые геофизические исследования, без которых значительно затруднено выявление дефектов и иных несквозных повреждений обсадных труб и оказывается затруднительным определение их износа и остаточной толщины с достаточной для практических целей точностью из-за больших допусков по их наружному и внутреннему диаметрам, овальности и разностенности.

Дополнительный комплекс ГИС обсадных колонн включает методы:

– высокочувствительной термометрии;
– гамма-дефектометрии-толщинометрии;
– акустического каротажа (АКЦ-сканирование + спектральной шумометрии);
– дифференциальной расходометрии и высокочувствительной притокометрии (расходометрии);
– резистивиметрии;
– диэлькометрии;
– закачки жидкости с добавлением веществ-индикаторов и короткоживущих радионуклидов.

Исследования в дефектных обсадных колоннах выполняются по индивидуальным программам с привлечением указанных выше методов.

Основными задачами контроля состояния цементного камня в заколонном пространстве скважин являются:

1. Определение высоты подъема и равномерности распределения цементного камня по периметру труб обсадной колонны.

2. Определение состояния его контактов на границах сред колонна – цементный камень – порода.

3. Обнаружение интервалов перетоков флюидов за эксплуатационными колоннами по каналам в цементном камне и на границах сред колонна – цементный камень – порода.

4. Определение направления движения флюидов за эксплуатационными колоннами по каналам в цементном камне и на границах сред колонна – цементный камень – порода.

5. Определение источников обводнения продукции скважин.

6. Определение путей распространения ремонтных составов, закачиваемых для устранения перетоков флюидов в заколонное пространство скважин.

Методы и комплексы ГИС для изучения состояния цементного камня в заколонном пространстве скважин:

– акустического контроля цементирования (АКЦ) с использованием аппаратуры широкополосного многозондового акустического каротажа;

– высокочувствительной малоинерционной термометрии;

– контактной спектральной шумометрии;

– рассеянного гамма-излучения (гамма-гамма-дефектометрии);

– радиоактивного каротажа (РК) с использованием меченых веществ.

Обязательный комплекс ГИС заколонного пространства:

– высокочувствительной малоинерционной термометрии;

– акустического контроля цементирования (АКЦ) по границам сред (колонна- цемент и цемент-порода) с использованием аппаратуры широкополосного многозондового акустического каротажа;

– контактной спектральной шумометрии;

– рассеянного гамма-излучения (гамма-гамма-дефектометрии) - при невозможности получения достаточного объема информации другими методами ГИС.

Дополнительный комплекс ГИС заколонного пространства:

– рассеянного гамма-излучения (гамма-гамма-дефектометрии);

– радиоактивного каротажа (РК) с использованием меченых веществ (короткоживущих радионуклидов).

Методы и комплексы ГИС для изучения путей миграции газа и движения жидкости в заколонном пространстве скважин:

– высокочувствительной малоинерционной термометрии;

– акустического контроля цементирования (АКЦ) с использованием аппаратуры широкополосного многозондового акустического каротажа;

– контактной спектральной шумометрии;

– радиоактивного каротажа (НГК, временного НГК, ГГК);

– закачки жидкости с добавлением индикаторов (трассеров), меченых веществ (короткоживущих радионуклидов).

Методы и комплексы ГИС для изучения путей распространения ремонтных составов в заколонном пространстве скважин. (для контроля закачки и выработки управляющих решений):

– радиоактивного каротажа (ГК, ИННК);

– закачки жидкости с добавлением индикаторов (трассеров), меченых веществ (короткоживущих радионуклидов).

Виды работ и приборное обеспечение ГИС в зависимости от целей и задач ремонтных работ приведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Виды работ при контроле технического состояния крепи скважин и приборное обеспечение ГИС

Задачи контроля	Технические средства
1	2
1.1 Определение местоположения муфтовых соединений обсадных колонн по глубине скважины	Локаторы муфт: ЛМ-90, ЛМ-110. ЛМ-42; МЛМ-36, ДЛМ-42, ЛПМ-90. Дефектоскопы скважинные индукционные: ДСИ, ИДК-105 Дефектоскопы магнито-импульсные: МИД – К, МИД-Газпром, ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ- 42, ЭМДС-С; Комплекс АМК – 2000, ГКЛ – 36
1.2 Выявление дефектов металлургического производства по телу труб (продольной ориентации), контроль правильности свинчивания обсадных колонн по изменениям их внутреннего диаметра	Дефектоскопы скважинные индукционные: ДСИ, ИДК-105

