ГОССТРОИ РСФСР
РОСГЛАВНИИСТРОЙПРОЕКТ

Производственное объединение "Стройизыскания"
Центральный трест инженерно-строительных изысканий

ИНСТРУКЦИЯ

по применению каротажных методов при инженерных изысканиях для строительства

РСН 46-79

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ РСФСР
РОСГЛАВНИИСТРОЙПРОЕКТ

Производственное объединение "Стройизыскания"
Центральный трест инженерно-строительных изысканий

ИНСТРУКЦИЯ

по применению каротажных методов при инженерных изысканиях для строительства

РСН 46-79

Москва 1979

"Инструкция по применению каротажных методов при инженерных изысканиях для строительства" составлена нормативно-методологическим отделом ПО "Стройизыскания" (В.В.Лисицын, Н.П.Курандин, Ю.А.Юдичев) при участии сотрудников ПНИИИСа (И.А.Брашнина. Ю.Д.Зыков. Ю.И.Бауэлин), института Гидропроект (В.И.Коптев), Свердловского горного института (В.И.Бондарев).

Редакторы В.В.Лисицын и Н.П.Курандин.

ПРЕДИСЛОВИЕ

"Инструкция по применению каротажных методов при инженерных изысканиях для строительства" регламентирует требования, предъявляемые к различным каротажным методам, включая проектирование и организацию работ, полевые наблюдения при автоматической и точечной регистрации показаний, обработку результатов, отчетность, указания по контролю и проверке качества работ, а также требования к каротажным методам при применении их с другими геофизическими методами исследований. В Инструкции учтены новые теоретические разработки и конструкции новых приборов и аппаратуры.

В последние годы каротаж широко используется при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях. Он выполняется в целях дополнения геологической и гидрогеологической документации при изучении разрезов и увязки данных наземных геофизических наблюдений с геологическим строением разреза. С помощью каротажа решаются не только традиционные задачи по изучению строения участка исследований, но и задачи, связанные с изучением состава, состояния и свойств пород в естественном залегании. Разнообразие методов исследования скважин, значительное количество задач, решаемых с их помощью (в том числе важных самостоятельных задач), позволяет говорить о каротаже как о самостоятельной области исследования при инженерных изысканиях.

Методика и техника проведения каротажа инженерно-геологических и гидрогеологических скважин, аппаратура и особенно интерпретация материалов отличается от обычных геофизических исследований специфическими особенностями.

Инструкция разработана на основе "Технической инструкции по проведению геофизических исследований в скважинах" Министерства геологии СССР, изданной в 1963 г., и дополнений к ней, изданных в 1972 г. При ее составлении использованы методические материалы Производственного и научно-исследовательского института по инженерным изы-

сканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя СССР, института ВСЕГИНГЕО МГ СССР, института Гидропроект, Свердловского горного института и ряда других организаций.

Приложения содержат материалы, необходимые при проведении каротажных работ и оформлении полученных результатов. При их подборе учтен опыт трестов инженерно-строительных изысканий. Термины и определения даны по ГОСТ 22609-77 ("Геофизические исследования в скважинах").

Государственный Комитет РСФСР по делам строительства (Госстрой РСФСР)	Республиканские строительные нормы Инструкция по применению каротажных методов при инженерных изысканиях для строительства	РСН 46-79 Госстрой РСФСР

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая Инструкция распространяется на проведение каротажных методов при инженерно-геологических изысканиях для жилищно-гражданского, промышленного и сельскохозяйственного строительства.

1.2. Каротажем называют геофизические исследования в скважинах с целью изучения вскрытого скважиной геологического разреза и выявления полезных ископаемых. В приложении к инженерным изысканиям скважины могут быть следующих типов:

инженерно-геологические (технические, разведочные);

гидрогеологические (поисковые, разведочные, разведочно-эксплуатационные).

Инженерно-геологические скважины могут быть заполненные и незаполненные водой ("сухие"). Оптимальная глубина их составляет 15-25 м при максимальной глубине до 100 м. Оптимальная глубина гидрогеологических скважин составляет 150-200 м при максимальной - до 1000 м.

1.3. Инструкцией регламентируются следующие методы каротажа:

электрокаротаж - каротаж сопротивления (КС), боковое каротажное зондирование (БКЗ), микрокаротаж (МК);

Внесена производственным объединением "Стройизыскания"	Утверждена Госстроем РСФСР 3 октября 1979 г. № 58	Срок введения с 1 января 1980 г.

каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС), каротаж вызванных потенциалов (ВП);

сейсмоакустический каротаж - метод вертикального сейсмического профилирования (ВСП), сейсмический каротаж (СК), акустический каротаж (АК);

радиоактивный каротаж - гамма-каротаж (ГК), гамма-гамма каротаж (ГГК), нейтрон-нейтронный каротаж (ННК), нейтронный гамма-каротаж (НГК);

резистивиметрия скважины;

расходометрия скважины;

термометрия скважины;

кавернометрия скважины;

инклинометрия скважины;

1.4. Каротажные работы выполняются с использованием серийных каротажных станций, разборной каротажной аппаратуры, а также серийной геофизической аппаратуры, применяемой при полевых наземных измерениях. Перечень специальной каротажной аппаратуры и приборов, которые могут использоваться при каротаже, приведен в прил.27.

1.5. Каротажные методы, как правило, входят в обычный комплекс геофизических работ, реже имеют самостоятельное значение. В комплексе с полевыми электроразведочными и сейсморазведочными исследованиями они могут применяться для решения широкого круга инженерно-геологических и гидрогеологических задач (п.1.3 РСН 43-74, п.1.4 РСН 45-77).

При самостоятельном применении они могут использоваться для решения следующих основных задач (табл.1):

литологического расчленения пород по скважине;

оценки трещиноватости, пустотности и кавернозности пород, пересеченных скважиной;

определения физико-механических свойств грунтов (объемного веса, объемной влажности, модуля деформации и т.д.);

определения мест притока воды в скважину;

оценки фильтрационных свойств пород, определения минерализации подземных вод и производительности водоносных горизонтов;

Таблица 1

Задачи исследования	Типы геологических разрезов	
	разрезы, представленные песчано-глинистыми породами	разрезы, сложенные скальными и полускальными породами (изверженными, метаморфическими, карбонатными)
1	2	3
1. Изучение геологического строения разрезов		
Литологическое расчленение, определение мощности и состава слоев	КС, БКЗ, ПС, ГК, НГК, МК, ВП	КС, БКЗ, ГК, ГГК, НГК
Выявление трещиноватых, закарстованных и других ослабленных интервалов разреза, а также тектонических нарушений	-	КС, ПС, ГГК, НГК АК
2. Изучение гидрогеологических характеристик разрезов		
Выявление обводненных и проницаемых зон и определение их эффективной мощности	МК, КС, ПС, РМ-С, РЕЗ, НГК, АК	РМ-С, РЕЗ, ГГК, НГК, АК

Продолжение табл.1

1	2	3
Количественная и качественная оценка порово-трещинной пустотности горных пород	БКЗ,ГК,ГГК,НГК	БКЗ,ГК,ГГК,НГК,АК
Количественная или качественная оценка фильтрационных свойств пород	КС,ГК,РМ-С,РЕЗ,	КС,ГК,РМ-С,РЕЗ
Количественная оценка общей минерализации подземных вод	РЕЗ,БКЗ	РЕЗ,БКЗ
Оценка производительности водоносных горизонтов	ПБКЗ,РЕЗ,ГК,НГК	ПБКЗ,РЕЗ,НГК
3.Диагностика технического состояния скважин		
Определение диаметра и кавернозности скважин	КМ	КМ
Определение искривления ствола скважины	ИН	ИН
Определение эффективных интервалов работы фильтров	РМ-С,РЕЗ	РМ-С,РЕЗ
4. Изучение свойств горных пород		
Оценка физико-механических свойств грунтов(плотности,влажности,модуля деформации, температуры)	ГГК,ННК,ВСП, ТМ	АК,ГГК,ТМ

Примечание. РМ-С – метод расходометрии скважин при стационарном режиме фильтрации, РЕЗ – резистивиметрия, КМ – кавернометрия, ИН – инклинометрия, ТМ – термометрия.

определения среднего диаметра скважины и искривления ее ствола;

определения естественной температуры горных пород и т.д.

1.6. Наиболее распространенным является каротаж сопротивления. Он применяется для литологического расчленения пород, определения мощности и состава слоев, выявления трещиноватых, закарстованных и других ослабленных интервалов разреза.

1.7. Боковое каротажное зондирование применяется для литологического расчленения пород, оценки водоносности пород, а также выбора оптимальных размеров зонда КС.

1.8. Микрокаротаж применяется для детального литологического расчленения пород (выделение маломощных слоев и прослоев) и определения водопроницаемости пород.

1.9. Каротаж ПС используется для литологического расчленения разреза, определения мощности и состава слоев, выявления необводненных и проницаемых слоев. Рекомендуется проводить в комплексе с КС.

1.10. Каротаж ВП следует применять для литологического расчленения разреза, выявления хорошо промытых разностей песков и водоупоров. Рекомендуется проводить в комплексе с ПС.

1.11. Радиоактивный каротаж применяют для литологического расчленения разреза, определения плотности и влажности грунтов, выявлении трещиноватости и пустотности пород.

1.12. Сейсмоакустический каротаж и вертикальное сейсмическое профилирование проводят в целях идентификации сейсмических волн, детального определения скоростного и литологического разреза среды вблизи скважины, оценки физико-механических свойств грунтов.

1.13. Резистивиметрия скважины проводится в целях оценки общей минерализации подземных вод, выявления зон притока (поглощения) подземных вод, оценки фильтрационных свойств водоносных пород.

1.14. Расходометрия скважины может применяться для определения статических напоров водоносных зон, удель-

ной водоотдачи, водопроницаемости пород, зон наличия перетоков вод по скважине или связи водоносных горизонтов.

1.15. Все виды электрокаротажных работ (кроме резистивиметрии) проводятся только в необсаженной части скважины.

Резистивиметрические и расходометрические измерения допускается проводить в фильтровой колонне или в перфорированных трубах. Радиоактивный каротаж можно проводить как в обсаженных, так и необсаженных скважинах.

1.16. Термометрия проводится для определения температуры вечномерзлых грунтов, выявления мест притока воды в скважину, определения геотермического градиента и т.д.

1.17. Кавернометрия скважины проводится в целях определения фактического диаметра скважин (в обязательном порядке при БКЗ, расходометрии, радиоактивном каротаже и резистивиметрии).

1.18. Инклинометрия скважины проводится для определения угла наклона и азимута скважины. В изысканиях применяется крайне редко. При изучении технического состояния гидрогеологических скважин инклинометрию следует использовать при глубине скважин более 150м.

2. ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ КАРОТАЖНЫХ РАБОТ

2.1. Эффективность проведения каротажных работ зависит от правильной постановки задачи исследования, подбора исполнителей, четкого разграничения их функций, сбора всех необходимых сведений по предшествующим геолого-геофизическим работам, соответствующей подготовки аппаратуры, оборудования и материалов.

2.2. Исходным документом для постановки любых видов изыскательских работ, включая геофизические, является техническое задание заказчика. Методы проведения и объемы геофизических работ устанавливаются в соответст-

вии с техническим заданием и обосновываются изыска - тельской организацией в программе изысканий.

2.3. Техническое задание на изыскания, в том числе при проведении работ каротажными методами, составляется с учетом стадии проектирования и требованийСНиП. Задание должно содержать комплекс исходных данных, необходимых для составления программы работ.

2.4. Программы инженерных изысканий, предусматривающие проведение каротажа, составляются для каждого метода и в целом для комплекса каротажных работ. Они являются частью общих программ инженерно-геологических изысканий или в ряде случаев могут иметь самостоятельное значение.

В программе изысканий каротажными методами должны быть предусмотрены сроки проведения подготовительных, полевых и камеральных работ.

2.5. Программа работ должна включать следующие разделы:

цель и задача работ;

методика работ по проектируемым каротажным методам, указания о намечаемых способах борьбы с помехами;

методика обработки и интерпретации результатов,включая способы исключения погрешностей, вносимых местными условиями;

виды и объемы каротажных работ;

ожидаемые результаты;

состав исполнителей и перечень необходимой аппаратуры, оборудования и материалов, обеспечивающих проведение работ в данной местности в условиях возможных помех.

Кроме перечисленных разделов, в программе работ должны быть указаны возможные допустимые изменения в методике работ в зависимости от местных условий и получаемых результатов, не требующие для проведения исследований соответствующей санкции вышестоящей организации.

2.6. При применении комплекса каротажных методов

должны быть сформулированы частные задачи, решаемые каждым методом в отдельности, и очередность их решения. В программе работ должно быть дано обоснование скорости перемещения скважинного прибора при автоматической, полуавтоматической записи диаграмм, а также необходимости производства детализационных исследований и точечных измерений.

2.7. Программа работ согласовывается с заказчиком и утверждается руководством изыскательской организации; в процессе изысканий в случае необходимости допускается уточнение программы. Программа работ является основным документом при проведении каротажных исследований.

2.8. На основании программы в соответствии с требованиями СЦПиР (ч.1,М.,Стройиздат,1967) составляется смета на производство каротажных работ, а по видам работ, не отраженным в Сборнике цен, прямым расчетом по форме 3-П или по аналогии. Смета, как и программа работ, должна быть согласована с заказчиком.

2.9. Каротажные работы выполняются партиями(группами, отрядами, бригадами). В зависимости от характера работ партии (группы) могут быть одноотрядными или многоотрядными.

При проведении работ со специальными каротажными станциями состав партии, группы, бригады включает от трех до пяти человек; начальник партии (отряда), инженер-оператор - один, ст.техник-оператор - один, рабочие - один-два человека. При работе с разборной каротажной или полевой геофизической аппаратурой состав уменьшается до двух-трех человек (один инженер-оператор и один-двое рабочих).

Начальнику группы (бригады, отряда) при самостоятельных работах группы должны быть предоставлены права начальника партии с возложением на него необходимой части обязанностей начальника партии.

2.10. Начальник партии (группы, бригады, отряда) несет ответственность за ее работу с момента организации и до ликвидации полевых работ, составления и сдачи отчета.

Начальник партии (группы, отряда, бригады) обеспечивает правильное методическое решение поставленных задач в соответствии с программой работ и требованиями действующих нормативно-методических документов, контролирует качество работ и правильное заполнение технической документации, соблюдение правил техники безопасности и охраны труда, своевременную обработку результатов.

Начальник партии имеет право в случае необходимости вносить изменения в утвержденную программу работ с немедленным извещением об этом вышестоящей организации и получением ее согласия на вносимые изменения.

Начальник партии обеспечивает партию (группу, отряд, бригаду) необходимыми нормативно-методическими документами по применяемым методам, организует получение и проверку необходимой аппаратуры и оборудования, обеспечивает диаграммной бумагой или полевыми журналами и другими материалами, а также организует обучение исполнителей работе с новой аппаратурой. Начальник партии (группы, отряда, бригады) ведет дневник работы партии (прил.1).

2.11. Обеспечение партии аппаратурой, оборудованием и транспортом определяется утвержденной программой в соответствии с характером работ и их объемом, включая соответствующие запасные части и материалы.

При получении со склада аппаратуры, оборудования и материалов начальник партии (группы, отряда, бригады) проверяет их техническое состояние. Аппаратура, получаемая со склада, должна быть отрегулирована, испытана, иметь паспорта установленной формы, а также заводские инструкции. Комплектность аппаратуры должна соответствовать паспортным данным.

2.12. Хранение, перевозка и эксплуатация аппаратуры, кабелей, проводов, источников питания и другого оборудования должна проводиться в соответствии с заводскими инструкциями и общими правилами. С момента получения аппаратуры и оборудования со склада до их сдачи на склад ответственность за их использование и сохранность несет начальник партии (группы, отряда, бригады).

2.13. При полевых работах вся ответственность за их организацию, правильное проведение измерений, оформление результатов и меры по технике безопасности возлагается на начальника группы (отряда, бригады) и оператора, которым должен являться инженер-геофизик или старший техник-геофизик.

2.14. Ответственный исполнитель (геолог) сообщает о начале бурения скважины, подлежащей каротажу, начальнику каротажной партии (группы, отряда, бригады) с обязательной регистрацией в дневнике работы партии.

2.15. После окончания бурения скважина должна быть подготовлена для производства каротажа. Подготовка заключается в обеспечении подъезда к скважине (пунктам удара при ВСП), обеспечении водности скважины до забоя, а также других мероприятий в зависимости от полевого назначения комплекса каротажа.

2.16. Ежедневно после окончания полевых измерений подлинники каротажных диаграмм (журналы, записи) подписывают инженер или техник-оператор, а также начальник партии (группы, отряда, бригады). Забракованные (не подлежащие исправлению) подлинники диаграмм должны содержать пометку о браке с соответствующим пояснением и подпись начальника партии.

2.17. Ежедневно проводится обработка полученных данных. Предварительные сведения о результатах каротажа сообщаются геологу на скважине по окончании каротажа. Окончательные результаты представляются геологам не позднее трех дней после завершения каротажных работ.

2.18. Все вопросы по технике безопасности и охране труда должны решаться в соответствии с положениями и требованиями "Инструкции по безопасному ведению работ при инженерно-строительных изысканиях" вып.9 "Геофизические работы", изд. ЦТИСИЗ, 1975, а также "Правил безопасности при геологоразведочных работах", изд."Недра", 1972.

3. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

3.1. Электрическим каротажем называют электрические исследования в скважинах, служащие для определения состава, состояния и мощности слоев, пересеченных скважиной. Электрические исследования состоят в изучении удельного сопротивления пород (каротаж сопротивления) или электрического поля, самопроизвольно возникающего в скважине (каротаж ПС), либо наведенного искусственно в скважине и около нее (каротаж ВП).

3.2. Измеряемые величины в электрокаротаже - это кажущееся удельное сопротивление пород, потенциал естественного электрического поля в скважине, потенциал вызванной поляризации в скважине.

Каротаж сопротивления (КС)

3.3. Каротаж КС проводится в целях:

литологического расчленения разреза по скважине;

определения мощности слоев;

выявления трещиноватых и ослабленных интервалов разреза;

оценки степени водонасыщенности пород.

Каротаж КС является наиболее универсальным скважинным методом. Он может применяться как в гидрогеологических, так и инженерно-геологических скважинах, преимущественно заполненных водой или фильтратом промывочной жидкости (буровым раствором). При наличии специального зонда с прижимными или удавливаемыми в стенки скважины электродами каротаж КС допускается применять для измерения кажущегося сопротивления в "сухих" скважинах.

3.4. Каротаж КС может проводиться каротажными станциями (АЭКС-900, СКВ-69 и т.д.), автоматическими регистраторами (типа Н-361, Н-381 и др.), а также полевыми электроразведочными приборами с помощью точечной регистрации показаний.

3.5. Каротажные зонды КС рекомендуется изготовлять из кабеля КТШ-2 или КТО-2. При этом электроды монтируются из электродного провода (свинцовой проволоки) диаметром 5 мм с сердцевиной из нескольких стальных проволок, служащих для увеличения прочности.

Длину электродов следует брать исходя из следующих соотношений:

Расстояние между электродами, см	Длина электрода, см
>50	4-5
50-10	2
<10	1

В качестве соединительного кабеля рекомендуется применять кабель типа КТШ-0,3, КТШ-0,6, КТО-1, КТО-2.

3.6. Тип и длина зонда выбираются из условия четкого выделения на кривых КС большинства слоев и прослоев, а также максимального приближения измеряемой величины кажущегося удельного сопротивления к удельному сопротивлению пород.

Типоразмеры стандартного зонда подбираются на основе опытных работ по данным БКЗ.

Для каротажа инженерно-геологических скважин рекомендуется кровельный градиент-зонд N 0,1, МО, 95А и потенциал-зонд с АМ, равным 0,2-0,3 м, и MN не менее 2-3 м.

Для каротажа гидрогеологических скважин рекомендуются следующие размеры градиент-зондов: в скважинах диаметром более 200 мм - М2АО,25В, менее 200 мм - М1АО,1В.

3.7. При записи кривой КС необходимо стабилизировать силу тока в цепи питания токовых электродов или контролировать постоянство силы тока и в случае необходимости поддерживать установленную силу тока, регулируя сопротивление цепи или напряжение источника питания. Допустимое отклонение силы тока от номинального значения - 5%.

3.8. Для каждого района в зависимости от величины кажущегося удельного сопротивления необходимо устанавли-

вать масштаб записи кривых КС, исходя из условия обеспечения записи кривой в интервале с минимальным значением сопротивления.

Основной масштаб записи кривой КС должен быть таким, чтобы в водоносных пластах низкого сопротивления ($\rho_к \leqslant 1$ Ом·м) отклонение кривой от линии нуля составляло не менее 1 см.

3.9. При непрерывной записи кривых КС, в начале и в конце записи, а также при каждом изменении масштаба регистрации на каротажной диаграмме отмечается положение нулевой линии.

3.10. Запись кривых КС производят при подъеме зонда. Максимально допустимая скорость его перемещения для данного типа аппаратуры устанавливается в каждом районе опытным путем. Максимально допустимой принимается такая скорость, при которой отклонения кривых КС отличаются от соответствующих им значений, записанных при очень малой скорости (до 150 м/ч), но не более, чем на 10%. Для детальных исследований рекомендуемая скорость движения зонда не более 200 м/ч.

3.11. Наименьшее допустимое сопротивление изоляции каждой из жил многожильного кабеля, применяемого для электрического каротажа, составляет: в процессе измерения 2 МОм; на поверхности с учетом возможного снижения изоляции в скважине 5 МОм.

Наименьшее допустимое сопротивление изоляции жилы одножильного кабеля в процессе измерения равно 1МОм.

3.12. При записи КС необходимо принимать меры к предотвращению искажения результатов измерений помехами, возникающими вследствие индуктивной и емкостной связи питающей и измерительной цепи (индуктивные помехи).

При работе с многожильными кабелями и длине кабеля на лебедке более 200 м или чувствительности канала по эквивалентному сопротивлению S более 10* рекомен-

---

* Эквивалентное сопротивление – это отношение коэффициента зонда К(м) к масштабу записи n (Ом м/см).

дуется применять уравновешенные схемы включения жил кабеля (две жилы токовые, одна измерительная или одна токовая, две измерительные).

3.13. В процессе записи КС необходимо контролировать получаемые значения и своевременно отмечать появление помех из-за нарушения изоляции, индуктивных помех и других искажений, чтобы принять меры к их устранению и обеспечить получение результатов измерений.

Важнейшие признаки помех следующие:

отсутствие повторяемости кривых;

незакономерные колебания и скачки измеряемых разностей потенциалов как при перемещении кабеля, так и во время его остановок;

смещение нулевой линии кривой КС;

наличие заметных отклонений при расположении зонда в обсадной колонне;

"отрицательное сопротивление" - изменение знака измеряемой разности потенциалов без перемены полярности тока;

изменение разности потенциалов при изменении частоты тока питания электродов.

3.14. Кривые КС могут быть получены только в необсаженном интервале скважины. Кажущееся сопротивление в обсадной колонне практически равно нулю. Независимо от глубины исследуемого интервала в обсадной колонне проводится контрольная запись в интервале не менее 3-5 м.

3.15. Кривые КС искажены характерным образом вблизи металлических тел (башмака обсадной колонны, бурильного инструмента и т.д.), что используется для определения возмущающих тел.

Это искажение наблюдается:

для потенциал-зонда - при расстоянии от точки записи до ближайшего края металлического тела, меньшем трехкратной длины зонда;

для градиент-зонда - при расстоянии от непарного электрода до ближайшего края металлического тела, меньшем двухкратной длины зонда.

3.16. Погрешность измерения $\rho_к$ не должна превышать 5% измеряемой величины при максимально допустимом смещении нулевой линии 2 мм и при нестабильности градуировочных отклонений от контрольного шунта (при работе с аппаратурой на трехжильном кабеле) или стандарт-сигнала (при работе с аппаратурой на одножильном кабеле) не более 3%.

Боковое каротажное зондирование (БКЗ)

3.17. Боковое каротажное зондирование (БКЗ) состоит в измерении кажущегося сопротивления пород комплектом зондов, последовательно возрастающих размеров. В методе БКЗ используется зависимость значений $\rho_к$ от размера зонда и характер приближения их к значениям УЭС пород.

Комплект зондов для БКЗ выбирается в соответствии с диаметром исследуемой скважины. Рекомендуемые типоразмеры зондов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Диаметр скважины, мм	Зонды КС				
	1	2	3	4	5
> 200	М0,25А0,1В	М0,5А0,1В	М1А0,1В	М2А0,25В	М4А0,25В
< 200	М0,1А0,05В	М0,25А0,1В	М0,5А0,1В	М1А0,1В	М2А0,25В

При работе в хорошо изученных районах количество зондов для БКЗ можно сократить до четырех.

БКЗ позволяет выбирать оптимальный типоразмер зонда КС для данного района. При исследовании гидрогеологических скважин с помощью БКЗ можно судить о литологии и водоносности пород, пересеченных скважиной.

3.18. Различают два типа кривых БКЗ: двухслойный и трехслойный.

Двухслойный тип кривых встречается при выполнении следующих условий:

зона проникновения практически отсутствует;

значения сопротивления пластовой воды и фильтрата промывочной жидкости равны между собой ($\rho_{пв} = \rho_{ф}$);

глубина зоны проникновения намного больше глубинности исследования использованного комплекта зондов БКЗ. Трехслойный тип кривых соответствует соотношению $\rho_{ф} \neq \rho_{зп} \neq \rho_{п}$, где $\rho_{зп}$ – сопротивление зоны проникновения; $\rho_{п}$ – удельное электрическое сопротивление пласта. Если $\rho_{ф} > \rho_{пв}$ или соответственно $\rho_{зп} > \rho_{п}$, то различают повышающее проникновение, при обратном соотношении $\rho_{ф}$ и $\rho_{пв}$ – понижающее.

В большинстве случаев при проведении гидрогеологического бурения соблюдается условие $\rho_{ф} \leq \rho_{п}$. Это облегчает использование данных метода БКЗ, так как оказывается возможным проводить интерпретацию по двухслойным палеткам.

3.19. Изменение зонда при БКЗ производится перемещением электродов зонда с помощью специального "раздвижного зонда" или переключением жил кабеля при помощи коробки БКЗ (скважинного переключателя).

В "раздвижном" зонде электродный провод припаивают к концу соединительного провода: электроды устанавливают и закрепляют на зонде по мере надобности так, чтобы была исключена возможность их смещения в скважине.

3.20. Масштаб кривых $\rho_{к}$ при БКЗ должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить возможность регистрации сопротивления низкого значения для данного района с ординатой не менее 0,5 см.

3.21. Разновидностью БКЗ является метод повторных боковых каротажных зондирований (ПБКЗ). Его рекомендуется проводить для оценки производительности водоносных горизонтов. Сущность его состоит в проведении в скважине, предварительно промытой раствором повышенной минерализации, двух или трех БКЗ.

Кривые БКЗ регистрируются через определенные промежутки времени и каждая последующая кривая, записанная против водопоглощающих пластов, смещается вправо по отношению к предыдущей.

По наблюдениям за смещением кривых судят о скорости поглощения воды пластом или о количестве поглощенной им воды за известный промежуток времени.

Метод ПБКЗ дает хорошие результаты только при сравнительно малых скоростях фильтрации, когда между отдельными замерами не отмечается существенного изменения УЭС раствора в скважине. Подробнее методика ПБКЗ изложена в соответствующем руководстве [10].

3.22. При БКЗ обязательно проведение следующих операций в интервале исследования:

измерение УЭС воды в скважине резистивиметром;

измерение диаметра скважины каверномером;

измерение микрозондами.

3.23. Скорость перемещения каротажного зонда, а также погрешность измерения при БКЗ те же, что и при записи КС.

Микрокаротаж (МК)

3.24. Микрокаротаж дает характеристику параметров среды, непосредственно примыкающей к скважине. Микрокаротаж следует проводить для литологического расчленения разреза скважин в случае наличия маломощных слоев до 5-10 см, а также для непосредственного обнаружения водопроницаемых пород. Основное отличие его от других методов электрокаротажа состоит в том, что для регистрации кажущегося удельного сопротивления используются микроустановки, скользящие по стенке скважины и изолированные от влияния фильтрата промывочной жидкости.

3.25. Микрокаротаж рекомендуется проводить двумя зондами: градиент-микрозондом А0,025М0,25 и потенциал-микрозондом А0,05М.

Для потенциал-микрозонда в качестве третьего электрода служит корпус самого зонда. Глубина исследования потенциал-микрозонда 8-10 см, градиент-микрозонда - 3-4 см.

3.26. Сопротивление изоляции микрозонда должно быть не менее 2 МОм. Для стабилизации силы тока в цепи электродов А и В рекомендуется включать в нее как можно большее сопротивление (порядка десятки килоом).

3.27. Масштаб записи кривых $\rho_к$ микрозондами выбирают в зависимости от сопротивления фильтрата промывочной жидкости (воды), заполняющего скважину; рекомендуется брать число Ом. м на 1 см близким сопротивлению фильтрата (воды). В "сухих" скважинах число Ом.м на 1 см рекомендуется брать близким сопротивлен и ю глин (низкоомных разностей пород).

3.28. Скорость перемещения микрозонда должна быть меньше, чем при каротаже КС. Оптимальная скорость составляет 150-200м/ч.

3.29. Периодически (не реже одного раза в месяц и после ремонта) необходимо определять коэффициент микрозонда. Для этого весь скважинный прибор помещают в заполненную водой металлическую ванну размером 1 х 1х х0,8 м так, чтобы расстояние от башмака до стенок скважины было не менее 40 см (электродом В служит корпус ванны), и проводят измерения. Поверхностным резистивиметром определяют сопротивление воды. Эталонирование следует проводить при рабочем токе микрозонда.

3.30. Допустимая погрешность измерений микрозондами не должна превышать 8% измеряемой величины. Погрешность оценивается по повторным измерениям в интервале однородных слоев.

Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (каротаж ПС)

3.31. Каротаж ПС входит наряду с КС в комплекс стандартного каротажа. При исследовании песчано-глинистых разрезов кривая ПС дает ценные дополнительные сведения о характере пород, пройденных скважиной.

В случае слабой дифференциации кривой КС диаграмма ПС (градиента ПС) может служить основой для литологического расчленения разреза скважины.

3.32. Перед проведением измерений в цепь ПС компенсатором поляризации вводят такую разность потенциалов, чтобы записывающее устройство устанавливалось на середине шкалы. Величина вводимой разности потенциалов

должна быть известна; показания компенсатора поляризации предварительно градуируются в единицах, соответствующих постоянной по напряжению регистрирующего прибора.

3.33. Если при измерении ПС наблюдаются резкие скачки или постоянное смещение кривой, то на соответствующем интервале следует провести повторную запись кривой ПС для того, чтобы подтвердить правильность регистрации и убедиться в отсутствии искажения, вызванного непостоянством электродной разности потенциалов.

3.34. Масштаб регистрации выбирается таким, чтобы отклонение кривой ПС между "линиями" глин и песков(песчаников) составляло 5-8 см при УЭС воды (фильтрата промывочной жидкости) более 0,2 Ом.м.

3.35. Перед регистрацией и после записи кривой ПС на диаграмме должен быть отмечен градуировочный сигнал следующей величины: 100мВ для масштабов 25 и 50 мВ/2см; 40 мВ для масштаба 10мВ/2 см и 20 мВ для масштаба 5 мВ/2 см.

3.36. При смене масштаба записи необходимо перекрывать кривые, зарегистрированные в разных масштабах, на интервале не менее 15м. Погрешность измерений не должна превышать 5% амплитуды отклонения в интервале перекрытия.

3.37. Сползание "линии глин" кривой ПС, обусловленное поляризацией электродов, не должно превышать 1мм на 10 м интервала глубин. Искажения кривой ПС из-за намагниченности лебедки, гальванокоррозии, блуждающих токов, сматывания и разматывания кабеля не должны превышать допустимую величину погрешности.

3.38. При значительных помехах (амплитуда отклонения кривой ПС от помех превышает 20% амплитуды отклонений кривой) следует обеспечить получение неискаженной кривой ПС путем применения следующих мер:

изменения положения электрода N - погружения его в скважину или замены его обсадной трубой (если переменная ПС связана с непостоянством электрода N);

подбора соответствующего времени для измерений, когда интенсивность блуждающих токов минимальна;

применения стабильного зонда.

Стабильный зонд состоит из обычного электрода M и расположенного вблизи него (15–20 м) электрода N. В качестве электрода N используется длинный свинцовый провод или несколько обычных электродов, установленных на кабеле через некоторые интервалы и соединенных с одной и той же жилой кабеля.

Хорошие результаты дает также стабильный зонд, у которого в качестве электрода N служат два длинных (15–20 м) электрода, расположенных симметрично относительно электрода M; расстояние между ближайшими концами длинных электродов составляет около 4 м. При очень сильных блуждающих токах следует вести запись кривой градиента ПС (ГПС). При записи последней нижний электрод должен быть электродом M, верхний – электродом N.

3.39. Кривая ПС (ГПС) регистрируется таким образом, чтобы увеличение потенциала электрода M (электрода в скважине) соответствовало отклонению кривой ПС вправо.

3.40. Масштаб записи величин ПС (ГПС) изображается в виде отрезка длиной 2 см, на котором указывается полярность и число милливольт.

3.41. Резкие скачки свыше 2 см кривых ПС (ГПС) на отдельных участках следует перекрывать повторными измерениями. В случае их подтверждения контрольными записями, они могут быть отнесены к действительным изменениям.

3.42. Если при регистрации ПС (ГПС) кривая не укладывается в ширину дорожки, необходимо произвести перенос кривой; точки разрыва должны быть отмечены на диаграмме.

Если при регистрации в стандартном масштабе кривая ПС (ГПС) получается сильно сглаженная (амплитуда отклонения меньше 2 см), запись следует повторить в более крупном масштабе.

Каротаж вызванных потенциалов (каротаж ВП)

3.43. Каротаж ВП - разновидность электрокаротажа, основанного на изменении разности потенциалов, вызванных электрической поляризацией горных пород. Он может быть использован для литологического расчленения пород (преимущественно песчано-глинистых), выделения водоупоров и хорошо промытых разностей песков. Из-за неразработанности физических основ в практике изысканий каротаж ВП используется редко.

3.44. При проведении каротажа ВП рекомендуется использовать аппаратуру ВПС-63 или другую аналогичную, работающую в режиме однополярных импульсов с осциллографической записью процесса деполяризации.

3.45. Для получения возможно больших амплитуд $\Delta V_{ВП}$ рекомендуется сближенное расположение измерительного и токового электродов зонда, при этом измерительный электрод следует изготовлять из неполяризующихся материалов.

Рекомендуемые типоразмеры зонда ВП:

двухэлектродный зонд с АМ = 0,05-0,1 м;

трехэлектродный зонд с АМ = 0,05-0,1 м и $MN(AB)$ = = 2-5 м.

3.46. Одновременно с кривой ВП следует записывать кривую сопротивления КС.

Продолжительность импульса тока заряда $t_з$ и длительность интервала времени от момента размыкания цепи питания до момента замера $\Delta V_{ВП}$ должны выдерживаться строго постоянными.

3.47. Регистрацию потенциалов $V_{ВП}$ необходимо вести при относительно малых значениях поляризующего тока. Во избежание искажения кривой ВП вблизи токового и измерительного электродов не должно быть неизолированных металлических частей.

3.48. Показания ВП против глин, а также чистых очень пористых или сильно кавернозных известняков и доломитов характеризуются наименьшими значениями.

Значение ВП против названных разностей пород следует принять за условный нуль и относить к ним все замеренные значения вызванных потенциалов.

Наибольшие аномалии ВП наблюдаются:

В песчано-глинистых породах - против тонкозернистых и пылеватых песков, песчаников и алевролитов;

в карбонатных породах - против плотных разностей известняков и доломитов.

3.50. При проведении каротажа ВП рекомендуется точечная регистрация исследуемых параметров.

4. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО КАРОТАЖА

4.1. Основными методами радиоактивного каротажа, применяемого в инженерно-геологических изысканиях, являются:

при исследовании гидрогеологических скважин - гамма-каротаж (ГК), нейтронный гамма-каротаж (НГК), гамма-гамма-каротаж (ГГК);

при изучении инженерно-геологических скважин ("сухих" или заполненных водой) - гамма-гамма-каротаж (ГГК), нейтрон-нейтронный каротаж (ННК), гамма-каротаж (ГК).

Гамма-каротаж (ГК)

4.2. Гамма-каротаж применяется для уточнения литологического состава пород, вскрытых скважиной, оценки глинистости пород, а также для проведения корреляции разрезов по скважинам.

4.3. Гамма-каротаж может выполняться комплектом аппаратуры, входящим в блок радиоактивного каротажа самоходных каротажных станций типа АЭКС-900(АЭКС-1500), СКВ-69, СК-1, приборами типа РСКМ, РСКУ.

4.4. Гамма-каротажные исследования проводятся эталонированной аппаратурой. Эталонирование (градуирование) аппаратуры (или канала) ГК следует проводить не реже одного раза в месяц, а также после замены любых деталей измерительной схемы, которые могут вызвать изменение

чувствительности аппаратуры.

4.5. При проведении эталонирования следует соблюдать следующие условия:

постоянная времени аппаратуры τ должна оставаться неизменной;

натуральный фон определяется при удалении всех источников излучения от эталонировочной установки на расстоянии более 10 м;

измерения проводят не ранее чем через 3 мин после установки радиевого эталона;

допустимая погрешность измерения не более 2%.

Интенсивность гамма-излучения J рассчитывают по формуле

$$J = j \frac{A}{R^2},$$

где R – расстояние от центра индикатора до центра источника, м;

A – 840 а – интенсивность гамма-излучения эталона на расстоянии 1 м от него, мкр/ч;

d – гамма-эквивалент источника, мг-экв радия (указывается в паспорте);

j – коэффициент, учитывающий длину индикатора и рассеянное излучение источника; при R от 1 до 2,5м он равен 1,3; при R от 2,5 до 3 м – 1,1; при R более 3 м – 1,2.

4.6. Наибольшая скорость перемещения V скважинного зонда определяется по формуле

$$V = \frac{3600(h_{min} - l)}{b \cdot \tau},$$

где h_{min} – минимальная мощность пласта, м;

l – длина индикатора, м;

τ – постоянная времени, с;

b – коэффициент, учитывающий точность измерения (при качественной интерпретации он равен 2, при количественной – 2,5–3).

4.7. Эффективный радиус исследования при гамма-каротаже уменьшается с увеличением плотности среды. Для однородного водонасыщенного песчаника пористости 22% он составляет 26 см, для пресной воды – около 60 см.

Наибольшей радиоактивностью обладают глины, наименьшей – чистые разности песков, известняки и доломиты.

4.8. При количественной интерпретации данных ГК следует пользоваться показаниями, приведенными к стандартным условиям по специальным палеткам и номограммам [13].

Рекомендуется проводить обработку по относительным показаниям ГК:

$$i = \frac{J - J_{min}}{J_{max} - J_{min}},$$

где J, J_{min}, J_{max} – соответственно значения интенсивности в имп/мин против исследуемого слоя, минимальные и максимальные значения в разрезе.

Для отсчета относительных показаний проводят линию по максимальным значениям (линия глин) и по минимальным (линия песков); считая интервал между этими линиями за 100% или 1, разбивают его на равные части; по полученной условной шкале отсчитывают относительные показания.

Нейтронный гамма-каротаж (НГК)

4.9. При исследовании песчано-глинистых отложений НГК имеет подчиненное значение. Его следует применять в том случае, когда другие методы каротажа не дают удовлетворительных результатов. Для работы рекомендуется использовать стандартный зонд длиной 60 см.

4.10. На кривых интенсивности $J_{нг}$ минимальными показаниями характеризуются глины. С уменьшением водонасыщенности пород значения $J_{нг}$, как правило, увеличиваются.

4.11. Эталонирование аппаратуры НГК проводят в баке с пресной водой (содержание солей не более 0,5 г/л). Размер бака: диаметр не менее 0,8 м, высота не менее 1,75 м.

Величина эталонировочной единицы НГК определяется разностью показаний прибора в баке с источником и без него:

$$J_{эт} = J_1 - J_2 .$$

Результаты определения $J_{эт}$ по записям регистратора и отсчетам импульсов не должны отличаться более чем на 2%.

4.12. Контроль аппаратуры НГК можно проводить, наблюдая показания от эталонного источника гамма-излучения. Рекомендуются два способа контрольных измерений.

При первом способе:

устанавливают зонд в горизонтальное положение на высоте 1,5 м над землей, при этом вблизи прибора не должно быть каких-либо предметов;

при помощи кронштейна на расстоянии 1 м выше прибора против середины индикатора устанавливают эталонный источник и проводят измерения, при этом погрешность измерения не должна превышать 1%;

удаляют источник не менее чем на 15 м и измеряют натуральный фон, погрешность измерения - 3%;

разница в скорости счета при обоих измерениях является контрольным показанием.

При втором способе:

надевают на кожух зонда специальную насадку, имеющую гнездо для эталонного источника (радиевый источник марки О-51 с номинальным содержанием радия 0,01 мг);

устанавливают в гнездо источник и проводят два измерения - при наличии свинцового экрана (между источником и индикатором) и без него;

требования к точности измерения те же, что и в первом способе;

разность измерений дает контрольное показание.

4.13. Аппаратура работает стабильно при условии, если величина контрольного показания отличается при эталонировании аппаратуры не более чем на 5%.

4.14. Эталонирование аппаратуры НГК в баке с водой проводится не реже одного раза в месяц, а также при смене индикатора или радиодеталей, которые вызывают изменение характеристики аппаратуры.

4.15. Скорость перемещения стандартного зонда НГК в зависимости от постоянной времени прибора τ приведена в табл. 3.

Таблица 3

τ, с	Скорость перемещения, м/ч
1,5	1000
3	750
6	300
12	150
18	100

Гамма-гамма-каротаж (ГГК)

4.16. Гамма-гамма-каротаж (ГГК) может использоваться как для уточнения литологического разреза скважин, оценки общей трещиноватости и пустотности пород, так и для определения объемного веса грунтов в "сухих" инженерно-геологических скважинах (радиоизотопные определения объемного веса).

Для решения первой задачи применяется аппаратура типа РСКМ, РСКУ и т.п., а также аппаратура, входящая в блок ГГК каротажных станций типа АЭКС-900, СКВ-69, СК-1.

Для радиоизотопных определений используются приборы (плотномеры) типа УГГП-2, УР-70, ППГР-1, РПГ-36 и т.д. При радиоизотопных исследованиях следует руководствоваться ГОСТ 23061-78.

4.17. При проведении ГГК в основном используется метод рассеянного первичного гамма-излучения. Глубинность исследования зависит от плотности пород, уменьшаясь с увеличением последней. Радиус исследований в среднем (для пород плотностью 1,5-1,6 г/см^3) составляет около 10 см, уменьшаясь при возрастании плотности (до 2г/см^3) до 5 см.

На показания ГГК существенное влияние оказывают неоднородности в прискважинной зоне пород; наличие и толщи-

на глинистой корки, каверны, обсадные трубы и другие факторы.

4.18. Эталонирование аппаратуры ГГК проводят в эталонировочном устройстве, состоящем из бака с пресной водой (содержание солей не более 2 г/л). Диаметр бака не менее 0,5 м, высота столба воды в баке не менее 1 м. Схема измерений та же, что и при проведении НГК.

4.19. До начала и после проведения ГГК в скважине измеряют величину контрольного показания. Допустимое отклонение контрольного показания от значения, полученного при эталонировании, не более 5%.

4.20. Градуировку радиоизотопных плотномеров проводят согласно пп.3.6, 3.7 ГОСТ 23061-78 ("Грунты. Методы радиоизотопного определения объемного веса").

Рекомендуется использовать в качестве градуировочных сред грунты с коэффициентом вариации: плотности - не более 2,5%; весовой влажности - не более 10%. Градуировку следует проводить в трубах-имитаторах, материал и типоразмеры которых соответствуют трубам при полевых измерениях.

Градуирование плотномера следует осуществлять не менее чем для 5-6 значений объемного веса в интервалах:

0,9 - 1,1 (вода); 1,1 - 1,3;

1,3-1,5; 1,5-1,7; 1,7-1,9 и 1,9-2,1 гс/см.

График градуировки строят либо по методу наименьших квадратов, либо графическим осреднением на полулогарифмической или миллиметровой бумаге.

Вид графика градуировки приведен в прил. 4. Подробная методика градуировки плотномера изложена в руководстве [14].

4.21. Радиоизотопные измерения проводятся при неподвижном состоянии зонда. Допускается использовать метод непрерывной регистрации для определения плотности однородных слоев грунта, мощность которых (в см) превышает вычисляемую по формуле

$$\mathcal{L}_{min} > \mathcal{L}_0 + S + \Delta\mathcal{L},$$

где $\mathcal{L}_0$ - длина зонда;

S - постоянный коэффициент, принимаемый равным 5;

$\Delta\mathcal{L}$ - поправка, зависящая от скорости перемещения зонда и постоянной времени τ .

Величина $\Delta\mathcal{L}$ принимается согласно табл. 4.

Таблица 4

Скорость перемещения зонда, м/ч	Постоянная времени τ, с			
	1	3	6	9
24	2	6	12	18
36	5	14	28	42
60	8	23	46	70

4.22. Для определения объемного веса грунтов следует производить погружение обсадных труб специального назначения (дюралюминиевых труб). При их отсутствии допускается использовать стальные трубы (буровые штанги).

Материал, толщина стенок и диаметр труб должны обеспечить погружение их без образования перекосов и изгибов. Колонна труб должна быть оборудована снизу конусом, а места соединения изолированы от проникновения воды. Использование муфтовых и ниппельных соединений труб не допускается. В этом случае рекомендуется применять цельносварные трубы.

При определении плотности устойчивых грунтов допускается проводить измерения в необсаженных скважинах диаметром до 65 мм. Максимальные отклонения диаметра скважин от принятых при градуировке не должны превышать 2 мм.

Нейтрон-нейтронный каротаж (ННК)

4.23. Нейтрон-нейтронный каротаж при инженерно-геологических изысканиях в основном используется для определения объемной влажности грунтов (нейтронный метод определения объемной влажности). Для уточнения литологи -

ческого состава разреза скважин ННК практически не применяется из-за искажающего влияния переменного диаметра скважины и толщины глинистой корки.