Продолжение таблицы 1

1	2
1.3 Выявление продольных и поперечных дефектов по телу труб, контроль зазоров между их торцами и правильности свинчивания обсадных колонн	Дефектоскоп скважинный индукционный ИДК-105.
1.4 Контроль средней по периметру толщины труб (по дуге 3600), правильности свинчивания обсадных колонн и установки технологической оснастки	Дефектоскопы магнито - импульсные: МИД–К, МИД-Газпром; ЭМДС-С, ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ- 42 и др.; СГДТ-3, СГДТ-100, КСА-Т-7-73-/110-120/60 ВАРТА
1.5 Определение начального профиля внутренней поверхности труб обсадных колонн (проходного сечения), минимального, максимального и среднего внутреннего диаметра труб, приборами, использующими контактные и бесконтактные методы съема информации	Электромеханические трубные профилемеры: ПТС-4, ПТС-100 Электромагнитные профилографы: ЭПОК-1; КСПТ-3, КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2; микрокаверномер-дефектомер САТ-4
Определение профиля внутренней поверхности промежуточных обсадных колонн, деформации труб и их проходного сечения приборами, использующими контактные и бесконтактные методы съема информации	Электромеханические трубные профилемеры: ПТС-4, ПТС-100 Электромагнитные профилографы: ЭПОК-1; КСПТ-3, КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2, микрокаверномер-дефектомер САТ-4, САТ-4 М
2.2 Определение интервалов износа промежуточных обсадных колонн	Электромеханические трубные профилемеры: ПТС-4, ПТС-100 Электромагнитные профилографы: ЭПОК-1; КСПТ-3, КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2, микрокаверномер-дефектомер САТ-4. САТ-4 М Дефектоскопы магнито - импульсные: МИД – К, МИД-Газпром, ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ- 42, ЭМДС-С
2.3 Определение мест негерметичности обсадных колонн	Термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН и др. Резистивиметры: КРИС-28, КРИС-36 и др.; ТШ (АМК-2000); акустический течеискатель ТСА -1; контактный спектральный шумомер СМАШ -42
2.4 Контроль состояния цементного камня за обсадной колонной: – равномерности заполнения заколонного пространства и высоты подъема; – контактов по границам сред колонна – цемент и цемент – порода; – каналов и трещин в цементном камне	Ц М (8 -16; 12 – 20); МАК (3, 5), МАК –7, МАК-9 АРК-1, СПАК –4, СПАК-6; АКШ-5, АКШ-8, ИКЦ-1; АВАК-7 и др.
2.5 Обнаружение перетоков флюидов за обсадными колоннами	Термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН и др. Термометр ВМСТ Акустические методы: ИКЦ-1, АКШ-5, АКШ-8; АКИ- 36 –3 - АКТАШ; ШСМ-1, ШСМ-2, АИП- 36, ШМВ – 42 ТШ (АМК-2000) Контактный спектральный шумомер СМАШ –42
2.6 Выделение интервалов кумулятивной перфорации и оценка качества вскрытия пластов – коллекторов	ЛПО-ГК–локатор перфорационных отверстий с каналом ГК; АКП-1; САТ, САТ-2, микрокаверномер-дефектомер САТ-4. САТ-4 М ЭМЛОТ-112, МИД-К, МИД-Газпром; ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ- 42., ЭМДС-С АСКП-36, АКИ-36-3-АКТАШ. Комплекс: ИДК-105 + ДЛМ-42 + СМАШ-42 + ПТС-4 + АКШ-5 и др.
2.7 Выделение интервалов щелевой перфорации и оценка качества ее проведения (однородности вскрытия труб по длине щели)	Комплекс: ИДК-105 + ЛМ-90 , ЛМ-110. ЛМ-42 и др.