4.24. Для нейтронных определений влажности используются приборы (влагомеры) типа УР-70, ВПГР-1,РВГ-36 и т.п. В методе ННК используется способ регистрации медленных нейтронов. Чем выше влажность (водородосодержание) среды, тем больше медленных нейтронов образуется вблизи источника и тем меньше линейные размеры этого поля. Глубинность исследования зависит от влажности среды, уменьшаясь с увеличением последней. При изменении влажности пород от 5 до 30% эффективный радиус исследования уменьшается от 30 до 15 см.

На показания ННК существенное влияние оказывают переменный диаметр скважины, изменение плотности скелета грунта, материал и толщина обсадной трубы, химсостав грунта и другие факторы. Изменение толщины стенки стальных труб на 3 мм вызывает погрешность в определении влажности на 2-3% в диапазоне объемной влажности 10-20%, и на 8-12% в диапазоне 30-50%. В то же время аналогичное изменение толщины стенки дюралюминиевых труб в тех же диапазонах повлечет за собой погрешность соответственно в 1-1,5 и 3-4% (прил.12).

4.25. Градуировка нейтронных влагомеров проводится на основе сопоставлений показаний приборов и определения влажности грунтов термостатно-весовым методом по ГОСТ 5180-75 в пункте измерения.

Градуировку влагомера следует осуществлять не менее чем для пяти значений объемной влажности в интервале 2-7, 7-15, 15-25, 25-35, 35-45%. Градуировка нейтронных влагомеров проводится в трубах-иммитаторах, материал и типоразмеры которых соответствуют трубам при полевых измерениях.

4.26. В местах проведения градуировки прибора грунт должен быть однородным в пределах объема, с которого снимается информация. Для грунта с объемной влажностью в диапазоне 2-10% размеры эталонных сред должны быть

не менее 1x1x1 м; для грунтов с большими значениями объемной влажности размеры должны быть не менее 0,8х х0,8х0,8м.Подробная методика градуировки влагомера изложена в руководстве [14].

5. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМОАКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА И ВЕРТИКАЛЬНОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ

Сейсмокаротаж (СК)

5.1. Сейсмокаротаж (СК) и вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП) инженерно-геологических скважин проводятся для решения широкого круга инженерно-геологических, сейсмологических и других задач.

5.2. Сейсмокаротаж проводится для определения скоростного разреза вблизи скважины, а также для стратиграфической привязки сейсмических границ и идентификации сейсмических волн. При сейсмокаротаже, как правило, изучаются первые вступления проходящих (прямых) волн.

5.3. В зависимости от условий производства сейсмокаротажных работ его выполняют в вариантах "прямого" или "обращенного" каротажа . При прямом сейсмокаротаже источник упругих колебаний располагают на поверхности земли или вблизи нее, а приемники в скважине. При обращенном - наоборот, приемники располагают на поверхности земли, а источники возбуждения упругих волн - в скважине.

5.4. Сейсмокаротаж может проводиться либо с помощью одно-двухканальных портативных установок, либо с помощью многоканальных сейсмостанций с осциллографической записью, используемых при наземных сейсморазведочных работах. В связи с этим требования к контролю за работой аппаратуры и оборудования должны соответствовать "Инструкции по применению сейсморазведки в инженерных изысканиях для строительства" РСН 45-77 пп.4,1-4,9.

Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП)

5.5. Во всех случаях, где это позволяют технические возможности, целесообразен переход от сейсмокаротажа к ВСП.

5.6. Задачи, решаемые методом ВСП:

1) определение природы регистрируемых на наземных сейсмограммах волн и изучение их кинематических и динамических параметров;

2) стратиграфическая привязка регистрируемых волн;

3) изучение скоростного разреза на участке, примыкающем к скважине;

4) изучение и выбор оптимальных условий возбуждения;

5) оценка возможностей различных систем наблюдений в конкретной инженерно-геологической ситуации;

6) выяснение причин плохой коррелируемости или полного отсутствия на наземных сейсмограммах полезных волн;

7) исследование волн-помех и выбор оптимальных условий приема;

8) определение элементов залегания границ на участках, примыкающих к скважине;

9) оценка физико-механических свойств грунтов.

5.7. При вертикальном сейсмическом профилировании регистрируются и изучаются не только первые вступления, но и все волны в последующей части записи. Работы методом ВСП можно проводить с помощью как многоканальных, так и некоторых типов портативных малоканальных станций с осциллографической записью или фотографированием волновой картины с экрана осциллоскопа.

5.8. При сейсмокаротаже и ВСП необходимо обеспечить надежный прижим сейсмоприемников к стенке скважины путем использования прижимных устройств различного типа.

5.9. При использовании специальных сейсмических многоканальных зондов необходимо иметь соответствующее пневматическое прижимное устройство [15].

5.10. Число приемных элементов в зонде для ВСП с многоканальными станциями наиболее целесообразно устанавливать от 5 до 12.

5.11. Расстояние между сейсмоприемниками (приемными элементами) для зонда ВСП целесообразно выбирать равным 0,5–2 м.

5.12. Ось максимальной чувствительности сейсмоприемников в зонде ВСП, предназначенных для регистрации продольных и поперечных (SV) волн, должна располагаться вертикально, предназначенных для регистрации поперечных волн – горизонтально.

5.13. К идентичности тракта записи регистрирующей аппаратуры, предназначенной для проведения ВСП, должны быть предъявлены повышенные требования к амплитудным и фазовым характеристикам: скорость протяжки фотобумаги в полезной части записи должна обеспечивать уверенный отсчет времени с погрешностью не более $\pm 0{,}001$ с.

5.14. Сейсмограммы ВСП должны обеспечивать возможность изучения кинематических и динамических особенностей регистрируемых волн как в начальной, так и в последующей части записи.

5.15. В начале работы на каждом объекте, но не реже одного раза в месяц, должны выполняться контрольные определения идентичности всего записывающего тракта зонд–осциллограф. Такую же проверку необходимо выполнять после каждого ремонта зонда. Если по каким-либо причинам не удается добиться фазовой идентичности записывающего тракта на уровне $\pm 0{,}001$ с, то нужно получить статистический материал, позволяющий обоснованно определить поправки для каждого канала зонда.

5.16. При сейсмокаротаже и ВСП инженерно-геологических скважин возбуждение продольных волн производится вертикальным ударом тампера или груза о грунт.

5.17. Для возбуждения поперечных волн следует использовать горизонтальные удары тампером о вертикальную стенку специальной выемки. При этом должна обеспечиваться возможность нанесения горизонтальных ударов в двух противоположных направлениях.

Направление удара и ось максимальной чувствительности горизонтальных сейсмоприемников зонда должны быть перпендикулярны линии, соединяющей пункт возбуждения колебаний и устье скважины.

5.18. Отметка момента удара производится путем регистрации колебаний сейсмоприемника, установленного рядом с пунктом удара, или с помощью электроцепи при ударе тампера о подставку.

5.19. Пункт возбуждения колебаний при сейсмокаротаже следует располагать на расстоянии не далее 2-3 м от устья исследуемой скважины.

5.20. Регистрацию продольных волн при ВСП необходимо производить из 2-3 пунктов удара, один из которых нужно располагать на расстоянии 2-3 м от устья исследуемой скважины, а два других - на расстоянии (0,7-1,0) Н и (1,5-2,0) Н, где Н - глубина скважины.

5.21. Регистрацию поперечных волн при ВСП следует производить из 1-2 пунктов удара, располагать которые необходимо на расстоянии (1-1,2)Н и (1,8-2,5)Н. При этом необходимо помнить, что удовлетворительная разрешенность записи, как правило, получается только тогда, когда пункт удара расположен от устья скважины на расстоянии не менее 12-15 м.

5.22. Выбор расстояния от устья исследуемой скважины до пункта удара всегда должен уточняться в пределах указанных выше расстояний в зависимости от конкретных инженерно-геологических и сейсмогеологических условий исследуемого участка.

5.23. В сложных инженерно-геологических условиях, когда можно предположить существование изменений упругих свойств грунтов в плане, число пунктов возбуждения упругих колебаний необходимо увеличивать, располагая их на диаметрально противоположных направлениях относительно устья скважины.

5.24. Расстояния от пунктов удара до устья скважины должны быть измерены с погрешностью не более ± 5%.

5.25. На практике чаще всего используются однокомпонентные скважинные наблюдения, при которых регистрируется вертикальная компонента поля упругой волны и двух - или трехкомпонентный сейсмокаротаж, при котором регистрируются и горизонтальные составляющие поля. Двух- и трехкомпонентный каротаж и ВСП применяются обычно для изучения поперечных волн.

5.26. Перед проведением работ скважина должна быть промыта (проэталонирована) и промерена. Во избежание заклинивания зонда спуск и подъем следует проводить медленно. Необходимо избегать приближения скважинного сейсмоприемника к забою скважины на расстояние менее 1 м.

5.27. Глубина погружения зонда определяется по счетчику или меткам на кабеле с точностью + 1 см. При применении многоканальных зондов необходимо обеспечивать идентичность каналов и представлять подтверждающие ее контрольные ленты, полученные перед началом работ и по их окончании, а также при замене зонда или сейсмоприемника.

5.28. Приемный элемент зонда содержит обычно один вертикальный сейсмоприемник типа СВ-1-10 и один горизонтальный типа СГ-110.

Вместо горизонтального сейсмоприемника допускается применение вертикального сейсмоприемника, но для предотвращения "залипания" его необходимо располагать под углом 10-15° к горизонту.

5.29. Приемные элементы зондов, предназначенные для работы в обводненных скважинах, или отдельные сейсмоприемники должны быть тщательно загерметизированы. Сейсмоприемники приемного элемента зонда должны располагаться на общей платформе с зазором 2-5 см.

5.30. При использовании аппаратуры типа Кварц-1, ПАМЗ-8 допускается применение сейсмокаротажа на малых базах, когда пункт возбуждения упругих волн и сейсмоприемники располагаются в скважине на определенном расстоянии (базе) друг от друга порядка 2-3 м.

5.31. В качестве источника возбуждения упругих волн на разных глубинах в скважине может использоваться ударное устройство.

Акустический каротаж (АК)

5.32. Акустический каротаж - высокоэффективный метод детального расчленения разреза скважин по литологии для обнаружения зон повышенной трещиноватости, разуплотнения и напряженного состояния пород.

Значения истинных скоростей упругих волн, измеренных при АК, используются для интерпретации результатов наземных и скважинных сейсмических наблюдений, для оценки инженерно-геологических характеристик грунтов и степени неоднородности массива.

5.33. Акустические наблюдения основаны на возбуждении и регистрации упругих колебаний в диапазоне частот 10-80 кГц. Примерная длина волны в скальных породах 5-30 см, в песчано-глинистых 3-15 см; глубинность исследования стенок скважин колеблется от 10 до 57 см.

5.34. В качестве излучателей и приемников в АК используются пьезопреобразователи; изучаются скорости продольных U_p и релеевских U_R волн, реже поперечных волн U_S ; динамические характеристики являются вспомогательным материалом при выделении и корреляции волн, а также при геологической интерпретации данных АК.

5.35. Неотъемлемой частью АК являются измерения скорости упругих волн на образцах (кернах) пород из каротируемых скважин, что позволяет значительно повысить возможности АК, особенно при количественной оценке трещиноватости и пористости пород. Диапазон рабочих частот при этом может быть расширен до 200 кГц.

5.36. В практике инженерной геофизики применяются:

непрерывный АК с автоматической регистрацией времен прихода упругих волн;

многоканальный АК с точечной регистрацией волновой картины;

АК с точечной регистрацией волновой картины, снятой в сухой скважине.

Аппаратура с автоматической регистрацией позволяет изучать параметры только продольных волн, она отличается высокой производительностью и предназначена для исследования глубоких (до 2000 м и более) скважин. Аппаратура монтируется в кузове автомашины.

Аппаратура с точечной регистрацией позволяет изучать как продольные, так и поперечные волны. Этот вид АК предназначен для детального исследования неглубоких инженерно-геологических скважин (до 100-200 м).

5.37. АК в скважинах, заполненных водой или фильтратом промывочной жидкости, позволяет выделять породы с высокими скоростями продольных и поперечных волн (более 1500 м/с).

5.38. Расчленение геологического разреза, представленного рыхлыми породами, характеризующимися низкими скоростями прохождения упругих волн, по данным АК возможно лишь в сухих скважинах.

Непрерывный АК с автоматической регистрацией

5.39. Для проведения непрерывного АК применяются серийно выпускаемые промышленностью комплекты аппаратуры СПАК-2М, СПАК-4, "Парус" ЛАК-1, ЛАК-2, АСКУ-1, АКЗ-1, АКЦ-1, "Звук-2", АКН-1 и др. Аппаратура "Звук-2" и "Парус" подходят по своим параметрам для АК инженерно-геологических скважин.

Серийно выпускаемая аппаратура предназначена для работы с каротажными станциями типа АКС и СКВ при условии обеспечения их универсальным источником питания УВК-1 и фоторегистратором ФР-5 или ФР-6.

5.40. В скважинный прибор аппаратуры типа "Парус" и СПАК-2М входят трехэлементные зонды, которые содержат по два излучателя ($И_1$, $И_2$) и один приемник ультразвука ($П_1$). Размеры зонда СПАК-2М составляют $И_2 0{,}5 И_1 2$, $46 П_1$, а "Парус" - $И_2 0{,}25 И_1 0{,}96 П_1$.

5.41. Аппаратура непрерывного каротажа позволяет регистрировать следующие основные параметры:

времена пробега продольной волны T_1 и T_2 на базе $И_1$-$П_1$ и $И_2$-$П_1$;

амплитуду продольных волн A_1 и A_2, регистрируемую на приемнике при работе излучателя $И_1$ и $И_2$;

затухание колебаний продольной волны на базе $И_1$-$И_2$, $tg\frac{A_1}{A_2}$;

интервальное время $\Delta T = T_2 - T_1$;

5.42. В результате непрерывного АК получают диаграммы величин T_1, T_2, ΔT, A_1, A_2, $tg\frac{A_1}{A_2}$, или части из них (обычно достаточно T_1 и ΔT, A_1 и $tg\frac{A_1}{A_2}$). Порядок работы с аппаратурой СПАК-2М и "Парус", методики получения диаграмм, контроля их качества и т.д. определяются соответствующими инструкциями.

Многоканальный АК с точечной регистрацией

5.43. Комплектной аппаратуры для выполнения многоканального АК отечественная промышленность не выпускает. Для проведения этого вида исследований используются ультразвуковые сейсмоскопы различных конструкций и скважинные зонды, изготовляемые силами геофизических организаций.

5.44. Наибольшее распространение получила установка многоканального каротажа Гидропроекта. Она состоит из ультразвукового сейсмоскопа, созданного на базе Р 5-5, снабженного фотоприставкой с аппаратом "Смена-8". На скважинном зонде через каждые 20 см размещены семь обратимых пьезопреобразователей с собственной частотой 70 кГц. Посредством экранированного кабеля РК-50-2 все семь ультразвуковых датчиков зонда непосредственно соединены со входом сейсмоскопа, где с помощью ручного переключателя они могут включаться как излучателя м и, так и приемниками ультразвука в любой комбинации. Мно-

гоканальная запись получается путем поканального фотографирования волновых картин с экрана сейсмоскопа при одновременном перемещении фотопленки. Для облегчения последующей обработки полученные фотопленки ФЭД печатаются с увеличением 5:1 на фотоувеличителе П-10. Минимальный диаметр изучаемых скважин 58 мм.

5.45. Оптимальная стандартная методика наблюдений заключается в регистрации встречных годографов от двух крайних датчиков, каждый из которых подключается в качестве излучателя, а остальные последовательно в качестве приемников. При перемещении зонда с шагом 1 м по всей длине скважины получается непрерывная система встречных годографов. На каждой фотоосциллограмме, соответствующей одной стоянке зонда, размещаются 12 записей ультразвуковых колебаний и марки времени.

АК с точечной регистрацией волновых картин в сухих скважинах

5.46. В качестве измерительной аппаратуры для АК сухих скважин используются приборы типа ИПА-59, УКБ-1, УКБ-2, УК-10П, ДУК-20 и различные варианты переделанных для этих целей приборов ИКЛ-5, Р5-5 и т.д.

5.47. При АК используются различные виды зондов (в основном конструкции Гидропроекта), допускается изготовление зондов по аналогичным схемам.

5.48. Число пьезопреобразователей в зонде может быть различным, но не меньше трех. Расстояния между элементами зонда выбираются в зависимости от необходимой детальности исследования разреза. Как правило, оно составляет 10 или 20 см.

5.49. В сухих скважинах зонд прижимается к стенке скважины с помощью шарнирного или пневматического устройства.

5.50. Измерения при АК сухих скважин сводятся к регистрации волновых картин на электронно-лучевой трубке прибора путем фотографирования или зарисовки с обязательным фиксированием масштабных марок времени. Парал-

лельно с этим необходим визуальный отсчет времени прихода первых вступлений и характерных фаз.

5.51. При каждом заданном положении зонда применяются встречные системы наблюдений по общепринятой схеме использования преобразователей зонда (датчиков). Зонд перемещается вдоль скважины с шагом, обеспечивающим перекрытие двух крайних точек. Положение зонда в скважине определяется по меткам на кабеле или специальном несущем тросе. АК выполняется при подъеме зонда.

5.52. В каротажном журнале регистрируются номер волнограммы, номер кадра, глубина погружения зонда, номер пьезопреобразователей, используемых в качестве излучателя и приемника (нумерация оговаривается заранее и должна быть зафиксирована в журнале), времена первых вступлений и характерных (коррелируемых) экстремумов; зарисовывается типичная волнограмма и обозначаются те экстремумы, времена которых записываются в журнале (прил. 5).

5.53. АК целесообразно применять в комплексе с наземной и шахтной сейсморазведкой, ВСП, сейсмическим и акустическим просвечиванием, электроразведкой.

Проведение комплексных, разночастотных и разнометодных исследований позволяет достаточно надежно охарактеризовать физико-механические свойства различных объемов массива горных пород, выявлять влияние масштабного фактора на данные разных методов.

5.54. При специальных исследованиях стенок скважин с целью выявления в грунтах трещин и элементов залегания пород целесообразно использовать комбинированный фотоакустический зонд.

6. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАСХОДОМЕТРИИ СКВАЖИН

6.1. С помощью расходометрии получают следующие качественные и количественные данные о водоносных горизонтах:

количество, положение в разрезе и мощность водоносных горизонтов;

положение и мощность отдельных зон с различными фильтрационными свойствами внутри водоносных горизонтов и характер их неоднородности;

соотношение напоров отдельных водоносных горизонтов и зон;

водообильность отдельных водоносных горизонтов и зон;

основные гидродинамические параметры (коэффициент фильтрации, дебит и т.д.).

6.2. В зависимости от поставленных задач при инженерно-геологических изысканиях используются следующие модификации расходометрии:

измерения расхода при естественном режиме притока воды в скважину;

измерения расхода фонтанирующих скважин;

измерения расхода воды при принудительных откачках, наливах и экспресс-наливе.

6.3. В зависимости от требуемой модификации расходометрии на скважине проводятся необходимые подготовительные работы по установке специального оборудования. Работы выполняются буровой бригадой, гидрогеологом и геофизиками.

6.4. Расходометрические работы рекомендуется выполнять по следующей общей технологической схеме: скважину бурят до проектной глубины, затем очищают от шлама интенсивной промывкой; проводят комплексные геофизические работы по выявлению водоносных пластов в разрезе; после осветления воды и восстановления уровня проводят расходометрические измерения в установившемся режиме, затем измерения одновременно с откачкой или наливом на одну или две ступени изменения уровня.

6.5. Расходометрические работы рекомендуется проводить только в скважинах ударного или роторного бурения с прямой и обратной промывкой чистой водой. Посадка фильтров должна выполняться только гидроподмывом. Фильтры могут применяться с однородной гравийной от-

сыпкой, с постоянной скважностью и размером отверстий. Всасывающую трубу насоса или смеситель эрлифта необходимо располагать выше фильтра (или необсаженной части скважины), в 2-3 см от его края. Фонтанирующие скважины должны оборудоваться достаточно высоким патрубком с водосливом и заслонкой.

6.6. Измерения динамического уровня воды, дебита фонтанирования, уровня подземных вод или приращения его в скважинах при откачках, а также другие виды вспомогательных операций для расходометрии должны выполняться в соответствии с требованиями на производство специальных гидрогеологических работ. В случаях, когда не удается добиться стабилизации динамического уровня при наливах, необходимо обеспечить синхронность измерения расходов и уровней путем непрерывной их регистрации.

6.7. При отсутствии оборудования или воды для возбуждения скважины допускается применение экспресс-налива, выполняемого путем погружения под статический уровень воды в скважине специальных емкостей (болванок) (прил.21). Падение уровня воды в скважине определяется по датчику уровня, представляющего собой цепь последовательно соединенных резисторов типа ОМЛТ или ВС.Длина датчика должна быть 3-5 м. Расстояние между резисторами 20-30 см.

6.8. Положение каждой ступени на диаграмме $J=f(t)$ определяется положением данного резистора в цепи и в общем случае равно:

$$J_i = \frac{U}{\Sigma R_n},$$

где J_i – сила тока, соответствующая данной ступени;

U – напряжение в цепи;

ΣR_n – суммарное сопротивление резисторов, находящихся выше уровня воды.

Положение уровня воды определяется согласно тарировочному графику по известной величине J. Кривая восстановления уровня является основой для вычисления величины водопроводимости или коэффициента фильтрации (прил. 20).

6.9. Перед началом расходометрических измерений необходимо измерить кавернометром диаметр скважины для внесения поправок в показание расходомера. Кавернометр должен быть проэталонирован перед спуском в скважину.

6.10. Расстояние между точками наблюдений расходомером должно быть 1-2 м с детализацией в зонах изменяющегося расхода с шагом 0,1-0,5 м. Точки для замеров выбираются с учетом данных кавернометрии. Длительность наблюдений должна быть в пределах 2-12 мин и обеспечивать точность при повторных измерениях $\pm$ 5%. Точка записи расхода должна относиться к нижнему срезу водоканала расходомера при восходящем потоке и к верхнему - при нисходящем.

6.11. Все расходометрические измерения должны проводиться в период установившегося или квазиустановившегося режима фильтрации, при котором изменение расхода (дебита) скважины составляет не более 10% дебита наименее водообильного пласта, представляющего интерес в данном геологическом разрезе, а динамический уровень воды в скважине систематически изменяется на величину не более 1-2 см за период расходометрических измерений (4-6 ч) в скважине.

6.12. Для раздельного секционного опробования в скважине с помощью расходомера нескольких водоносных горизонтов должны применяться пакеры. В качестве элементов пакера могут использоваться футбольные камеры, камеры для легковых автомашин и т.п. В зависимости от решаемых задач пакер помещается между водоносными горизонтами. Воздух в камеру накачивается насосом через резиновый шланг до плотного прилегания камеры к стенке скважины и изоляции тем самым водоносных горизонтов.

6.13. В практике инженерно-геологических изысканий наиболее широко применяются расходомеры тахеометрического типа ТСР 34-70М и ТСР 34/70-3М. Другие виды приборов, позволяющие измерять осевой расход воды по скважине, практически не используются. При наличии в организации нескольких расходомеров рекомендуется использовать их в гирлянде.

6.14. Перед началом расходометрических измерений необходимо проверить работу расходомера. Для этого отворачивают хвостовик с серьгой и устанавливают крыльчатку, которая транспортируется отдельно. Крыльчатка крепится в кернах на корпусе шасси с сохранением продольного люфта не более 0,1-0,2 мм. Люфт регулируется микровинтом упора и фиксируется контргайкой. После установки крыльчатки в корпус прибора необходимо убедиться, что она свободно вращается, отсутствует биение и неплавное затухание, и затем уже завернуть хвостовик. Порог чувствительности воспринимающего элемента и регистратора должен обеспечивать фиксацию минимальных расходов, представляющих практический интерес.

6.15. Для определения потока необходимо использовать крыльчатку, имеющую на коллекторе прерывателя дополнительный более узкий контакт. За один оборот этой крыльчатки в схему поступают два разных импульса, по определенному чередованию которых определяют направление потока. Для записи импульсов целесообразно использовать регистратор Н-360, Н-381 или Н-361, станцию СК-1.

6.16. Гидравлическое сопротивление, создаваемое скважинным прибором, не должно вносить заметных искажений в заданный гидравлический режим исследуемых скважин. Габариты скважинных приборов должны удовлетворять условию использования его одновременно с производством других операций в скважине (откачка, налив).

6.17. Аппаратура расходометрических измерений должна обеспечивать возможность двухсторонней регистрации расхода потока и его направления по скважине, а также возможность проведения многократных измерений расхода потока при одном спуске прибора в скважину. Метрологические характеристики расходометрической аппаратуры при работе в восходящем и нисходящем потоках должны быть идентичны.

6.18. Для взятия отсчета необходимо обеспечить

одновременный запуск счетчика и секундомера. Результаты счета в имп/мин, записанные в журнал, затем переводят в значения расхода в л/с, используя данные тарировки и коэффициенты; учитывают эксцентриситет расходомера и диаметр скважин.

6.19. Поправочные коэффициенты за диаметр скважины и эксцентриситет расходомера допускается определять один раз перед его эксплуатацией. Тарировку расходомера необходимо повторять после 150-200 ч работы или в случае замены какой-либо детали.

6.20. Тарирование расходомеров должно проводиться путем пропускания через измерительный элемент строго фиксируемого объема воды с одновременным замером скорости вращения крыльчатки. Для тарирования должны использоваться специальные приспособления (прил.22).

7. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ТЕРМОМЕТРИИ СКВАЖИН

7.1. При инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях измерения температур в скважинах проводятся с целью решения различных задач.

В области распространения грунтов с отрицательной температурой:

определение температурного режима грунтов в естественных и нарушенных мерзлотно-грунтовых условиях;

определение температурного режима грунтов в процессе проведения специальных опытных работ.

В области распространения грунтов с положительной температурой:

определение температурного режима водонасыщенных и текучепластичных грунтов с целью создания "мерзлотных завес" для производства подземных строительных работ (тоннели, шахты).

При проведении гидрогеологических изысканий:

определение в процессе стабильной откачки местоположения водоносных горизонтов в разрезе по данным температурных измерений;

определение температурного режима воды по стволу скважины при стабильном режиме налива с целью определения фильтрационных характеристик грунтов;

определение температурных свойств слоев разреза по градиент-термограммам;

определение температуры воды по стволу скважины при оценке минерализации подземных вод по данным резистивиметрии.

7.2. Температуру в "сухих" инженерно-геологических скважинах измеряют медными (ТСМ) и полупроводниковыми термометрами сопротивления (КМТ,ММТ), ртутными ленивыми термометрами, термодиодами и термотранзисторами (КТ301) с прижимным устройством.

В гидрогеологических и инженерно-геологических скважинах, заполненных водой или фильтратом промывочной жидкости, температурные измерения проводят специальными электротермометрами (ЭТМИ, ЭТС2, ЭСО-2, ЭТО-2,СТТ-1, ТЭТ-2, ТЭГ-36).

7.3.Естественный температурный режим грунтов следует определять при условии полной выстойки скважины.

При бурении инженерно-геологических скважин в мерзлых грунтах, предназначенных для изучения их температурного режима, не допускается промывка, подлив воды или глинистого раствора, а также использование солевых растворов. Бурение скважин производится при наименьшей скорости вращения бурового снаряда укороченными рейсами (0,2-0,3 м).

Ориентировочное время выстойки таких скважин до начала термокаротажных работ составляет:

при ручном бурении до глубины 12-15 м - 5-10 сут;

то же до глубины 20-25 м - 12-15 сут;

при механическом колонковом бурении до глубины 12-15 м - 12-15 сут;

то же до глубины 20-25 м - 25-30 сут.

При бурении скважин в крупнообломочных и скальных мерзлых грунтах время их выстойки увеличивается в 1,5 раза.

7.4. Инженерно-геологические скважины, предназначенные для температурных режимных или разовых наблюдений, оборудуют после окончания бурения следующим образом:

а) в обсаженную скважину до забоя вводят специальные трубы с минимально возможным диаметром и с запаенным нижним отверстием (в зависимости от диаметра термозонда, термокосы). Специальные трубы рекомендуется изготовлять из винипласта или полиэтилена. После ввода специальных труб в скважину обсадные трубы извлекают. Затрубное пространство специальных труб необходимо тщательно засыпать сухим песком или глинисто-цементным раствором;

б) специальные трубы должны быть выше устья скважины на 0,3–0,5 м;

в) в целях максимального предотвращения циркуляции воздуха в скважине и попадания в нее влаги в специальную трубу вводят деревянный стержень длиной не менее высоты оголовка и диаметром чуть меньше внутреннего диаметра оголовка. На верхнем конце деревянного стержня укрепляют крышку для плотного прикрытия верхнего отверстия оголовка;

г) в течение всего времени проведения термометрических измерений естественные условия на поверхности грунта у скважины должны сохраняться в радиусе, равном ее глубине.

7.5. Скважина является выстоявшейся, если при трех измерениях температуры, производимых подряд с интервалом 1 сут, разница в измеренных температурах на глубине свыше 5 м не превышает $\pm$ 0,1°С.

Время выстойки гидрогеологических скважин, заполненных буровым раствором или водой, определяется из соотношения

$$\frac{\Delta t}{\Delta t_0} = 1 - e^{-\frac{d^2}{16a\tau}},$$

где τ – время выдержки скважины в покое;

Δt_0 – разность температур фильтрата промывочной жидкости в скважине и окружающих породах в начальный момент времени;

Δt – то же по истечении времени выстойки;

d – диаметр скважины;

a – температуропроводность среды.

7.6. Термометры в режимных инженерно-геологических скважинах устанавливают следующим образом:

в интервале глубин от 0 до 5 м – через каждые 0,5м;

то же от 6 до 20м – через каждые 1 м;

на глубинах свыше 20 м – через каждые 5 м.

7.7. Продолжительность времени от момента установки термометров (датчиков) в "сухих" инженерно-геологических скважинах до начала измерения температуры должна быть не менее 3 ч, что связано с их большими значениями постоянной времени.

7.8. Для проведения термометрии инженерно-геологических скважин ртутные ленивые термометры объединяются в связки, причем в одной связке должно быть не более пяти термометров.

Термометры сопротивления (медные, полупроводниковые) объединяются в комплекты (косы).

Весьма перспективным является использование малоинерционного микротермотранзисторного датчика совместно с прижимным устройством. Этот прибор позволяет использовать только один датчик, резко повысить производительность термометрии "сухих" скважин, увеличить точность регистрации температуры, измерять температуру в любой интересующей точке, создать необходимые условия без термостатирования.

7.9. Показания датчиков должны быть высокостабильными в течение продолжительного времени эксплуатации. Высокостабильные датчики градуируются один раз в три месяца.

Для высокостабильного термотранзисторного датчика не требуется градуировочная таблица. При эксплуатации

данного датчика требуется определение цены деления стрелочного индикатора в град С. Определение цены деления в град.С и поправки к 0°С необходимо проводить один раз в три месяца.

7.10. Для определения температуры различных слоев разреза в гидрогеологических скважинах следует применять метод дифференциального измерения с регистрацией градиент-термограмм. Такой метод существенно повышает чувствительность температурных измерений до 0,004град/см.

Градиент-термометры состоят из двух термосопротивлений, расположенных на фиксированном расстоянии друг от друга, образующих два плеча мостиковой схемы.

7.11. Температурную кривую в гидрогеологических скважинах записывают только при спуске термометра, при этом скорость перемещения его должна быть постоянной. При подъеме допускается проводить лишь контрольные измерения температур.

7.12. Скорость перемещения термометра в скважине зависит от постоянной времени прибора. Ниже приводятся допустимые скорости перемещения термометров с разными постоянными:

постоянная времени,с - 0,5; 0,5-1; 1-2; 2-4; свыше 4;
допустимая скорость,м/ч - 1000, 800, 600, 400, 300.

7.13. Термометр (терморезистор) градуируют не реже одного раза в три месяца.

В области положительных температур термометры(терморезисторы) градуируют в термостате (ванне), заполненном водой. Воду при нагревании перемешивают, чтобы обеспечить в объеме равномерную температуру. Температуру контролируют ртутным термометром с ценой деления не менее $0,1^{\circ}$С.

В области отрицательных температур (от 0 до -20°С) градуировку проводят в сосуде со смесью "вода-лед-поваренная соль". Сосуд с термометрами (терморезисторами) помещают в холодильник. Температуру смеси контролируют двумя-тремя ртутными термометрами с ценой деления не менее $0,1^{\circ}$С. В этом случае погрешность градуировки обеспечивается не более $\pm 0,05^{\circ}$С.

7.14. Для термометров с мостовой схемой в скважинном приборе (термометр для работы с трехжильным кабелем) при градуировке определяют отношение напряжения в измерительной диагонали моста ΔU к силе тока питания J его при различных температурах t°. По результатам градуировки строят кривую $\frac{\Delta U}{J}=f(t)$. Пересечение ее с ординатой $\frac{\Delta U}{J}=0$ дает нулевую температуру T_0, при которой мост сбалансирован и показание регистрирующего прибора равно нулю. Угловой коэффициент, рассчитываемый по кривой, определяет постоянную термометра τ в градусах на 1 см.

При нелинейной зависимости график используют для определения шкалы термограммы.

7.15. Для каждого типа и экземпляра термометра (терморезистора) должна быть определена постоянная времени (тепловая инерция) τ, в течение которой прибор воспримет 0,63 разности температур измеряемых сред.

Для определения τ берут два сосуда, заполненных водой с температурой T_1 и T_2, отличающейся приблизительно на 10°С. Последовательно проводят измерения t сначала в одном T_1, а затем в другом T_2 сосуде. Время, затраченное на установление 0,63 разности температур [$T = 0{,}63\ (T_2-T_1)$], и определит величину τ.

7.16. Для повышения точности измерения температур рекомендуется сочетать непрерывную запись термограммы с точечными наблюдениями на заранее определенных интервалах (глубинах). При этом замеры в каждой точке наблюдения должны выполняться неоднократно через каждые 5–10 с. Погрешность дискретного измерения не должна превышать $0{,}05$–$0{,}1^{\circ}$С.

7.17. Если температурные измерения проводят в комплексе с другими видами каротажа, то на скважине сначала записывают температурную кривую, а затем другие в последовательности, определенной программой работ.

7.18. Стандартными масштабами глубин термограмм являются 1:200 и 1:50, масштаб записи не более 1°С на

1 см, реже 0,25–0,5°С на 1 см бумаги. Допустимая погрешность в определении абсолютного значения температур 0,5–1°. При точечных измерениях температуры все необходимые данные записывают в журнал полевых наблюдений.

7.19. При определении термометрией поглощающих (отдающих) пластов и мест затрубной циркуляции в гидрогеологии применяется метод оттартывания и метод продавливания. Выбор метода зависит от оборудования скважины. При большом поглощении рекомендуется пользоваться методом продавливания.

7.20. Метод оттартывания применяется после предварительной промывки скважины (при неустановившемся тепловом режиме). Контрольный замер должен подтвердить отсутствие на термограмме резких аномалий.

После контрольного замера измеряют температуру при различных понижениях уровня жидкости в скважине, вызывающих приток в нее воды из водоносных горизонтов.

7.21. Метод продавливания применяется при режиме, возможно более близком к установившемуся. Работы сводятся к продавливанию столба жидкости порядка 50–100м, до продавливания и в процессе его проводят ряд замеров температуры.

8. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ РЕЗИСТИВИМЕТРИИ СКВАЖИН

8.1. Резистивиметрию применяют для решения следующих основных задач:

оценки фильтрационных свойств водоносных пород;

выявления зон притока (поглощения) воды в скважину;

оценки общей минерализации подземных вод.

Резистивиметрию обычно используют с другими видами каротажа (электрокаротаж, расходометрия, термометрия, кавернометрия).

8.2. Благоприятными условиями для применения метода являются:

достаточно большая мощность водоносных пород;

сравнительно небольшая минерализация (не более 2 г/л) подземного потока;

относительно высокая скорость движения потока.

8.3. Резистивиметрию можно проводить скважинными резистивиметрами различной конструкции. Различают два типа резистивиметров: открытого и закрытого типа. К первому типу относятся резистивиметры, измерительные элементы которых не закрыты металлическим или диэлектрическим экраном от окружающей среды. Это резистивиметры типа РСЭ-57, РКД, РС-61, РТ-65 и др. Ко второму типу принадлежат резистивиметры, измерительные элементы которых отделены экраном от среды, но открыты для доступа жидкости. Это резистивиметры типа РА-3, РСМ-50, РСМ-56, РСМ/К и др.

8.4. Изучение фильтрационных свойств пород и определение мест притока воды проводят при нарушении естественного режима подземных вод (искусственное засоление воды в скважине, наливы или откачки). Определение минерализации подземных вод выполняют без нарушения естественного режима водоносного горизонта.

8.5. Резистивиметрию можно проводить как в необсаженных скважинах, так и в скважинах, оборудованных фильтрами.

Измерения с резистивиметрами следует проводить при движении прибора сверху вниз. Скорость движения должна быть не более 500 м/ч.

8.6. Коэффициент скважинного резистивиметра определяют по измерениям в жидкости с известным удельным сопротивлением ρ_0 по формуле

$$K = \frac{\rho_0 J_0}{\Delta V_0},$$

где J_0 – сила тока в цепи;

ΔV_0 – разность потенциалов.

Измерения следует проводить при трех-четырех значениях силы тока и в нескольких растворах, отличающихся по сопротивлению.

8.7. Резистивиметрию скважин проводят только эталонированным прибором. Различные по конструкции резистивиметры имеют свои специфические особенности при эталонировании (прил.25).

8.8. Скорость фильтрации подземного потока определяется наблюдением за вымыванием солей в скважине.

Методика измерений состоит в следующем. После замера удельного сопротивления (УЭС), соответствующего естественной минерализации подземных вод, вода в скважине равномерно засолоняется. Для этого скважину промывают раствором повышенной концентрации или протягивают вдоль ее ствола пористый мешок с поваренной солью.

Количество соли, растворенной в 1 л воды скважины, должно зависеть от ожидаемых скоростей фильтрации подземного потока. Процесс засолонения рекомендуется проводить до получения концентрации раствора, в 4–5 раз превышающего естественную минерализацию воды (м).

В скважинах с малыми скоростями фильтрации величина засолки уменьшается до 1,5–2 м.

Тотчас после операции засоления снимается контрольный замер резистивиметром для проверки степени однородности раствора по стволу скважины.

Через 10–15 мин после контрольной регистрируется следующая резистивимограмма, а затем периодически с интервалом 15–30 мин и более проводятся последующие регистрации. Чем меньше скорость фильтрации подземных вод, тем больше должен быть разрыв между замерами и тем позднее проявятся на резистивиметрических кривых (увеличением УЭС раствора) места притоков воды в скважину.

8.9. Все резистивиметрические кривые совмещают по глубинным меткам и наносят на один график, причем шифр кривых – время. Оценку скоростей фильтрации подземных вод проводят через 1–5 м (в зависимости от характера разреза) в интервалах проницаемых пород.

8.10. Для определения скорости подземного потока по методу вымывания электролита используются данные последних кривых перед полным восстановлением удельного сопротивления воды на изучаемом интервале скважины.

Скорость фильтрации определяется по формуле

$$U = \frac{1{,}81r}{t_2 - t_1} \lg \frac{C_1 - C_2}{C_2 - C_0},$$

где r – радиус скважины;

C_0 – естественная минерализация подземных вод;

C_1 и C_2 – концентрация раствора в скважине, соответствующая моментам времени t_1 и t_2.

8.11. Для определения мест притока (поглощения) измерения сводятся к проведению ряда замеров удельного сопротивления жидкости, заполняющей ствол скважины, при искусственном нарушении режима (оттартывание, продавливание).

В необсаженных скважинах при малом дебите определять места притока можно только методом оттартывания. При значительном дебите места притока можно определять и методом оттартывания и методом продавливания. При наличии нескольких притоков (поглощений) с помощью метода продавливания практически определяется лишь высокодебитный приток.

8.12. Точность определения мест притока недостаточно высока из-за перемешивания воды различной минерализации в результате конвекционных потоков.

8.13. Погрешность определения естественной минерализации резистивиметрией, если неизвестен относительный состав (класс и группа) изучаемой воды, достигает для вод хлоридного класса группы натрия 10%, для вод карбонатного класса группы кальция – 8,1% и для вод сульфатного класса группы кальция – 20%. Если известен относительный состав воды, погрешность составит только 4–8%.

8.14. Резистивиметрию следует проводить в масштабе 1:200. Первоначальная резистивиметрическая кривая регистрируется в произвольном масштабе для уточнения фактического забоя скважины и определения естественной минерализации подземных вод.

8.15. При проведении инженерно-геологических изысканий в случае отсутствия интенсивных переливов между водоносными горизонтами рекомендуется применять способы измерения при наливах. Сущность указанного способа заключается в прослеживании с помощью резистивиметра скорости перемещения вниз по стволу скважины границы двух жидкостей различного удельного сопротивления при стабильном наливе. Последний достигается путем применения регулировочного бака постоянного уровня.

8.16. Резистивиметрию при наливах ведут в следующей технологической последовательности:

измеряют глубину уровня электроуровнемером;

в масштабе 1:200 регистрируют резистивимограмму, по которой определяют глубину скважины и минерализацию подземных вод;

скважину равномерно засолоняют хлористым натрием до концентрации раствора не более 2-4 г/л. При естественной минерализации воды более 2 г/л засолонение не производят;

вновь измеряют глубину уровня подземных вод;

регистрируют одну-две резистивимограммы, характеризующие качество засолонения и наличие переливов между отдельными водоносными горизонтами;

проводят стабильный налив пресной воды в скважину с таким дебитом, чтобы начальная скорость движения воды в скважине не превышала 0,5-1 м/мин;

одновременно с началом налива периодически записывают резистивимограммы, которые фиксируют движущуюся вниз границу жидкостей различного сопротивления;

проводят кавернометрию в случае необсаженных скважин.

8.17. В случае исследования самоизливающихся скважин или скважин, в которых наблюдаются очень высокие напоры водоносных горизонтов и интенсивные переливы между ними, рекомендуется проводить резистивиметрию при откачках (оттартываниях).

9. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ КАВЕРНОМЕТРИИ И ИНКЛИНОМЕТРИИ СКВАЖИНЫ

Кавернометрия (КМ)

9.1. Измерение каверномером проводят с целью:

контроля состояния ствола скважины при бурении;

получения исходных данных о среднем диаметре скважины при обработке материалов БКЗ, радиоактивного каротажа (ННК, НГК, ГГК), расходометрии и резистивиметрии;

уточнения геологического разреза скважины.

9.2. Увеличение диаметра скважины наблюдается:

в глинистых породах, размокающих от набухания глинистых частичек и обрушивающихся в результате этого;

в некоторых рыхлых песках, размывающихся в процессе бурения;

в кавернозных и трещиноватых известняках и доломитах, а также при пересечении скважины карстовых полостей.

Уменьшение диаметра скважины наблюдается против проницаемых песчаных и карбонатных пород.

9.3. Диаметр скважин рекомендуется измерять каверномерами типа СКС-4, КФМ, КВ-2, КМ-1, КМ-2, КЭМС-1.

9.4. При регистрации данных каверномером с омическим датчиком, рассчитанным на работу с трехжильным кабелем, для получения заданного масштаба регистрации (n в см) необходимо, чтобы при подключении измерительного канала к контрольному шунту R_0 отклонение пишущего устройства (в см) составляло

$$l_0 = \frac{CR_0}{n},$$

где C – постоянная каверномера.

9.5. Для уменьшения погрешности измерений из-за непостоянства силы тока питания рекомендуется стабилизировать силу тока включением в цепь питания большого балластного сопротивления.

9.6. Перед записью каверномером регистрируются:

положение нулевой линии или отклонение пишущего устройства при сжатых рычагах прибора;

отклонение пишущего устройства при нахождении прибора в градуировочном кольце или при полностью раскрытых рычагах каверномера.

После записи показаний (на диаграмме или точечной регистрации) фиксируются данные в обсадной колонне на интервале не менее 10 м с отбивкой башмака колонны. Точность измерения диаметра скважины оценивается по записи в колонне. Погрешность измерения не должна превышать $\pm$1,5 см. Если она превышает допустимую, следует повторить градуировку каверномера.

9.7. Градуировка каверномера сводится к получению кривой зависимости показаний регистратора от диаметра раскрытия рычагов каверномера. Для этого рычагом каверномера при помощи какого-либо устройства (мерных колец, крестовины с отверстиями для рычагов) задают определенное отклонение и производят отсчет показаний на пишущем устройстве. По результатам проведенных при градуировке измерений строят кривую зависимости $\frac{\Delta U}{J} = f(d)$; пересечение ее с ординатой $\frac{\Delta U}{J} = 0$ дает нулевой диаметр d_0, угловой коэффициент – постоянную С. Градуировку каверномера, рассчитанного на работу с трехжильным кабелем, рекомендуется проводить не реже одного раза в месяц.

9.8. Измерения каверномером производят при подъеме снаряда. Максимально допустимая скорость регистрации не более 500 м/ч.

9.9. Рекомендуемый масштаб регистрации 1:5. При детальных исследованиях в зависимости от геологических условий допускается регистрация кавернограмм в масштабе 1:2 и 1:1.

Инклинометрия (ИМ)

9.10. Инклинометрия скважины проводится в целях:

контроля за сохранением заданного ее направления;

определения угла и направления (азимута) отклонения оси скважины от вертикали;

получения исходных данных для геологических построений и определения положения забоя.

9.11. Измерение искривления скважин рекомендуется проводить инклинометрами типа ИШ-2, ИШ-4, ИК-2, фотоинклинометром типа ИФ-2, КИТ, МИ-30 и другими приборами аналогичного типа. Длина инклинометра с грузом-направлением должна быть не менее 2 м в скважинах диаметром более 200 мм и не менее 1,5 м в скважинах диаметром менее 200 мм.

Угол между главными осями инклинометра и груза-направления (удлинителя) не должен превышать половину допустимой погрешности в угле отклонения от вертикали.

9.12. Инклинометрию проводят после полной остановки кабеля в точках через 5 или 10 м. При контрольных измерениях перекрывают не менее трех ранее замеренных точек.

9.13. Погрешность в измерении угла и азимута отклонения не должна превышать следующих величин:

Угол отклонения, град.	Допустимые погрешности	
	угла отклонения	азимута
2	30′	–
2-5	30′	10°
5-10	30′	5°
10-50	1°	5°
50	2°	5°

9.14. Контролировать показания инклинометра рекомендуется не реже одного раза в месяц.

При контрольных измерениях снимаются показания в четырех отличающихся на 90° азимутах при различных углах отклонения от вертикали. Наряду с этим, должны быть сделаны измерения при характерных для данного типа прибора значениях угла и азимута отклонения, при которых наиболее полно выявляются погрешности результатов.