Продолжение таблицы 1

1	2
3.1 Обнаружение порывов и трещин продольной и поперечной ориентации по телу труб обсадных колонн, порезов резцами долот, зон иссечения их внутренней поверхности и изменений среднего внутреннего диаметра труб (по металлу)	Индукционный дефектоскоп ИДК-105
3.2 Обнаружение порывов и трещин в многоколонных конструкциях (обсадных колоннах и НКТ)	Магнито-импульсные дефектоскопы: МИД-К, МИД-Газпром, ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ-42, ЭМДС-С и др.
3.3 Определение изменений среднего внутреннего диаметра труб, их деформации и проходного сечения приборами, использующими контактные и бесконтактные методы съема информации	Электромеханические профилемеры: ПТС-4, ПТС-100 Электромагнитные профилографы: ЭПОК-1, КСПТ-3 , КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2, микрокаверномер-дефектомер САТ-4, САТ-4 М
3.4 Определение интервалов износа обсадных колонн, интенсивной коррозии, сквозных проржавлений» (интегральной потери металла по дуге 360°)	Магнито-импульные дефектоскопы: МИД-К, МИД-Газпром,ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ-42, ЭМДС-С и др. КСА-Т-7-73-/110-120/60 ВАРТА. СГДТ-100 (АМК-2000)
3.5 Определение мест негерметичности обсадных колонн	Акустический течеискатель ТСА –1; резистивиметры КРИС-28, КРИС-36 и др.; термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН; контактный шумомер СМАШ –42
3.6 Контроль состояния цементного камня за обсадной колонной: – равномерности заполнения заколонного пространства; – контактов по границам сред колонна – цемент и цемент – порода; – каналов и трещин в цементном камне	СГДТ- 3; Ц М (3 – 4); АМК -2000, КСА-Т-7-73-/110-1-20/60 Варта; МАК (2 , 4, 5), МАК-7, МАК-9; АРК-1, АКЦ–НВ–48; СПАК –4, СПАК – 6; АКШ-5, АКШ-8, ИКЦ-1; АВАК-7 и др.
3.7 Обнаружение перетоков флюидов за обсадными колоннами	Термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН и др. Акустические методы: АКИ- 36 –3 - АКТАШ; ИКЦ-1, АКШ-5, АКШ-8; ШМВ- 42, АИП- 36, ШСМ-1, ШСМ-2, АМК-2000, контактный спектральный шумомер СМАШ-42
4.1 Обнаружение порывов и трещин в трубах обсадных колонн, определение их протяженности и расстояния до муфтовых соединений; оценка изменений среднего внутреннего диаметра труб (по металлу)	Индукционный дефектоскоп ИДК-105
Определение изменений проходного сечения труб, профилеметрия (контактная и бесконтактная)	Электромеханические профилемеры: ПТС -4 , ПТС -100 Электромагнитные профилографы: ЭПОК-1, КСПТ-3, КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2, микрокаверномер-дефектомер САТ-4, САТ-4 М
Определение мест негерметичности в резьбовых соединениях обсадных колонн	Акустический течеискатель ТСА –1, АМК-2000, контактный спектральный шумомер СМАШ -42
4.4 Контроль состояния цементного камня за обсадной колонной: – контактов по границам сред колонна – цемент и цемент – порода; – каналов и трещин в цементном камне	МАК (2, 4, 5); МАК-7, МАК-9 АРК-1, АКЦ–НВ–48 и др., СПАК -4, СПАК -6 АКШ-5, АКШ-8, ИКЦ-1; АВАК-7 и др.
5.1 Обнаружение порывов и трещин в обсадных колоннах, определение их протяженности и расстояния до муфтовых соединений; оценка изменений среднего внутреннего диаметра труб	Индукционный дефектоскоп ИДК-105.
5.2 Определение роходного сечения труб, профилеметрия (контактная и бесконтактная)	Электромеханические профилемеры: ПТС-4, ПТС -100 Электромагнитные профилографы: ЭПОК-1, КСПТ-3 , КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2, микрокаверномер-дефектомер САТ-4, САТ-4 М

Окончание таблицы 1

1	2
5.3 Определение мест негерметичности обсадных колонн	Термометр ТР-7 с регистрацией Т, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН; резистивиметры КРИС–28, КРИС-36 и др.; Акустический течеискатель ТСА –1, Контактный спектральный шумомер СМАШ –42, АМК-2000
5.4 Контроль состояния ементного камня за бсадной колонной и его контактов по границам сред: - колонна – цемент и цемент – порода, - каналов и трещин в цементном камне	СГДТ –2, СГДТ -3; ЦМ 3 – 4; КСА-Т-7-73-/110-1-20/60 Варта; МАК (2, 4, 5), МАК-7, МАК-9; АРК-1, АКЦ-НВ-48; СПАК-4, СПАК-6; АКШ-5, АКШ-8, ИКЦ-1; АВАК-7 и др.
5.5 Обнаружение перетоков флюидов за обсадными колоннами	Термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН и др. Акустические методы: ИКЦ-1, АКШ-5, АКШ-8; АКИ- 36 –3 - АКТАШ; ШСМ-1, ШСМ-2: АИП- 36, ШМВ – 42 ТШ (АМК-2000), контактный спектральный шумомер СМАШ –42
6.1 Обнаружение интервалов интенсивной коррозии, порывов и трещин в многоколонных конструкциях (в НКТ и по телу труб)	Магнито-импульсные дефектоскопы: МИД –К, МИД-Газпром, ЭМДС-ТМ, ЭМДСТ-42, ЭМДС –С и др.
6.2 Обнаружение порывов и трещин в обсадных колоннах, определение их протяженности и расстояния до муфтовых соединений; оценка изменений среднего внутреннего диаметра труб	Индукционный дефектоскоп ИДК –105.
6.3 Определение проходного сечения труб, профилеметрия (контактная и бесконтактная)	Электромеханические профилемеры: ПТС-4, ПТС-100; Электромагнитные профилографы: ЭПОК –1, КСПТ-3, КСПТ-7. Акустические телевизоры САТ, САТ-2 ; микрокаверномер-дефектомер САТ-4.
6.4 Обнаружение мест негерметичности обсадных колонн	Термометр ТР-7 с регистрацией Т, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН ; резистивиметры КРИС–28, КРИС- 36 и др.; Акустический течеискатель ТСА –1, контактный спектральный шумомер СМАШ –42, АМК-2000.
6.5 Обнаружение перетоков флюидов за обсадными колоннами	Термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН и др. Термометр ВМСТ. Акустические методы: ИКЦ-1, АКШ-5, АКШ-8; АКИ- 36 –3 - АКТАШ; ШСМ-1, ШСМ-2: АИП- 36, ШМВ – 42, АМК-2000, контактный спектральный шумомер СМАШ –42
6.6 Определение высоты подъема применяемых герметизирующих ремонтных тампонажных составов за эксплуатационной обсадной колонной	Термометр ТР-7 с регистрацией Т/Н, ΔТ/Н, ΔТ/ΔН. Акустические методы: АКШ-5 , АКШ-8 , ИКЦ-1