9.15. При обнаружении значительного расхождения между показаниями инклинометра и фактическими значениями азимута и угла отклонения проводят градуировку прибора по результатам контрольных замеров или регулируют приборы и их измерительную схему так, чтобы отсчет по шкале давал точный результат.

9.16. Результаты измерений записывают в журнал в виде таблицы. Заголовок таблицы содержит следующие сведения:

наименование организации, проводящей работы, район, номер скважины;

данные о конструкции скважины (глубина забоя, башмака, диаметра колонны и скважины);

данные о наземном и скважинном оборудовании (тип, и номер скважинного прибора и регистратора);

цена первой метки в м;

расчет поправок к показаниям счетчика;

дата последней тарировки;

дата измерений и подписи оператора и проверяющего.

10. ДОКУМЕНТАЦИЯ И ПРИЕМКА ПОЛЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ

10.1. Первичными полевыми документами каротажных работ являются:

при работе с каротажными станциями - градуировочные (эталонировочные) диаграммные записи, рабочие каротажные диаграммы;

при работе с полевой переносной аппаратурой - журналы полевых наблюдений, градуировочные графики.

10.2. Подлинники каротажных диаграмм должны иметь стандартный штамп, который содержит следующие сведения:

наименование изыскательской (проектно-изыскательской) организации, номер геофизической партии (отряда);

название участка работ и номер скважины;

вид каротажного исследования;

данные о скважине - глубина забоя,м; диаметр, мм; диаметр колонны, мм; глубина башмака, м;

данные о наземном и скважинном оборудовании: тип и номер каротажной станции, переносного прибора, зонда, тип кабеля;

цена первой метки, м;

скорость и масштаб регистрации кривых и масштаб глубин;

дата измерений и подпись оператора.

Для кривой потенциала ПС (ГПС), ВП масштаб изображают отрезком длиной 2 см, против которого указывается число соответствующих этому отрезку милливольт и направление возрастания (+) и убывания (-) потенциала (градиента). Глубины отмечаются вблизи зафиксированных на ленте меток и соответствуют целому числу десятков метров.

10.3. Нулевую линию каротажной кривой (диаграммы) следует наносить:

для электрокаротажа - по отметкам нуля, записям в колонне;

для радиоактивного каротажа - по записям нулевого положения регистратора.

10.4. На диаграммах радиоактивного каротажа, термометрии, кавернометрии со смещением кривых при помощи компенсатора фона (компенсатора поляризации) следует отмечать величину смещения и для каждого участка переноса кривой указывать ее масштаб. Величина переноса кривой (ПС и температурной) должна быть четко обозначена на подлиннике.

10.5. Все надписи и кривые не должны иметь подчисток и не оговоренных исправлений. Нечеткие кривые, а также кривые, записанные карандашом, обводят тушью.

10.6. При работе с полевой переносной аппаратурой следует вести полевой журнал для записи наблюдений в виде цифровых отсчетов. В полевом журнале указывают те же сведения, что и в штампе каротажной диаграммы (п.10.2), за исключением скорости и масштаба регистрации. При проведении точечной регистрации необходимо в поле на миллиметровке строить график изменения показаний в тех же масштабах, что и при автоматической записи.

10.7. Качество полевых измерений проверяют:

по наличию соответствующих градуировочных записей или эталонировочных графиков;

по сходимости повторных (контрольных) измерений, выполненных в наиболее дифференцированной части разреза, с основным замером;

путем сопоставления диаграмм (отсчетов) различных каротажных методов в интервале залегания слоев с известными каротажными значениями.

Наилучшим способом контроля кривых КС является сопоставление значений кажущихся удельных сопротивлений, полученных различными зондами против отдельных слоев. Такое сопоставление рекомендуется делать путем построения кривой зависимости КС от длины зонда. Отклонение отдельных точек от кривой и расчетного значения указывает на ошибочность измерений. Для кривых радиоактивного каротажа величина статических флуктуаций определяется по записям при неподвижном зонде. Погрешность измерений при радиоактивном каротаже определяется по измерениям в эталонной скважине, имеющей практически однородное, геологическое строение и хорошо изученной с инженерно-геологической точки зрения.

10.8. При одинаковых условиях измерений абсолютная погрешность принимается равной половине величины расхождения между основным и повторным замерами. Относительная погрешность определяется как отношение абсолютной погрешности к среднему значению измеряемого параметра по двум замерам.

10.9. Скорость регистрации кривых при автоматической (полуавтоматической) записи определяется сложностью разреза, детальностью исследований и техническими возможностями регистрирующей аппаратуры. Скорость регистрации для конкретных условий не должна превышать максимально допустимую, устанавливаемую посредством опытных измерений в ряде скважин района (не менее трех скважин). За максимально допустимую принимается такая скорость, когда расхождения в амплитудах аномалий на кривых, зарегистриро-

ванных с этой и в два раза меньшей скоростью против слоев с минимальной мощностью, подлежащих изучению, не превышают допустимых для каждого метода погрешностей измерения.

10.10. При точечной регистрации рекомендуется три интервала записи: через 1, 0,5 и 0,2 м.

При рекогносцировочных работах следует проводить измерения с интервалом 1 м, при детальных - 0,2 м. Оптимальный интервал измерения - 0,5 м.

Точечная регистрация с шагом детальнее 0,2 м не рекомендуется. При необходимости проведения работ с более детальным шагом следует переходить на непрерывную регистрацию. При проведении специальных видов каротажных исследований (термометрия, инклинометрия и т.д.)допускается увеличивать интервал точечной регистрации до 5-10 м. Контрольные измерения для всех видов каротажа рекомендуется проводить при подъеме зонда через каждые пять точек.

10.11. Качество материалов оценивается следующими градациями: хорошее, удовлетворительное, брак.

Хорошее качество - результаты измерений полностью соответствуют требованиям настоящей Инструкции.

Удовлетворительное качество - результаты измерений не выходят за пределы допустимых погрешностей, но диаграммы (отсчеты) записаны с дефектами. К ним относятся:

отсутствие некоторых обязательных сведений в типовом штампе подлинников диаграмм, журналах регистрации;

отсутствие контрольных записей в обсадной колонне, предусмотренных для данного вида исследований;

отсутствие градуировочных записей в начале или в конце диаграммы;

небольшие разрывы на диаграммах или размывы записи (небрежное оформление цифровых записей в журнале), не исключающие возможности восстановления конфигурации кривой;

отличие фактического масштаба регистрации от принятого в районе;

большое количество переносов, плохое взаимное расположение кривых, неудовлетворительная обработка фотобумаги и т.д.

Брак – диаграммы (отсчеты) записаны с погрешностями, превышающими допустимые, в результате чего материал не может быть использован для решения задач, поставленных перед данным видом исследования.

Материал с оценкой "брак" к обработке не допускается и подлежит полной переделке.

10.12. В процессе полевых работ начальник партии проверяет деятельность каротажной группы (бригады, отряда) не менее одного раза в месяц на каждом объекте, в том числе оценивает качество полевых и камеральных материалов. Текущий контроль оформляется по типовой форме-акту согласно пр.3 (форма 12) РСН 43-74. Акт составляется в двух экземплярах. Один экземпляр акта хранится у начальника партии (отряда), другой в экспедиции (отряде).

10.13. По окончании полевых работ на том или ином объекте проводят проверку и приемку полевых материалов. Для этого организуется специальная комиссия, в состав которой должны входить представители каротажной партии (отряда) и специалисты, не являющиеся сотрудниками партии (отряда), общим числом не менее трех человек.

10.14. В акте приемки полевых материалов должны быть отражены:

оценка качества полевого материала;

степень решения поставленных программой работ;

оценка организационно-хозяйственной деятельности партии (отряда).

Проверке и приемке подлежат:

план расположения прокаротированных скважин;

каротажные диаграммы;

сменные рапорта операторов;

журналы записи;

журналы эталонировки (градуировки) аппаратуры;

журналы учета и регистрации диаграмм;

предварительные материалы по первичной обработке каротажных записей (диаграмм, журналов регистрации);

акты выполненных объемов работ.

Акты проверки и приемки (в двух экземплярах) должны быть подписаны членами комиссии и утверждены начальником вышестоящего подразделения (экспедиции, отдела). Экземпляры акта передаются в отдел (экспедицию)и начальнику каротажной партии (отряда).

10.15. Для всех видов каротажных исследований,которые проводятся аппаратурой, требующей предваритель - ной эталонировки (градуировки), должны соблюдаться ус - тановленные сроки выполнения этих операций; в случаях несоблюдения установленных сроков, полученный материал должен быть забракован. Акты эталонировки (градуировки) сдаются начальнику партии за подписью исполнителей работ.

11. ОБРАБОТКА КАРОТАЖНЫХ ДИАГРАММ И ДРУГИХ ПЕРВИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

11.1. Результаты каротажа скважин подлежат тщательному контролю. В подлинниках материалов каротажных работ необходимо:

проверить оформление штампа диаграмм, разметку глубин, правильность расчета цены первой метки для каждого вида каротажа;

сопоставить глубину башмака обсадной колонны и забоя (определенные по диаграмме) с данными бурения;

сопоставить между собой результаты повторных измерений, данные каротажа, полученные в разное время, диаграммы различных видов каротажных исследований в данной скважине и на основании такого сопоставления оценить возможную погрешность определения глубин и результатов измерений.

11.2. Необходимо проверить стабильность работы измерительной аппаратуры. Для этого пользуются отметками положения нулевых линий, записями в колонне, записями измеряемой величины при неподвижном каротажном зонде. Необходимо также проверить контрольные записи, градуировочные (эталонировочные) графики, режим работы ап-

паратуры, скорость записи, правильность выбора предела измерений; при радиоактивном каротаже - правильность выбора постоянной времени τ.

11.3. При обработке материалов бокового каротажного зондирования (БКЗ) необходимо соблюдать следующие методические условия:

выделение слоев производится по совокупности всех кривых КС с учетом результатов других видов каротажа;

обработка может быть произведена лишь для однородных слоев; слои, представленные переслаиванием пород, отличающихся более чем на 25% друг от друга по удельному сопротивлению, не подлежат исследованию;

не допускается брать для исследования часть слоя или объединять несколько слоев с различной характеристикой УЭС в один слой;

по результатам измерений КС различными зондами для каждого из выбранных для исследования слоев строят кривую зависимости $\rho_к$ от длины зонда на билогарифмическом бланке с модулем, равным 6,25 см.

На бланк наносят линии, соответствующие удельному сопротивлению $\rho_ф$ фильтрата; диаметру скважины d; удельному сопротивлению вмещающих пород $\rho_п$, мощности слоя h.

Диаметр скважины определяют по кавернограмме, а при ее отсутствии принимают равным диаметру долота. При обработке результатов БКЗ необходимо точно знать удельное сопротивление фильтрата или воды, заполняющей скважину. Интерпретацию материалов БКЗ проводят в соответствии с руководствами [6,8].

11.4. Цель обработки диаграмм микрозондов - выделение проницаемых слоев и определение удельного сопротивления промытой зоны, прилегающей непосредственно к стенке скважины. При определении УЭС промытой зоны по диаграмме микрозондов следует пользоваться палетками, которые получены для конструкций того микрозонда, которым проводились измерения. Если диаметр скважины против пласта превышает диаметр фонаря микрозонда, то количественная обработка данных микрокаротажа не проводится.

11.5. При обработке материалов радиоактивного каротажа (ГГК, НГК) в показания вводят поправку за естественное гамма-излучение. Для этого показания кривой ГК против данного интервала скважины умножают на коэффициент, учитывающий различие в эффективности индикатора НГК и ГК (или ГГК и ГК) к естественному гамма-излучению пород в скважине. Показания всех кривых должны быть выражены в одинаковых единицах (обычно в имн/мин).

11.6. При использовании данных радиоактивного каротажа для количественных измерений необходимо учитывать влияние условий измерений.

На показания ГК наибольшее влияние оказывают диаметр скважины, плотность фильтрата, а в обсаженных скважинах - толщина обсадной колонны; на показания ГГК - диаметр скважины, глинистая корка, плотность фильтрата; на показания НГК - толщина глинистой корки, соленость фильтрата, в необсаженной скважине - диаметр скважины.

Исходные данные для учета скважинных условий следует получать по результатам других видов исследований - БКЗ, кавернометрии, резистивиметрии, микрокаротажа и др.

11.7. При обработке данных радиоизотопных измерений, особенно результатов нейтронного метода измерений влажности, необходимо учитывать влияние аномальных поглотителей, связанного водорода, органического вещества и карбонатов. Аномальные поглотители нейтронов широко распространены в засоленных и загипсованных грунтах.

Существуют два способа исключения влияния аномальных поглотителей: института ВНИИГиМ и института НИИОСП.

11.8. В способе ВНИИГиМ рекомендуется проводить измерения двухразмерным зондом или двумя зондами, из которых у одного зонда источник находится в рабочем положении от детектора, а у другого удален от него на инверсионное расстояние. Последний зонд не чувствителен к изменению влажности, его показания определяются только присутствием аномальных поглотителей. Отношение показаний с рабочим и инверсионным зондами не зависит от присутствия аномальных поглотителей.

В способе НИИОСП изучается распределение поля медленных нейтронов в точке измерения. При этом снимаются показания приборов на нескольких расстояниях от источника. Подробная методика учета поглотителей изложена в рекомендациях [14].

11.9. Первичную обработку данных сейсмокаротажа и вертикального сейсмического профилирования следует выполнять с соблюдением требований "Инструкции по применению сейсморазведки в инженерных изысканиях для строительства" РСН 45-77 пп.6.1-6.6.

11.10. Продольные волны при сейсмокаротаже и ВСП регистрируются первыми и их выделение и корреляцию следует проводить по обычным для сейсморазведки принципам. При выделении поперечных волн на записях ВСП необходимо руководствоваться следующими основными признаками:

поперечные волны регистрируются в последующих вступлениях на фоне ранее пришедших колебаний;

амплитуда колебаний поперечных волн, как правило, больше, чем амплитуда колебаний продольных волн;

видимая частота колебания в записи поперечных волн, как правило, ниже, чем частота колебаний продольных волн;

форма записи колебаний у поперечных волн обычно более сложная, чем у продольных;

формы годографов продольных и поперечных волн различаются между собой незначительно;

достаточным признаком, указывающим на принадлежность зарегистрированных волн к классу поперечных горизонтально поляризованных волн, служит обращение фаз колебаний на 180° при изменении направления горизонтального удара на противоположное.

11.11. В наблюденные годографы продольных и поперечных волн должны быть введены поправки:

за неидентичность тракта записи;

за отклонение выделенной фазы записи полезной волны от момента ее вступления.

Годографы продольных и поперечных волн с введенными в них поправками подлежат качественной и количественной интерпретации.

Количественная интерпретация годографов сейсмокаротажа может производиться только после приведения их к виду условно продольных годографов.

11.12. Приводить наблюденные годографы к виду условно продольных следует на основе модели однородной среды. Для этого необходимо наблюденные времена на каждой глубине умножить на косинус угла между осью ствола скважины и наклонным прямолинейным лучом, проведенным из пункта удара в точку наблюдения. По прямолинейным протяженным участкам приведенных годографов определяется пластовая скорость, а по точкам излома годографа - границы слоев.

Для повышения точности определения пластовой скорости целесообразно использовать аналитические методы - метод наименьших квадратов и метод линейного программирования [15].

11.13. Годографы ВСП следует обрабатывать либо путем приведения их к виду продольных, либо непосредственно по специальной методике [15]. Приводить годографы ВСП к виду продольных необходимо только в случае, если они получены из пункта удара, расположенного не далее 10 м от устья исследуемой скважины.

11.14. Обработка материалов непрерывного ультразвукового каротажа производится в соответствии с существующими руководствами. Обработка данных АК с точечной регистрацией волнограмм, снятых в "сухих" или заполненных водой (фильтратом) скважинах, заключается в фазовой корреляции волн, определении времен и графическом или численном расчете скоростей.

11.15. На осциллограммах (волнограммах) многоканального АК регистрируются два основных типа волн:

продольные волны P, распространяющиеся вдоль образующей скважины;

поперечные (поверхностные) прямые волны $S + R$, ре-

гистрируемые в последующих вступлениях в виде сложного низкочастотного колебания. При этом первой из них приходит волна S, а на ее последующие вступления накладываются интенсивные колебания поверхностной волны Релея R. Она всегда доминирует на записи.

Скорость волны зависит от отношения длины волны к периметру скважины $\frac{\lambda_R}{2\pi r_0}$, где λ_R – длина волны R; r_0 – радиус скважины.

При малых значениях параметра $\frac{\lambda_R}{2\pi r_0}$ скорость V_R приближается к скорости обычных поверхностных волн Релея, а при больших – к скорости поперечных волн. При необходимости возможны измерения в записи периодов и амплитуд соответствующих волн, которые позволяют судить об их спектральных особенностях и поглощающих способностях среды (грунтов).

11.16. При обработке осциллограмм (волнограмм) необходимо соблюдать следующий стандартный порядок операций:

а) выделение и корреляция на осциллограммах основных волн P и R. Коррелируется ближайшая к первым вступлениям фаза колебаний;

б) снятие времени прихода выделенных фаз колебаний. Эта операция выполняется с помощью измерителя или логарифмической линейки;

в) вычисление средних приращений времени прихода волн Δt из двух встречных наблюдений на базе 0,2 м или какой-либо другой рабочей базе.

г) вычисление скоростей V_P и V_R по полученным средним Δt_P и Δt_R. Точность определения V_P и V_R не должна превышать 2%.

Операция вычисления скоростей V_P и V_R, а также определение последующих производных величин (E_g, μ и др.) может быть выполнена на ЭВМ. Этому способствует однородность полученного массива исходных величин Δt_P и Δt_R.

11.17. Обработка фотопленки с сейсмограммами общепринятая. Сейсмограмма с марками времени увеличивается до размера, обеспечивающего необходимую точность отсчета Δt . На одной сейсмограмме размещаются записи по прямому и обратному годографу.

11.18. Форма вступления волны P имеет вид характерного высокочастотного импульса. В последующих вступлениях волновая картина имеет более сложный характер и не позволяет идентифицировать те или иные волны. По этой причине основная информация о скоростном разрезе извлекается из анализа скоростей и амплитуд продольных волн V_p и A_p.

11.19. Скорость V удобно определять по среднему относительному приращению Δt_{cp} между соседними приемниками с использованием прямого и обратного годографов. Это обеспечивает непрерывное получение Δt и V_p через каждые 10–20 см по всему стволу скважины.

11.20. Графики V_p и A_p необходимо аппроксимировать пластами конечной мощности по средним значениям скоростей. Вертикальный годограф рассчитывают по формуле

$$t = \sum_{i=1}^{K} \frac{h_i}{V_{pi}},$$

где K – количество пластов, каждый с соответствующей скоростью и мощностью.

Рассчитанный годограф сопоставляется при необходимости с вертикальным годографом, построенным по данным обращенного сейсмокаротажа.

Для построения по скважинам амплитудных графиков используют обычно амплитуду продольной волны на среднем датчике, погрешность определения амплитуд должна быть не более +10–15%.

11.21. Обработка данных расходометрии должна включать следующее:

построение предварительного графика изменения скорости вращения крыльчатки прибора от глубины точки наблюдения $f(h) = n$;

построение кавернограммы и совмещение ее с графиком $n = f(h)$ для уточнения мест детализационных измерений;

определение переходного коэффициента K_d расхода воды за диаметр скважины (каверны) для каждой точки наблюдения (прил.20);

определение расхода потока, прошедшего через прибор, по тарировочному графику $n = f(Q)$;

вычисление расхода потока через сечение ствола скважины в каждой точке наблюдения по формуле $Q_{скв} = Q_{пр} \cdot K_d$;

построение расходограммы в виде графика $Q_{скв} = f(n)$.

Вертикальный масштаб расходограммы должен соответствовать масштабу построения инженерно-геологической колонки скважины; горизонтальный масштаб выбирается таким, чтобы отклонения точек вследствие 5-10% погрешности измерений укладывались в 1-2-мм отрезке горизонтальной оси. При построении расходограммы необходимо учитывать смещение точек замера на длину водоканала прибора.

11.22. Расходограммы, снятые на различных ступенях динамического режима скважины, должны совмещаться в единых координатных осях, масштаб расхода допускается выбирать произвольно с учетом точности наблюдения.

11.23. Для определения статического уровня и его понижения (повышения) для каждого водоносного пласта необходимо использовать гидродинамический метод, заключающийся в измерении дебитов Q в зависимости от уровня воды в скважине Hg и построении затем графиков зависимости Q от Hg (прил.23).

11.24. В интервалах, где отсутствует стабилизация измеряемого потока, необходимо с помощью графиков $n = f(h)$ рассчитать величину C:

$$C = \frac{n - n_{эф}}{n_{вых} - n},$$

где n – замер скорости крыльчатки в данной точке;

$n_{эф}$ и $n_{вых}$ – соответственно средняя скорость вращения крыльчатки в меньшем (выходном) и большем (входном) сечении за пределами влияния помех, связанных с длиной каверны и сменой сечения.

Значение С можно снять с палетки (прил.24).

11.25. По известному (определенному) С рассчитывают скорость вращения крыльчатки для точек расходограммы в интервале помех:

$$n_{эф} = \frac{C \cdot n_{вых} - n}{C-1} \quad при +C$$

или

$$n_{эф} = \frac{C \cdot n_{вых} + n}{C+1} \quad при -C.$$

По величинам $n_{эф}$ определяют далее значение потока Q_n, прошедшего через прибор, в которое и вводится поправка на диаметр K_d.

11.26. При интерпретации расходограмм следует учитывать все геолого-геофизические данные. Разрез расчленяется на водоупорные и водопроницаемые пласты, определяется глубина их залегания, мощность и структура.

11.27. При обработке данных резистивиметрии следует из электропроводностей раствора (величина, обратная удельному сопротивлению) вычитать естественную электропроводность подземной воды. Полученные разности для каждого уровня глубин наносятся на график $lg(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}) = f(t,h)$, по оси абсцисс которого в арифметическом масштабе откладывается время регистрации, а по оси ординат – в логарифмическом масштабе значения $\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0}$.

Вид графика позволяет для каждой конкретной глубины судить о соответствии процесса фильтрации теоретической формуле.

11.28. Результаты инклинометрии скважин представляют в виде таблицы значений угла δ отклонения от вертикали, угла φ магнитного азимута и дирекционного угла α направления этого искривления.

Дирекционный угол α получают по магнитному азимуту по формуле $\alpha = \varphi + \gamma \pm D$,

где D – магнитное склонение; при восточном оно складывается (+), при западном – вычитается (–);

γ – угол сближения – угол между осевым меридианом и меридианом в данной точке; этот угол может быть как положительным, так и отрицательным.

11.29. При построении проекции оси скважины значения углов δ и φ, определенные в какой-либо точке скважины, условно принимают в качестве средних значений этих углов для интервала, нижней границей которого является данная точка. Смещение оси скважины при углах отклонения от вертикали менее 1° не учитывается; при углах до 2° берут укрупненные интервалы с усредненным значением δ и φ.

После окончания бурения скважины по данным отдельных замеров составляют полную проекцию скважины на горизонтальную плоскость.

11.30. В таблице результатов измерений и на горизонтальной проекции скважины должны быть указаны основные сведения о скважине, на графике горизонтальной проекции следует показать направление осевого меридиана, масштаб и общее отклонение скважины в горизонтальной плоскости; против точек графика, с глубиной кратной 100, следует указать соответствующие им глубины и углы отклонения.

12 ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КАРОТАЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

12.1. Геологическая интерпретация данных каротажа проводится с целью изучения геологического строения и гидрогеологических характеристик разрезов, изучения физико-механических свойств грунтов и геотермических условий в скважинах, а также диагностики технического состояния скважин.

12.2. Для повышения достоверности геологической интерпретации каротажных материалов следует использовать данные комплексных геофизических исследований. Кроме того, рекомендуется широко использовать результаты бурения и опробования скважин, расположенных в пределах изучаемой площади и соседних районов, сходных по геологическому строению.

Изучение геологического строения разрезов

Литологическое расчленение разреза скважины, определение мощности и состава пород

12.3. Расчленение разреза скважины по данным каротажа заключается в определении мощности отдельных слоев и определении их литологического состава.

12.4. Расчленение разреза скважины непосредственно по результатам каротажных исследований (КС, ПС, ГК, ГГК, НГК, ННК, ВСП, АК) производится на основе связей между литологией пород и физическими параметрами среды.

При определении литологического состава пород непосредственно по каротажным данным необходимо учитывать, во-первых, что слоям с одними и теми же каротажными значениями могут соответствовать различные по литологии породы, во-вторых, что каротажные значения пород в значительной степени зависят от условий измерения параметров промежуточной среды (минерализации воды или фильтрата, зоны проникновения, диаметра скважины и т.п.).

12.5. Определение литологического состава слоев рекомендуется проводить с максимальным использованием имеющегося кернового материала, шлама и других геологических материалов, предварительно привязанных по глубинам к каротажным диаграммам (записям визуальных показаний в журнале).

Корреляция разрезов скважин

12.6. По характеру решаемых инженерно-геологических и гидрогеологических задач корреляция подразделяется на:

общую, когда проводят сопоставление разрезов скважин, расположенных в пределах крупного района исследования;

детальную, заключающуюся в сопоставлении разреза в пределах площадки изысканий.

12.7. Задачами общей корреляции являются:

прослеживание изменений мощности и литологического состава отдельных литологических горизонтов;

выявление различного рода тектонических нарушений;

выделение водопроницаемых толщ, определение их границ и мощностей.

Общая корреляция проводится в масштабе глубин 1:200.

Для проведения общей корреляции используются диаграммы (записи показаний) электрического (КС,ПС) и радиоактивного (ГК) каротажей; данные других методов используются в качестве вспомогательных.

12.8. Для проведения детальной корреляции используются диаграммы (записи визуальных показаний) стандартного электрического каротажа (КС,ПС), диаграммы КС, полученные при БКЗ зондами малой длины, диаграммы микрозондов и кавернометрии. Детальная корреляция проводится в масштабе 1:100.

12.9. При проведении корреляции на диаграммах предварительно выделяются каротажные реперы - характерные участки кривых, соответствующие слоям (маркирующим слоям), прослеживающимся в разрезах сопоставляемых скважин.

12.10. Рекомендуется в качестве каротажных реперов использовать участки кривых против:

горизонтов однородных глин, отмечаемых низкими КС и высокими показаниями ПС и ГК;

песчано-глинистых пород в карбонатных отложениях; указанные прослои характеризуются высокими показаниями ПС и ГК, минимумами КС и НГК по сравнению с окружающими породами;

границ перехода пород различного литологического состава, отмечаемых по характерному отклонению кривой ПС.

Каротажным реперам (маркирующим слоям) следует

давать соответствующие обозначения (римскими цифрами).

Определение границ слоев

12.11. Границы слоев (мощность того или иного пласта горизонта) могут определяться по кривым КС, снятым обычными и градиент-микрозондами и потенциал-зондами по диаграммам (записям) ПС (ГПС), диаграммам (записям) радиоактивного каротажа (ГК, ГГК, НГК, ННК).

12.12. Достоверность выделения границ слоев зависит от соотношения геофизических параметров слоев, типов и размеров зондов, метода каротажных работ.

12.13. Интерпретация каротажных диаграмм с целью выделения и определения местоположения границ слоев пород должна проводиться в соответствии с методическими материалами по каждому методу исследований.

12.14. Методика комплексной интерпретации диаграмм по определению границ слоев должна постоянно контролироваться и корректироваться по скважинам с высоким выходом керна (90-100%).

12.15. При равноточных определениях границ слоев разными методами окончательное значение мощностей и глубин залегания слоев пород получают как среднее арифметическое из всех полученных данных. При неравноточных определениях предпочтение отдается тем методам, результаты которых наиболее точно совпадают с геологическими данными.

12.16. Погрешность определения глубин залегания границ слоев пород должна быть не более $\pm 10\%$ их действительного местоположения.

Выявление трещиноватых, закарстованных и других ослабленных интервалов разреза, а также тектонических нарушений

12.17. Разрезы, представленные скальными и полускальными породами (изверженными, метаморфическими, карбонатными), для которых характерны трещиноватость, закарстованность, наличие тектонических нарушений в ви-

де ослабленных зон, должны изучаться с помощью комплекса каротажных методов, состоящего из КС, ПС, ГК, ГГК, НГК, АК, СК, ВСП, кавернометрии.

12.18. По данным каротажа КС удельное сопротивление трещиноватых пород тем ниже, чем больше разрушены породы, чем больше они обводнены или заполнены глинистым материалом. На диаграммах (или записях показаний) КС переход от рыхлых пород к изверженным всегда сопровождается резким увеличением сопротивления. При наличии выветрелой зоны в массиве контрастность значений удельного сопротивления при переходе от рыхлых отложений к коренным породам сглаживается.

12.19. Трещиноватые и ослабленные зоны среди карбонатных пород могут быть установлены по комплексной обработке данных радиоактивного каротажа и результатов изменения ПС.

Для них характерны низкие значения НГК, низкие показания на кривой ГК и минимальные значения потенциала на кривой ПС (при отсутствии глинистого заполнителя трещин).

12.20. На диаграммах микрозондов и кавернограммах против трещиноватых пород часто наблюдается изменчивость показаний. На диаграммах микрозондов иногда выделяются отдельные трещины.

12.21. По данным АК выявляется в основном микротрещиноватость пород, по СК и ВСП - макротрещиноватость массива.

12.22. Геологическая интерпретация данных АК, СК и ВСП в целях выделения трещиноватых, закарстованных или тектонических ослабленных зон заключается в определении скоростей упругих волн, амплитудных коэффициентов поглощения волн, коэффициента анизотропии скоростей, определении углов и азимутов осей или плоскостей анизотропии скоростей и сопоставлении их с данными геологических наблюдений - трещинной пустотности.

12.23. Построение геосейсмических разрезов и карт по данным сейсмокаротажа и ВСП должно проводиться с соблюдением требований пп.6.35 - 6.48 РСН 45-77.

Изучение гидрогеологических характеристик разрезов

Выявление обводненных и проникаемых зон, определение их мощности

12.24. Выявление водоносных горизонтов в песчано-глинистых породах и определение их мощности проводится комплексом каротажных методов МК, КС, ПС, РМ-С, резистивиметрии, НГК, АК. В разрезах, сложенных скальными и полускальными породами, эти задачи решаются с помощью методов расходометрии (РМ-С), резистивиметрии, ГГК, НГК, АК.

12.25. Трещиноватые и ослабленные зоны в карбонатных породах, как правило, проницаемы. Основными признаками проницаемых интервалов разреза являются:

существенное изменение показаний на кривой КС, снятой тем же зондом через некоторое время;

наличие зоны проникновения, устанавливаемой по измерениям зондами различной длины или данным БКЗ и по показаниям микрозондов (УЭС прилегающей к скважине части слоя соответствует возможному значению УЭС промытой зоны и отличается от УЭС самого слоя);

уменьшение диаметра скважины, вызванное наличием глинистой корки, устанавливаемое по измерениям фактического диаметра скважины каверномером или по диаграммам микрозондов.

12.26. Обводненные слои в песчано-глинистых отложениях выделяются также по следующим признакам:

минимум (при прямой ПС) или максимум (при обратной ПС) потенциала на кривой ПС;

низкие показания НГК и минимальные показания ГК.

12.27. Геологическая интерпретация данных АК для выявления обводненных и проницаемых зон, определения их мощности, аналогична п.12.23 настоящей Инструкции, за исключением определения углов и азимутов осей или плоскостей анизотропии скоростей.

12.29. По данным расходометрии и резистивимет - рии, в результате обработки полевых материалов с учетом требований инструкций и методических материалов [3,5,11], геологический разрез расчленяется на водо - упорные и водопроницаемые слои, определяется глубина их залегания, мощность и структура. Полученные данные затем сопоставляются с результатами других каротажных методов.

Количественная или качественная оценка производительности водоносных горизонтов и фильтрационных свойств пород

12.29. Количественная или качественная оценка дебита водоносных горизонтов и фильтрационных свойств пород проводится на основе геологической интерпретации каротажных материалов расходометрии, резистивиметрии, ПБКЗ, а также ГК и НГК.

12.30. Геологическая интерпретация материалов расходометрии для решения названных задач проводится путем сопоставления и анализа расчетных коэффициентов фильтрации и значений расходов потока через сечения ствола скважин в каждой точке измерения с данными других методов исследования. Аномальные значения этих величин должны совпадать с интервалами водоносных горизонтов или водоупоров.

12.31. Расход потока через сечения ствола скважины в каждой точке вычисляется по формуле $Q_{скв} = Q_{пр} \cdot K\alpha$, где $Q_{пр}$ - расход потока через прибор, определяемый по скорости вращения крыльчатки; $K\alpha$ - переходный коэффициент расхода за изменение диаметра скважины, определяемый по графику (прил. 20).

12.32. Принятые в результате комплексной геологической интерпретации количественные или качественные значения параметров гидрогеологического разреза выносятся на геологические колонки и сводные отчетные материалы (карты, схемы и т.д.).

Количественная оценка общей минерализации подземных вод

12.33. Количественная оценка общей минерализации вод проводится по данным резистивиметрических исследований на основе известной зависимости удельного сопротивления растворов от концентрации различных солей при $t = 18^{\circ}$. Поправка за температуру в исследуемом интервале скважины устанавливается по данным температурных измерений при соответствующей выстойке скважины. При небольшой глубине залегания водоносного горизонта (15м) допускается давать величину удельного сопротивления воды без введения поправки.

Изучение физико-механических свойств горных пород

12.34. Изучение физико-механических свойств грунтов проводится методами ВСП, СК, АК, ГГК, ННК, ГК.

12.35. Геологическая интерпретация данных ВСП, СК, АК заключается в выделении интервалов глубин, характеризующихся близкими значениями всех определяемых параметров, и оценке по их совокупности инженерно-геологических характеристик грунтов. Оценка проводится на основании существующих или специально выявленных корреляционных свойств между составом, строением и состоянием пород и их физико-механическими свойствами с одной стороны (по данным буровых и лабораторных работ) и сейсмоакустическими параметрами - с другой.

12.36. Основные упругие свойства среды определяются по следующим формулам:

модуль упругости (Юнга) $E = \rho \dfrac{V_S^2 (3V_p^2 - 4V_S^2)}{2(V_p^2 - V_S^2)}$;

коэффициента Пуассона $\mu = \dfrac{V_p^2 - 2V_S^2}{2(V_p^2 - V_S^2)}$;

модуль сдвига $G = \rho V_S^2$;

модуль всестороннего сжатия $K = \rho\left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_S^2\right)$,

где V_p и V_S – соответственно скорости продольной и поперечной волны;

ρ – плотность среды.

12.37. Результаты СК,АК,ВСП в виде годографов упругих волн, геосейсмического разреза, данных определений физико-механических свойств пород следует представлять на одном листе совместно с геологическим разрезом по скважине.

12.38. По данным радиоактивного каротажа(ГГК, ННК) определяются плотность и влажность пород, пересеченных скважиной, а также их производные величины(плотность скелета, пористость и степень влажности). Современные радиоизотопные приборы позволяют определять физические параметры среды с высокой точностью (плотность с точностью +0,05 г/см^3, влажность – +1,5 абс).

12.39. По данным каротажа ГК можно качественно оценить глинистость разреза. Исходными данными для определения глинистости являются показания гамма-каротажной кривой J_γ и зависимость показаний J_γ от глинистости $C_{гл}$.

При определении глинистости рекомендуется показания ГК трансформировать в относительные показания по формуле

$$J = \frac{J_j - J_0}{J_{100} - J_0},$$

где J_j, J_0 и J_{100} – показания ГК против исследуемого слоя, против слоя не содержащего глинистого материала, и против глин; при этом во всех случаях условия измерения(диаметр скважины, наличие обсадной колонны)должны быть одинаковыми.

12.40. Результаты радиоактивного каротажа представляются в виде графиков изменения тех или иных свойств пород по разрезу скважины с нанесенными результатами лабораторных определений.

Изучение геотермических условий в скважинах

12.41. По полученным в процессе работ термограммам по нижней границе аномалий, наблюдаемых на температурных кривых, или по точке, в которой начинается постепенный отход температурной кривой, соответствующей естественной температуре, определяются:

поглощающий (отдающий) пласт, если он расположен ниже интервала перфорации;

место поступления воды в колонну, если поглощающий (отдающий) пласт расположен выше интервала перфорации (места поступления воды в колонну).

При работе методом оттартывания в случае, если отдающий пласт расположен выше места поступления воды в колонну, по относительному постоянству температур определяется интервал затрубного движения жидкости.

12.42. Данные о геотермической характеристике пород в скважине (сухой или заполненной фильтратом промывочной жидкости) могут быть показаны в виде отдельного графика изменения температур с глубиной в масштабе прилагаемого типового разреза, или в виде таблицы, содержащей глубины границ, интервалов с постоянной геотермической характеристикой, с указанием против них температуры пород. Термоизоплеты необходимо строить на инженерно-геологической основе.

12.43. При круглогодичных стационарных наблюдениях температуры в скважине строят месячные графики распределения по глубине температуры грунта, по которым затем проводят огибающие кривые (максимальные и минимальные температуры), характеризующие годовые геотермические условия в скважине.

12.44. По данным разовых (нестационарных) геотермических наблюдений определяют следующие мерзлотные характеристики грунтов:

глубину распространения (h год) годовых колебаний температуры с учетом ее асимметрии и геотермического градиента;

среднегодовую температуру ($t_{ср}^{год}$) грунта на глубине нулевых годовых амплитуд температуры; h год и $t_{ср}^{год}$ определяют методом подбора.

12.45. При стационарных наблюдениях за геотермическими условиями в скважине, кроме перечисленных мерзлотных характеристик грунтов, необходимо определять динамику сезонного промерзания и протаивания, максимальные температуры грунта по глубине, температурную сдвижку, а также качественное и количественное влияние различных природных и искусственных факторов на температурный режим грунтов.

На основе графиков термоизоплет проводят мерзлотно-грунтовое микрорайонирование исследуемой территории и выделение инженерно-геологических элементов по температурным условиям.

13. ОТЧЕТНОСТЬ

13.1. При проведении каротажных исследований необходима тесная увязка получаемых данных с результатами бурения, данными полевых инженерно-геологических и лабораторных работ. Предварительные результаты каротажных работ обсуждаются на месте совместно с геологами для выяснения степени полноты решения поставленных задач.

13.2. По законченным скважинам представляется письменное заключение и сводная каротажная диаграмма, на которой приводятся результаты сопоставления данных бурения и каротажа. Письменное заключение должно содержать все сведения, которые необходимо было получить по итогам каротажных работ. Копии диаграмм, заключения и объяснительные записки подписывает начальник партии(группы, отряда, бригады) и утверждает главный инженер или главный геолог изыскательской организации (экспедиции, отдела, треста).

13.3. Результаты каротажных работ передаются заказчику, как правило, совместно с отчетом по инженерно-геологическим изысканиям в виде отдельного раздела в общем отчете, или по требованию заказчика в виде самостоятельного отчета.

13.4. Отчет о работах должен быть кратким и содержать необходимые сведения о полученных результатах. Он должен включать следующие разделы:

"Введение", в котором кратко описываются цель и задачи работ, условия их проведения, сроки, объемы и перечисляется состав исполнителей;

"Методика работ", где содержатся общие указания о применявшихся методах и системах измерений, подробные сведения о борьбе с помехами, особенностях проведения работ в данной местности, мерах по технике безопасности, необходимых в этих условиях, а также о достигнутой точности работ;

"Методика обработки и интерпретации материалов" с подробным описанием приемов и способов исключения или учета погрешностей, вносимых местными условиями;

"Результаты работ", где, помимо обычного описания полученных результатов работ, должна содержаться подробная оценка точности измеренных величин, должны рассматриваться все случаи неоднозначной интерпретации и возможные варианты решения;

"Выводы и заключение", в которых в краткой форме должны быть изложены результаты работ и даны необходимые рекомендации заказчику.

13.5. К отчету прилагаются следующие графические материалы:

1) обзорная карта (план), в которой указывается положение участка работ по отношению к известным пунктам;

2) карта фактического материала;

3) копии каротажных диаграмм, в том числе сводной каротажной диаграммы, различные графики эталонирования (тарирования) каротажной аппаратуры, зависимостей геофизических параметров от геологических и т.п.

4) акт комиссии по приемке полевых материалов;

5) список приложений;

6) список материалов, сданных в архив;

7) список использованной литературы;

8) заключения рецензентов для объемов работ свыше 25 тыс.р.;

9) протокол заседания НТС (ТЭС) по защите отчетов.

13.6. Копии каротажных диаграмм должны представляться в том же масштабе, что и колонки инженерно-геологических скважин. Вертикальный масштаб графиков различных зависимостей, например, между физико-механическими свойствами грунтов и скоростями упругих волн, должен определяться требованием, чтобы ожидаемая максимальная погрешность не превышала 2 мм на графике.

13.7. В случае, когда отчет о каротажных работах является составной частью (главой) общего отчета по изысканиям на объекте, исключаются сведения об условиях работ и о геологии участка, а также выводы и заключения, которые входят в общие выводы полного отчета по объекту (за исключением мер борьбы с помехами).

13.8. Предварительные заключения по каротажным материалам разрешается выдавать только в случае, когда получаемые данные требуют прекращения работ на объекте, или по особому соглашению с заказчиком при необходимости проведения неотложных строительных работ.

После окончания камеральных работ в архив треста (проектно-изыскательской организации) должны быть сданы следующие материалы: подлинники каротажных диаграмм; рапорты оператора, полевые журналы, журналы регистрации каротажных диаграмм, сводные каротажные диаграммы с геологической колонкой по скважине и т.п.

13.9. По окончании составления отчет направляется на внутреннюю и внешнюю экспертизу, после чего (в случае необходимости) исправляется, а затем утверждается руководством изыскательской организации и передается заказчику.

Внутренняя экспертиза отчета должна осуществляться главным специалистом-геофизиком организации для всех (по стоимости) объектов каротажных работ.

Внешняя экспертиза отчета должна проводиться по объектам со стоимостью более 25 тыс.р.

Порядок прохождения отчетов

13.10. Отчет по проведенным работам, подписанный исполнителями, представляется в трест (проектно-изыскательскую организацию), где он рассматривается главным инженером и главным геологом треста (проектно-изыскательской организации) с точки зрения полноты содержания и оформления.

При недостаточно полном освещении вопросов, которые должны быть рассмотрены в отчете, и недостаточном оформлении текстового и графического материалов отчет возвращается на доработку.

13.11. Если трест (проектно-изыскательская организация) признает, что отчет не удовлетворяет необходимым требованиям по полноте содержания и оформления, он направляется на экспертизу специалистам, в числе которых должны быть геологи и геофизики, знакомые с методами проведенных работ.

13.12. В зависимости от стоимости работ, по которым составлены отчеты, они могут быть подписаны руководством треста (проектно-изыскательской организации), отдела и исполнителями и направлены после этого заказчику, или защита отчета выносится на технико-экономический совет (ТЭС) треста (проектно-изыскательской организации) и только после положительного решения ТЭС (НТС) он направляется заказчику, ТГФ,ВГФ и фонды треста (проектно-изыскательской организации) в соответствии со СНиП П-А.13-69.

Литература

1. Альбом теоретических кривых электрического каротажа скважин. М., Недра, 1965.

2. Башлыкин Н.И. Микроэлектрические методы исследования угольных скважин. М., Недра, 1970.

3. Брашнина И.А. Методика геофизических исследований в районах развития карста. – Тр. ПНИИИСа. М., 1972, вып. 15.

4. Гершанович И.М., Черняк Г.Я. и др. Методические рекомендации по каротажу гидрогеологических скважин. Ч. 1. М., Недра, 1972.

5. Гринбаум И.И. Расходометрия гидрогеологических и инженерно-геологических скважин, М., Недра, 1965.

6. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. М., Недра, 1972.

7. Комаров С.Г. Геофизические методы исследования скважин. М., Недра, 1973.

8. Пирсон С.Дж. Справочник по интерпретации данных каротажа. М., Недра, 1966.

9. Редозубов Д.В. Геотермический метод исследования толщ мерзлых пород. М., Наука, 1966.

10. Ряполова В.А. Методические указания по геофизическим методам исследования скважин на изысканиях железных дорог. М., Оргтрансстрой, 1962.

11. Ряполова В.А., Гершанович И.М., Кочетков В.Ф. Геофизические исследования скважин. – Тр.ПНИИИСа. М., 1969, вып.1.

12. Справочник геофизика. Т.2.Геофизические методы исследования скважин. М., Гостоптехиздат,1961.

13. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. М., Госгеолтехиздат, 1963.

14. Рекомендации по применению радиоизотопных методов в гидромелиоративных изысканиях.Изд.НИИОСП,М., 1975.

15. Бондарев В.И. Рекомендации по применению ВСП в инженерно-геологических скважинах с целью оценки физико-механических свойств рыхлых грунтов.ИМД-53-76. М., 1976.

16. Горяинов Н.Н. Сейсмоакустические методы при инженерно-геологических исследованиях рыхлых пород. Изд.ВСЕГИНГЕО, М., 1977.

17. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. М., Недра, 1971.

18. Гринбаум И.И. Геофизические методы определения фильтрационных свойств горных пород. М., Недра, 1965.

19. ГОСТ 22609-77.

20. ГОСТ 23061-78.