На основании анализа существующих в отрасли методов диагностики дефектов в крепи скважин, а также разработок последних лет определены оптимальные наборы эффективных методов исследований скважин в зависимости от имеющихся в них дефектов. Использование рекомендаций позволит исполнителям на предприятии сократить объемы и стоимость диагностики скважин, а также повысить успешность ремонтов.

Список литературы:

1. РД 39-1-1190-84 – Технология промыслово-геофизических исследований при капитальном ремонте скважин. – М. : Миннефтепром, 1985. – 60 с.

2. Климов В.В. Методические указания по контролю технического состояния крепи скважин.

3. Сулейманов М.А. Методическое руководство по компьютерной технологии контроля технического состояния и качества цементирования обсадных колонн нефтегазовых скважин / М.А. Сулейманов, В.Н. Служаев, Е.В. Семенов. – Уфа : НПФ «Геофизика», 1997. – 173 с.

4. Новые технические средства, технологии и методология геолого-геофизического контроля технического состояния крепи газовых и газоконденсатных скважин, в том числе и скважин с ано-

мально-высокими пластовыми давлениями и температурой : монография / М.Г. Гейхман [и др.]. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2011. – 265 с.

5. Климов В.В. Диагностика технического состояния нефтяных и газовых скважин : монография. – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2020. – 319 с.

6. РД 153-39.0-072-01 – Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах. – М., 2001. – 271 с. (ООО «Издательство «ГЕРС», г. Тверь).

7. Климов В.В. Научно-методические основы, аппаратура и технологии геофизического контроля технического состояния скважин на примере газовых месторождений и подземных хранилищ газа : монография. – М. : ООО «ИРЦ Газпром», 2008. – 300 с.

List of references:

1. RD 39-1-1190-84 – Technology of Field and Geophysical Investigations during Well Workover. – M. : Minnefteprom, 1985. – 60 p.

2. Klimov V.V. Methodological Guidelines for Monitoring the Technical Condition of Well Support.

3. Suleimanov M.A. Methodological Manual on Computer Technology for Monitoring the tekhnicheskogo Condition and Quality of Cementing of Oil and Gas skvazhin Casing Strings/M.A. Suleimanov, V.N. Sluzhaev, E.V. Semenov. – Ufa : NPF «Geofizika», 1997. – 173 p.

4. New technical means, technologies and methodology for geological and geophysical control of the technical condition of the support of gas and gas condensate wells, including wells with abnormally high formation pressures and temperature : monograph / M.G. Geikhman [et al.]. – Krasnodar : Enlightenment-South, 2011. – 265 p.

5. Klimov V.V. Diagnostics of the technical condition of oil and gas wells : monograph. – Krasnodar : Ed. FSBEI HE «KubGTU», 2020. – 319 p.

6. RD 153-39.0-072-01 – Technical Instructions for Conducting Geophysical Surveys and Wireline Instruments in Oil and Gas Wells. – M., 2001. – 271 p. (GERS Publishing House LLC, Tver).

7. Klimov V.V. Scientific and methodological foundations, equipment and technology of geophysical control of the technical condition of wells on the example of gas fields and underground gas storage : monograph. – M. : LLC «IRC Gazprom», 2008. – 300 p.