Приложение 1

Д н е в н и к

каротажной партии (отряда, группы)

Дата	Состав бригады (отряда, группы)	Категория местности, погодные условия	Виды каротажных исследований	№ скважины и ее глубина	Дневная норма, пог.м	Выполнение			Выполнение, %
						всего, пог. м	принято	брак	

Приложение 2

Форма штампа (заголовка) к подлинникам диаграмм электрического каротажа (КС, БКЗ, МК, ПС)

Наименование министерства(ведомства)_____

_____

Организация_____

Экспедиция_____

Партия(отряд)_____

Объект_____

Участок_____

Скважина №_____

Вид исследования_____

Забой_____ м

Долото $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Колонна $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Скважинный прибор(тип)_____№ _____

Кабель(тип)_____

Цена первой метки_____м

Сопротивление изоляции жил кабеля: 1-й_____

2-й_____

3-й_____

	Зонды	ПС	
K,м	_____	_____	_____
J,мА	_____	_____	_____
R₀OM	_____	_____	_____
l,см	_____	_____	_____
Предел измерений	_____	_____	_____
Скорость регистрации,м/ч	_____	_____	_____

Примечание(условия измерений)_____

_____

Дата измерений_____Оператор_____

_____

Приложение 3

Форма штампа (заголовка) к подлинникам диаграмм радиоактивного каротажа (ГК,НГК,ГГК, ННК)

Наименование министерства(ведомства)_____

_____

Организация_____

Экспедиция_____

Партия(отряд)_____

Объект_____

Участок_____

Скважина № _____

Вид исследования_____

Забой_____ м

Долото $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Колонна $\frac{\text{диаметр}}{\text{башмак}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Скважинный прибор(тип)_____ №_____

Кабель(тип)_____

Цена первой метки_____ м

	ГК	НГК	ГГК	ННК
Индикатор(тип)				
число счетчиков				
Источник(тип)				
мощность				
Данные об эталонировке				
число имп/мин на 0,1г/см^3 дляГГК				
число имп/мин на 1% абс.ед.влажности для ННК				
Постоянная времени,с				
Скорость регистрации,м/ч				

Примечание(условия измерения)_____

_____

Дата измерений_____ Оператор_____

_____

Приложение 4

Форма записи обложки журнала

Организация_____

Экспедиция_____

Партия(отряд)_____

Журнал радиоизотопных определений
плотности грунтов

Объект_____

Участок_____

Тип радиоизотопного плотномера_____

Номер радиоизотопного плотномера_____

Дата градуировки радиоизотопного плотномера_____

Дата проверки радиоизотопного плотномера_____

Начат_____

Окончен_____

Начальник партии_____

Старший геофизик_____

Адрес организации_____

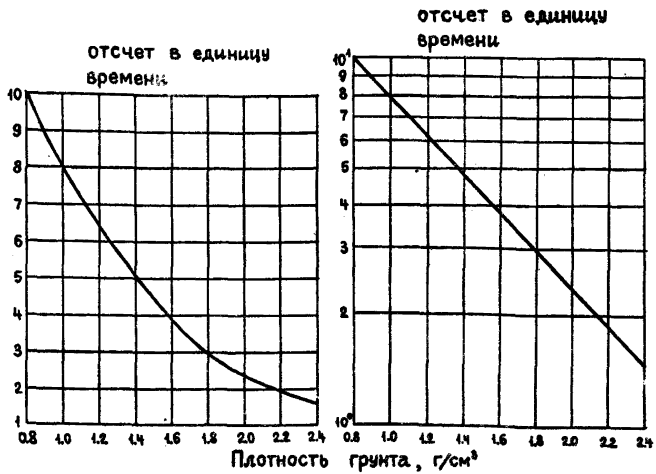
Форма записи страницы журнала

Дата_____

Номер пункта измерений или скважины	Глубина, м	Время измерений, мин	Отсчет			Плотность грунта, г/см^3
			за время измерений	средний за время измерений	средний за единицу времени	

Форма записи последней страницы журнала

График градуировки радиоизотопного плотномера (тип, №)



В журнале пронумеровано _____ страниц _____

заполнено _____ страниц _____

Оператор (подпись) _____ дата _____

Журнал проверен (должность, фамилия, и.о., подпись) _____

_____ дата _____

Замечание _____

_____

_____

Журнал принят (дата) _____

Начальник партии _____

Приложение 5

Форма записи обложки журнала

Организация_____

Экспедиция_____

Партия(отряд)_____

Журнал ультразвукового каротажа

Объект_____

Участок_____

Тип и номер прибора_____

Даата проверки прибора_____

Начат_____

Окончен_____

Начальник партии_____

Старший геофизик _____

Адрес организации_____

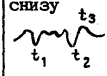
Форма записи страницы журнала

Участок_____ Дата_____

Скважина №_____ Время_____

Глубина_____,диаметр_____

Кондуктор до глубины_____

№ п/п	№ кадра	Азон-да, м	№ изл / № пр	t_1(мкс)	t_2(мкс)	t_3(мкс)	Примечание
							Нумерация точек зонда снизу 

Оператор_____

Вычислитель_____ Проверил_____

Приложение 6

Форма штампа(заголовка)к подлинникам
диаграмм термометрии

Наименование министерства(ведомства)_____

_____

Организация_____

Экспедиция_____

Партия(отряд)_____

Участок_____

Скважина №_____

Вид исследования_____

Забой_____м

Долото $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Колонна $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Скважинный прибор(тип)_____№_____

Кабель(тип)_____

Цена первой метки_____м

Сопротивление изоляции кабеля_____мОм

J _____мА l _____см

ΔV начальное_____м T начальное_____°C

ΔV конечное_____мВ T конечное_____°C

Предел_____

Начальная температура _____

Постоянная термометра_____

Постоянная времени_____

Скорость регистрации_____

Примечание(условия измерений)_____

_____

_____

Время регистрации_____Оператор_____

Дата регистрации_____ _____

Приложение 7

Форма штампа(заголовка) к подлинникам диаграмм кавернометрии

Наименование министерства(ведомства)_____

_____

Организация_____

Экспедиция_____

Партия(отряд)_____

Объект_____

Участок_____

Скважина № _____

Вид исследования_____

Забой_____м

Долото $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Колонна $\frac{\text{диаметр}}{\text{глубина}}$ _____ $\frac{\text{мм}}{\text{м}}$

Скважинный прибор(тип)_____№_____

Кабель_____

Цена первой метки_____м

Сопротивление изоляции кабеля_____мОм

J,мА_____ Предел измерений_____

R,Ом_____ Постоянная каверномера_____

l,см _____ Скорость регистрации_____

Примечание(условия измерения)_____

_____

_____

Дата измерений_____Оператор_____

_____ _____

Приложение 8

Результаты обработки материалов БКЗ

объект _____ скважина № _____

№ слоя п/п	Глубина, м	H, м	ρ_c, ом.м	$d_ф$, см	Значения КС										ρ_n, ом.м	$\rho_д/\rho_c$	D/d
					АО=		АО=		АО=		АО=		АО=				
					макс.	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.	макс.	сред.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Примечание: $d_ф$ – фактический диаметр скважины по кавернограмме; H – мощность слоя; D – диаметр проникновения зоны; d – диаметр скважины

Приложение 9

Результаты обработки материалов комплексных геофизических исследований скважин

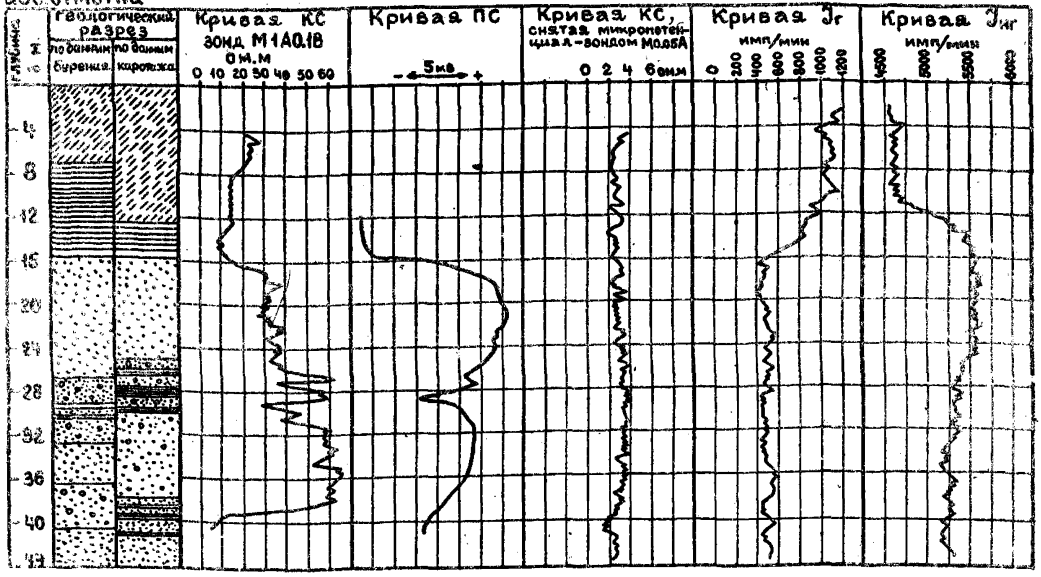
№ слоя п/п	Интервал глубин, м	Мощность слоя, м	Удельное сопротивление слоя, м	Характер аномалии кривой ПС	Характеристика слоя по микрозондированию	$d_ф/d_н$	Характеристика слоя по радиоактивному каротажу		Литологическая характеристика слоя
							ГК	НГК	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Форма представления результатов комплексной обработки электрического(кс,пс) и радиоактивного(гк,нгк) каротажа

№ скважины _____

Абс. отметка

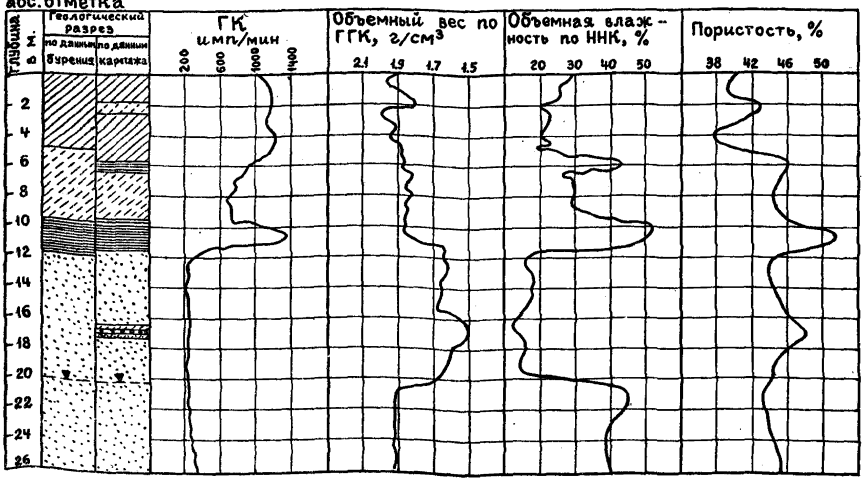
Объект _____ Участок _____



Форма представления результатов обработки радиоизотопных измерений в скважине

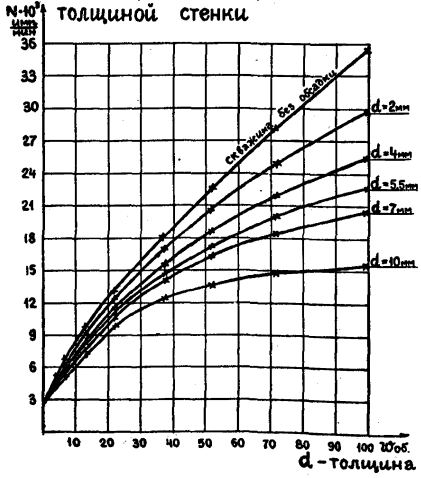
№ скважины _____ Объект _____ Участок _____

абс. отметка

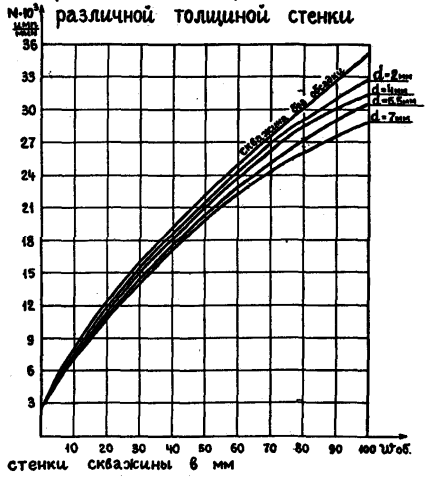


Графики калибровки(градуировки) нейтронного влагомера типа РВГ-36

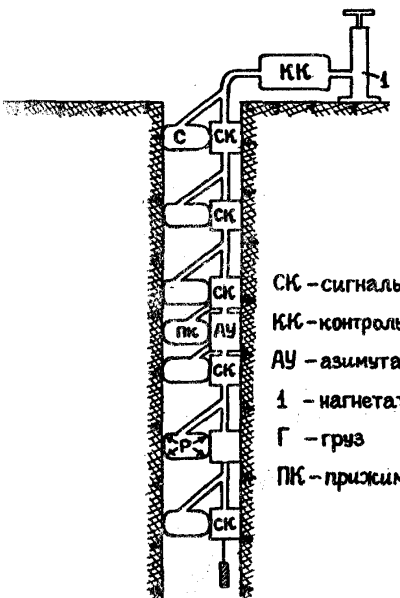
при обсадке скважин стальными трубами с различной толщиной стенки



при обсадке скважин дюралюминиевыми трубами с различной толщиной стенки



ЗОНД ВСП



СК – сигнальный канал
КК – контрольная камера
АУ – азимутальная установка
1 – нагнетательное устройство
Г – груз
ПК – прижимная камера

Рис 1. Схематическая конструкция сейсмического зонда

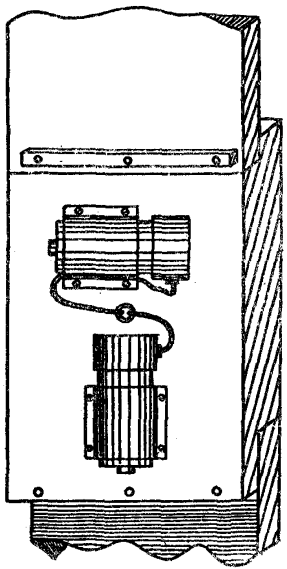
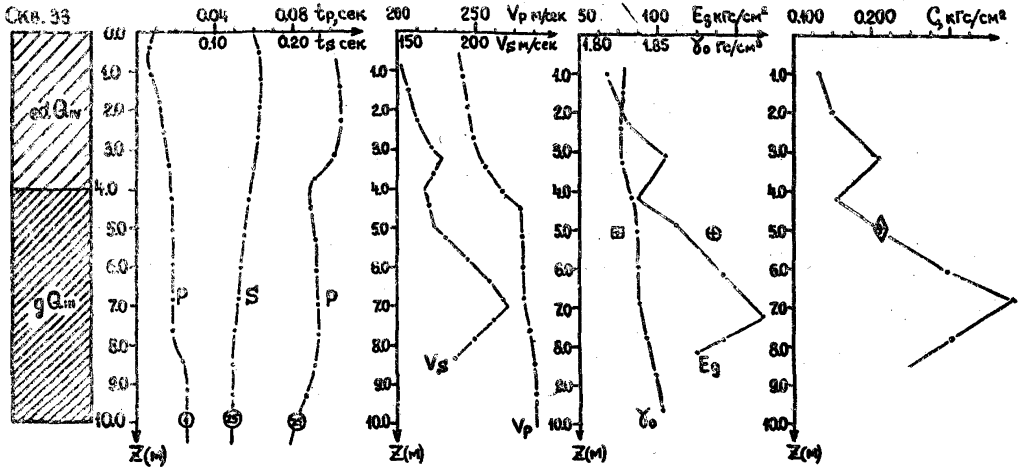


Рис 2. Конструкция элемента зонда

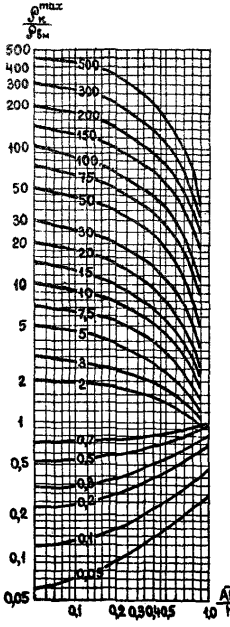
Пример применения ВСП на скважине, пройденной в моренных отложениях, и сопоставления результатов ВСП с данными инженерно-геологических исследований



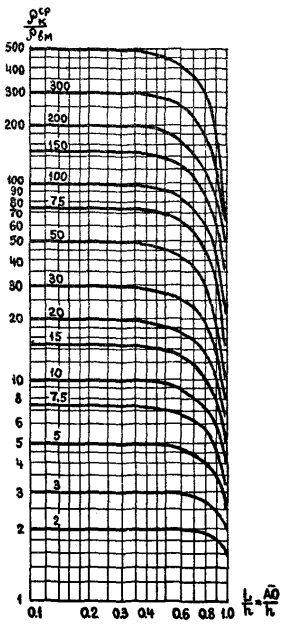
Условные обозначения: Графики скоростей распространения упругих волн, полученные по поверхностным наблюдениям; Параметр ℓ-расстояния от устья скважины до пункта удара; edQIV Суглинок элювиально-делювиальный; gQIII Суглинок моренный;
Значение объемного веса; Значение угла внутреннего трения; Значение модуля деформации; } Определенные инженерно-геологическими методами

Палетки кривых

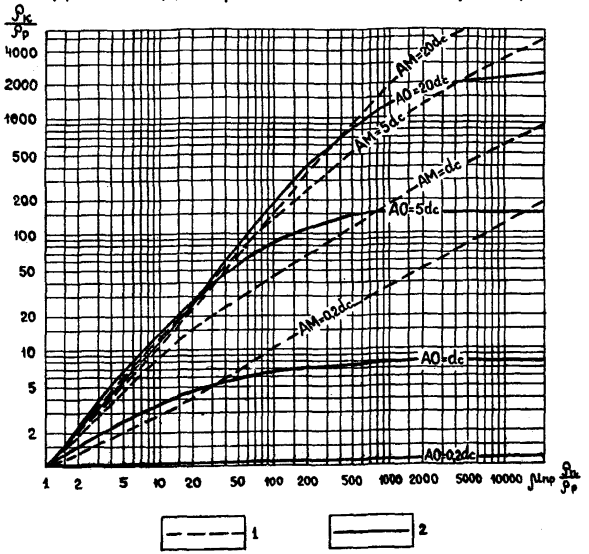
потенциал-зонда
шифр кривых $\frac{\rho_к}{\rho_{бм}}$



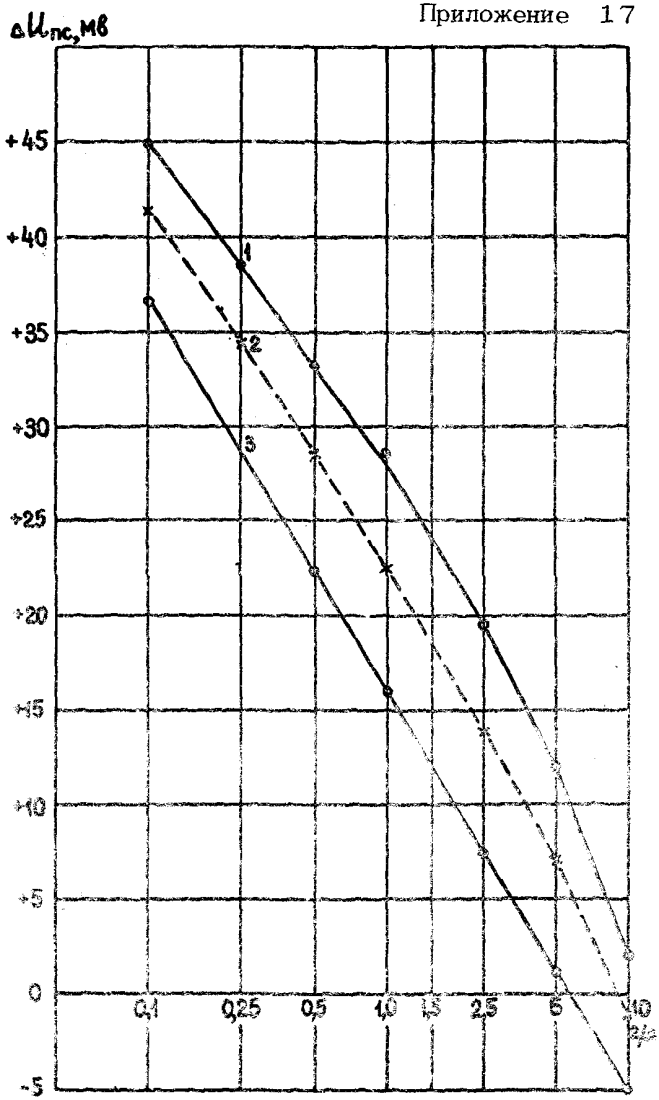
градиент-зонда
шифр кривых $\frac{\rho_n}{\rho_{бм}}$



Зависимость $\rho_к/\rho_р$ от $\rho_п/\rho_р$ при $L_{ad}=\frac{L}{dc}=const$ для зондов различных типов и размеров



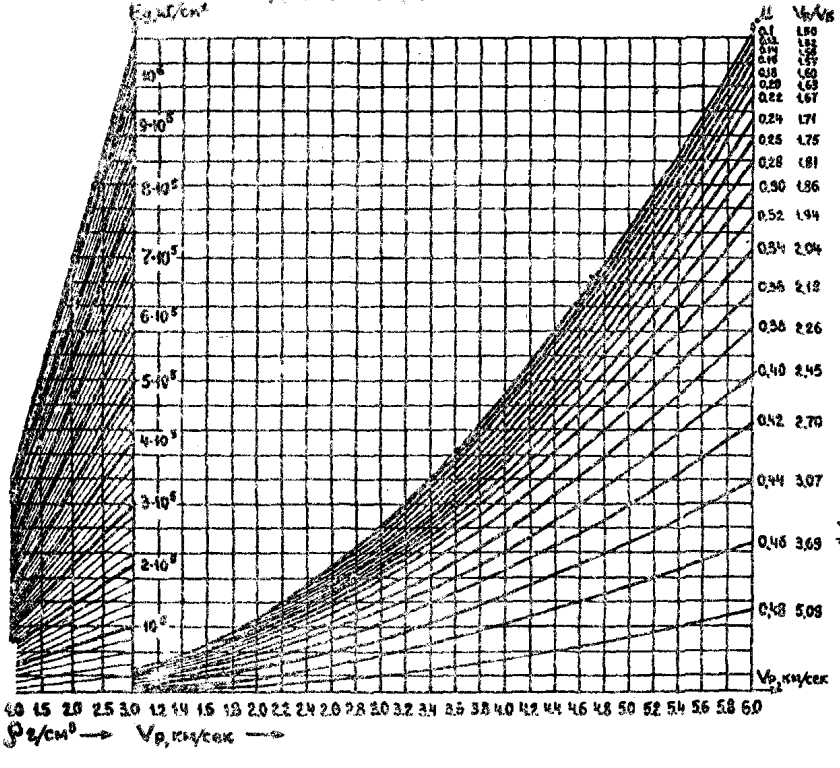
1 - потенциал-зонд; 2 - градиент-зонд



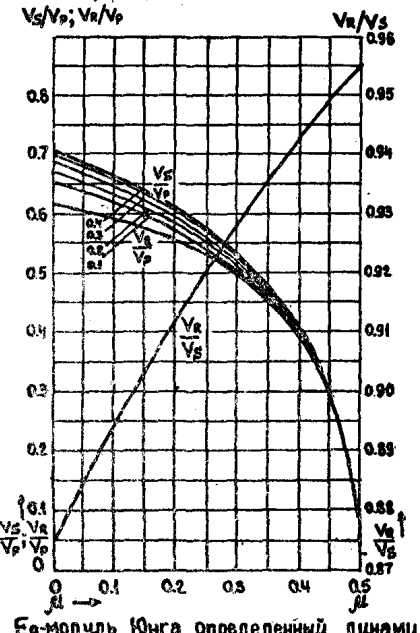
Зависимость величины разности потенциалов $\Delta U_{пс}$ против песков от концентрации солей Na (в скважине находится раствор NaCl концентрации 0,1 н)
1-$NaHCO_3$; 2-Na_2SO_4; 3-NaCl

Н О М О Г Р А М М Ы

для определения динамического модуля упругости

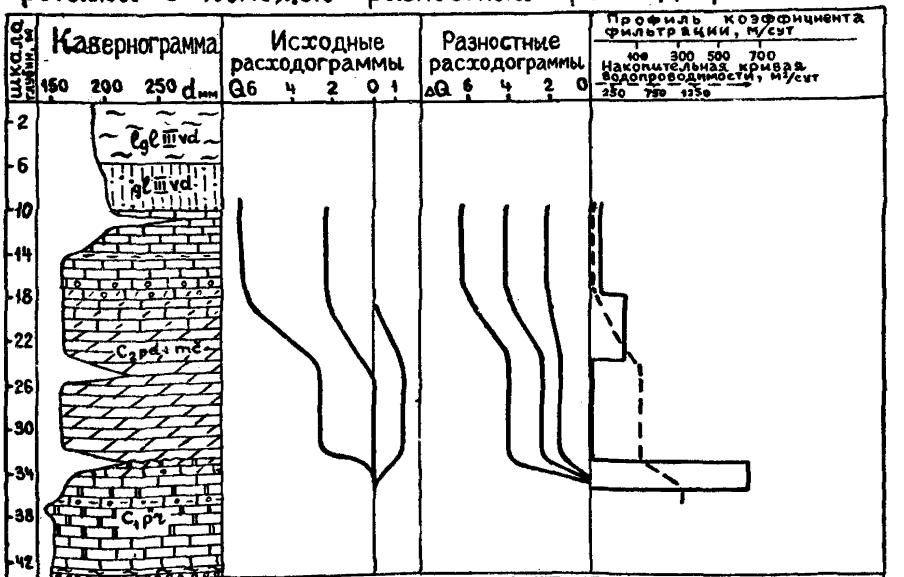


для определения коэффициента Пуассона

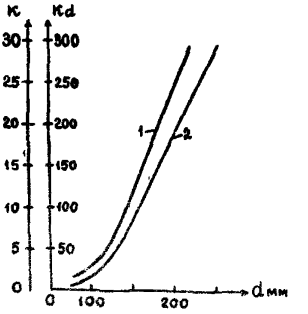


Eg-модуль Юнга, определенный динамическим методом; μ-коэффициент Пуассона; Vp-скорость продольных волн; Vs-скорость поперечных волн; ρ-плотность

Пример обработки данных расходометрического каротажа с помощью разностных расходограмм



N зоны	Границы зон, м	Мощность м	Расход в неработающей скв. Q	Расход при наливе, л/сек Qн	Qнл	ΔQн-I л/сек	ΔQIII-I л/сек	ΔQIII-II л/сек	KII-I м/сут	KIII-I м/сут	KIII-II м/сут	Kср м/сут	Tср м²/сут
I	10 – 19	9	0,1	0,2	0,4	0,1	0,3	0,2	5.6	5.6	5.6	5.6	50.4
II	19 – 25	6	1,3	1.8	3.4	0.5	2,1	1,6	4.2	4.9	67,2	52.7	316.2
III	25 – 32	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IV	32 – 34	2	-1.4	0	2.3	1.4	3.7	2,3	350	308	288	315	630
вся толща	10 – 34	24	0	2.0	6.0	2.0	6.0	4.0	59.3	59.3	59.3	59,3	1008



Паспортные тарировочные графики зависимости Kd от диаметра скважины для расходомера ТСР-70
1. при работе без диафрагмы /левая шкала/;
2. при работе с диафрагмой /правая шкала/;

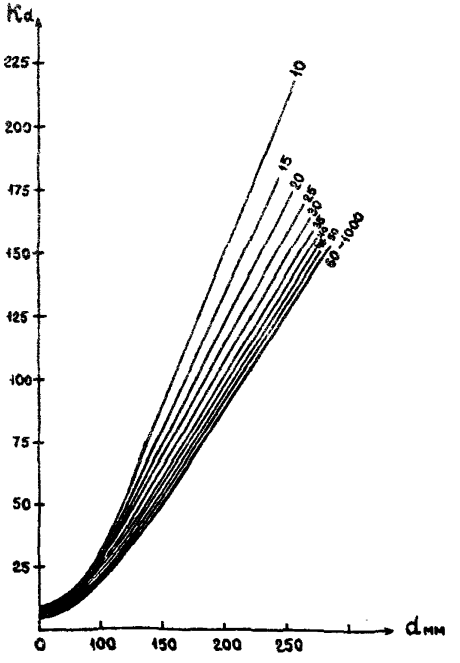


График поправочных коэффициентов за диаметр скважины для расходомера ТСР-34.

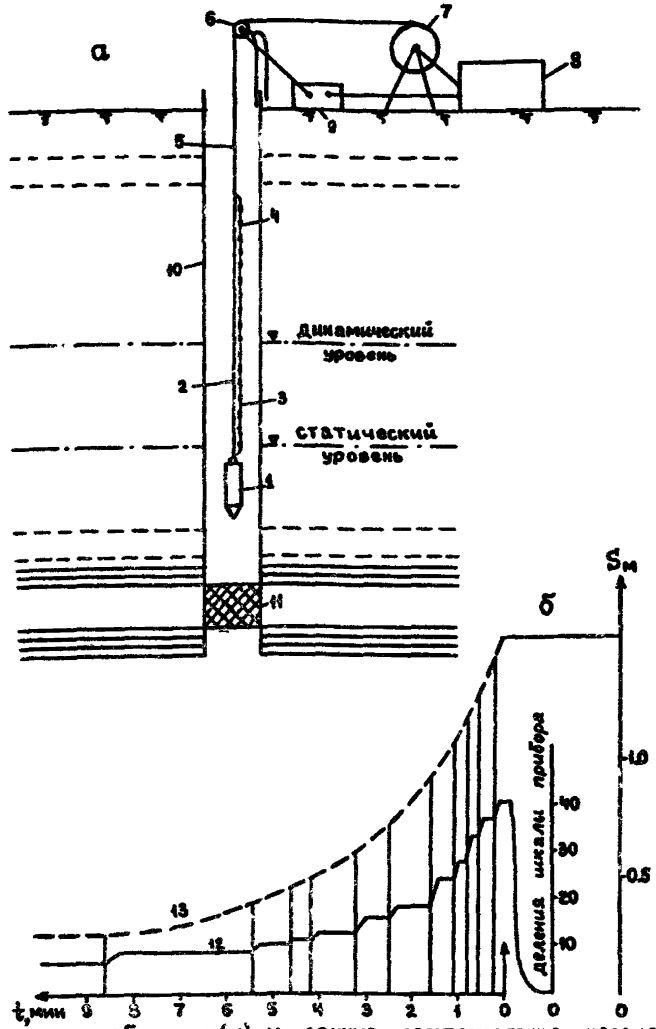


Схема опробования (а) и данные восстановления уровня воды (б) в скважине при экспресс-наливе

1-груз; 2-несущие жилы кабеля; 3-датчик уровня; 4-резисторы типа СМЛТ или ВС; 5-кабель; 6-блок-баланс; 7-лебедка; 8-самописец; 9-электрическая батарея; 10-обсадная колонна; 11-фильтр; 12-вид записи на ленте самописца; 13-кривая восстановления уровня

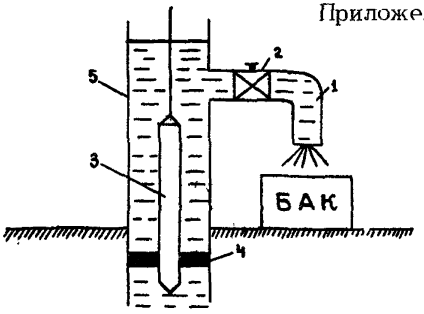
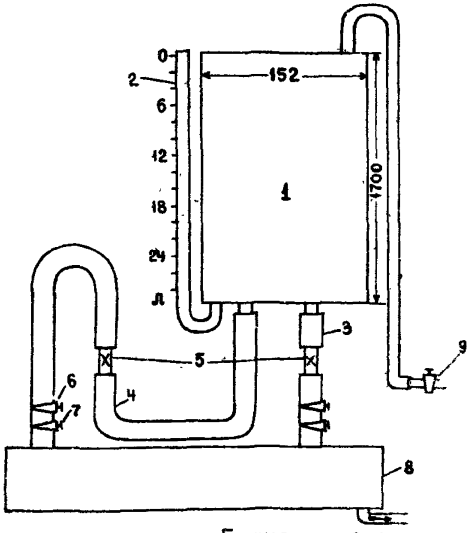
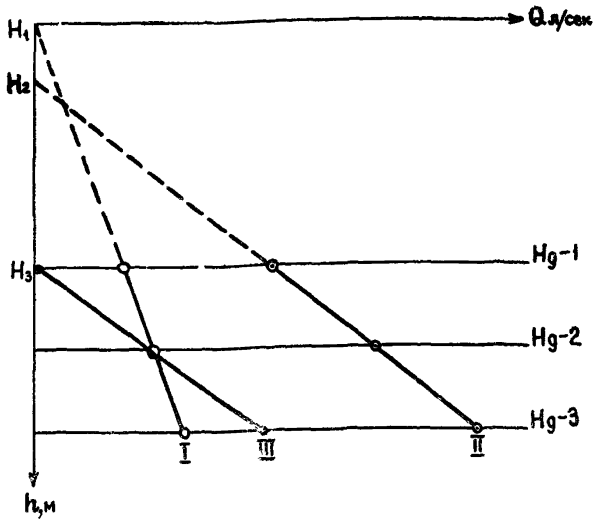


Схема для тарировки расходомеров
1-тройник; 2-вентиль; 3-расходомер; 4-сальник; 5-обсадная труба фонтанирующей скважины



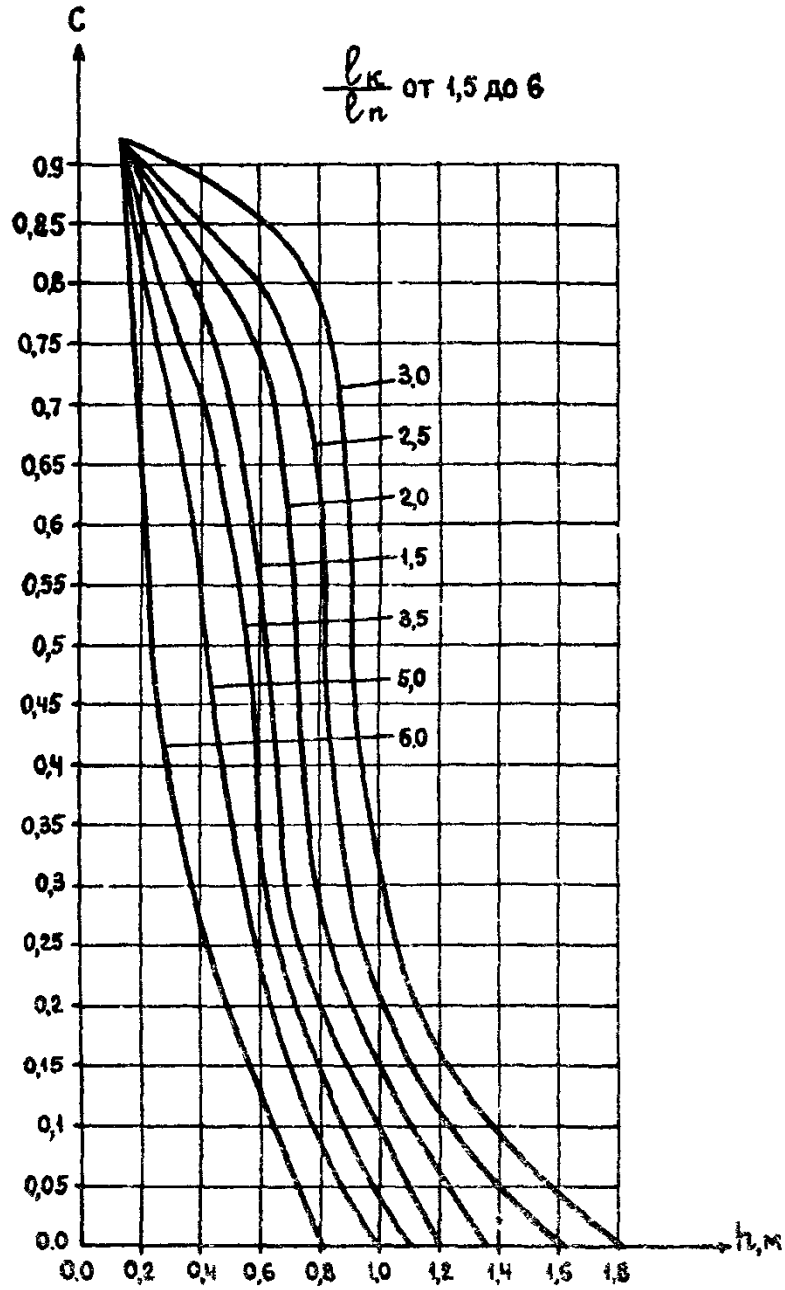
Стенд для тарировки глубинного расходомера
1-резервуар; 2-трубка пьезометра со шкалой/л/; 3-соединительный шланг нисходящего потока; 4-соединительный шланг восходящего потока; 5-тарируемый датчик расходомера; 6-регулировочный вентиль; 7-заслонка; 8-слив; 9-вентиль водопроводной сети



Статический метод определения статического уровня водоносных пластов по данным расходометрии

Hg-1,2,3-высота динамического уровня при 1-ом, 2-ом, 3-ем понижениях;

○ ○ ⊙ — точки расходов горизонтов, соответствующих высотам динамических уровней



Палетка кривых C=f(h)
$l_к$ – длина каверны
$l_п$ – длина прибора

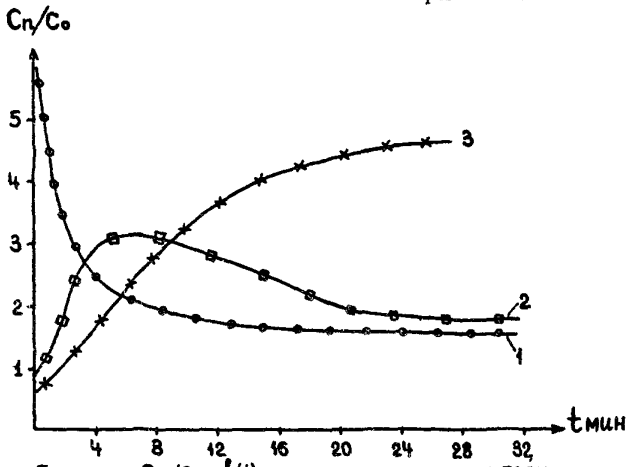
Требования к эталонировке скважинных резистивиметров

№	Показатели	Тип прибора	
		Открытый	Закрытый
I	2	3	4
I.	Диаметр эталонировочной емкости	Не менее 3-х наружных диаметров прибора	Больше диаметра прибора
2.	Материал эталонировочной емкости	Диэлектрик (асбоцемент, пленка, стекло)	Любой
3.	Расстояние до стенок емкости	Не менее I,5 диаметра прибора	Размещать по оси, расстояние не влияет
4.	Глубина погружения прибора в раствор	Полностью	Не менее длины измерительного элемента
5.	Размещение электрода "В" (рыба)	В эталонных растворах	То же
6.	Количество эталонных растворов	Не менее трех	"
7.	Минерализация эталонных растворов x)	0,5;I,0;2,0;4,0 г/л и т.д.	"
8.	Величина питающего тока	Измерения производятся не менее чем на двух токах, величина которых отличается не менее чем на 25%	"
9.	Частота питающего тока	I5-20 герц, соблюдать стабильность на протяжении измерения	"
I0.	Периодичность эталонировочных работ	Не реже I раза в месяц, после ремонта прибора	"

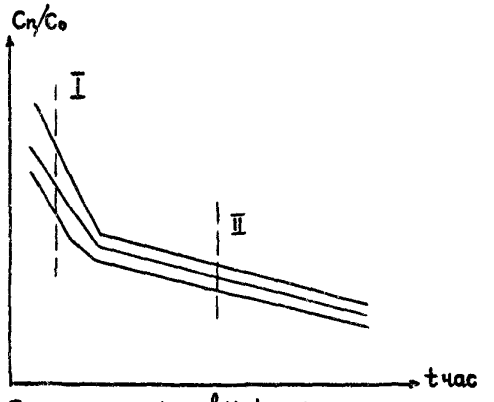
Примечание: Диапазон величины минерализации эталонных растворов выбирается в зависимости от значений минерализации природных вод и солевых растворов.

К открытому типу относится резистивиметры РСЭ-57, РКД, РС-6I, РТ-65 и ряд других.

К закрытому типу относятся резистивиметры РА-3, РСМ-50, РСМ-56, РСМЖ и др.



Графики $C_п/C_o = f(t)$ при отсутствии фильтрации вод в скважине: 1 – при равномерной начальной концентрации раствора; 2 – при введении соли NaCl сверху при помощи капсулы; 3 – при введении соли NaCl сверху при помощи капсулы в сосуд с непроницаемыми стенками



Графики $C_п/C_o = f(t, h_{фик})$ по скважинам

Приложение 27
Справочное

АППАРАТУРА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КАРОТАЖА СКВАЖИН

Название прибора	Тип, марка	Измеряемые величины (виды каротажа)	Глубина исследований, м	Прочие характеристики	Масса, кг	Стоимость, р.	Завод-изготовитель	Назначение прибора, решаемые задачи	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Автоматическая электронная каротажная станция	СКВ-69	Комплекс исследований: электрический каротаж, радиоактивный, индуктивный, измерения температуры, диаметра, искривления скважин; расходометрия	750	Способ регистрации осциллографический с фотозаписью (одновременная запись до 3-х параметров)	5500 лебедки до 60	11840	Мытищинский приборостроительный з-д М-ва приборостроения СССР	Для исследования и технического контроля скважин, производства геофизических измерений в процессе бурения скважин	На а/м ГАЗ-66. Аппаратура и спуско-подъемный механизм переносные
2 Каротажная станция	СК-1	КС, ПС, БКЗ, БК, ГК, НГК, ГГК, термометрия, индукционный каротаж, измерение диаметра и искривления скважин	2000 и более в зависимости от кабеля	–	–	22000	То же	Расчленение разреза, определение плотности, влажности пород, водопроницаемости и др. в нефтяных, газовых, угольных и рудных скважинах	А/м ЗИЛ-131
3. Автоматическая каротажная станция	СК-0,2 "Зонд"	Электрический каротаж (КС, ПС), БКЗ; микрозондирование, радиометрия, резистивиметрия, термометрия, инклинометрия, расходометрия	250	Погрешность измерений геофизических параметров не должна превышать ±3%	Масса блока до 20	–	Разработка Гидропроекта М-ва энергетики и электрификации СССР (Москва)	Уточнение литологического разреза. Определение физико-механических свойств грунта в естественном залегании. Изучение температурного режима. Определение фильтрационных свойств грунтов и т.п.	Разработка на стадии ТЗ

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.Регистратор универсальный каротажный	Н361	Пределы измерения с встроенным усилителем 20, 100,500 мВ, 0,005 и 0,2сА	-	Входное сопротивление 1 МОм на пределах по напряжению,100 Ом на пределах по току.Основная погрешность ±2,5%	15,6 (с питанием)	990	Краснодарский з-д электроизмерительных приборов	Предназначен для автоматической записи на диаграмме сигналов постоянного тока с выхода геофизических приборов "Виток", КРТ и др.	
5.Потенциометры автоматические самопишущие	ПАСК-8	Пределы измерений 20-4 мВ/8 см 36-7,23мВ/14,4см	-	Лентопротяжный механизм 1:20, 1:50,1:100, 1:200,1:500,	35		З-д "Нефтеприбор"Мингео СССР(Москва)	Регистрирующие приборы в измерительной аппаратуре автоматических каротажных станций типа СК-Г и др.	
	ПАСК-9	100-20мВ/8см 180-36мВ/14,4см		1:1000,1:2000, 1:5000	45	776			
6.Переносная каротажная станция	ДЛ-10	Диапазон измерений 80 дБ.Электрический каротаж(КС,ПС) кавернометрия,резистивиметрия,радиометрия,инклинометрия,термометрия	300	Аналоговый способ регистрации	208	-	ВНР	Предназначена для комплексных исследований скважин	
7.Переносная электронная каротажная станция с заменяемыми блоками	К-500-2	Чувствительность $1 \cdot 10^{-1}$ А/мм/м. Электрический каротаж(КС,ПС),термометрия,кавернометрия,инклинометрия, БКЗ,измерение микрозондами,резистивиметрия,радиометрия(ГК,НГК,ГГК)	500	Аналоговый способ регистрации	-	-	ВНР	Расчленение разреза скважин,определение физико-механических свойств пород,технического состояния скважины и пр.	На а/м УАЗ-452 или ГАЗ-63а
8.Универсальный гамма-гамма-плотномер	УГГП-1	Пределы измерения плотности 1,2-4,5 г/см^3	50	Погрешность измерения плотности ±2%	70(комплект с лебедкой)	3195	З-д "Геофизприбор" М-ва приборостроения СССР (Уфа)	Для определения плотности горных пород при решении геолого-геофизических,инженерно-геологических,гидрогеологических,гидрологических и др.задач	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9. Поверхностно-глубинный плотномер	ППГР-1	Пределы измерения плотности от 0,8 до 2,3 г/см^3	–	Погрешность измерения $\pm$0,07 г/см^3	20	7200	ВО "Изотоп"	Для определения плотности горных пород и геотехнического контроля	–
10. Поверхностно-глубинный влагомер	ВПГР-1	Пределы измерения от 1,0 до 100%		Погрешность разовых измерений: в диапазонах – 50% – 1,0% 50 –100%–1,5%	20	7200	То же	Для определения влажности пород в полевых и лабораторных условиях	
11. Аппаратура акустического каротажа в обсаженных скважинах	АСКУ-1	Диапазон измерения скоростей распространения упругих волн 1600–7500м/с. Чувствительность пьезокерамических приемников 500 мкВ·м^2/Н	2000	Диапазон частот 0,5–10кГц. Погрешность +1,6÷7,5% Регистрация волновой картины на кинопленку (36мм) АСКУ-1 состоит из скважинного прибора и наземной аппаратуры	90 (скважинный прибор)		Разработка ВИТР Мингео СССР (Ленинград)	Получение сейсмогеологического разреза скважины (расчленение пород, корреляция разрезов между скважинами, определение слоистости, тектонических нарушений) Привязка и уточнение результатов наземной сейсморазведки	Диаметр исследуемых скважин 100 и 120 мм
12. Аппаратура межскважинного акустического просвечивания	МАП-1	Регистрируются: время распространения импульса; амплитуда 1-го вступления упругой волны; длительность 1-го полупериода продольной волны	1000	Точность $\pm$ мк с	50(2 блока)	7000	То же	Обнаружение и оконтуривание зон трещиноватости, разрывных нарушений и карста Обнаружение таликов и линз погребенного льда, установление положения подошвы мерзлой толщи Определение подошвы рыхлых отложений и мощности коры выветривания скальных пород Определение акустических параметров пород	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13. Аппаратура для межскважинного радиопросвечивания	СРП-7	Чувствительность приемного тракта на всю шкалу в мкВ для частот 0,15-20 МГц не менее 0,5 для 40МГц не менее 0,1	2000	Точность измерения 0,05-0,01мкВ	44,4 (общий)	–	Разработка ВИТР Мингео СССР (Ленинград)	Для выявления неоднородностей в межскважинном пространстве, обнаружение таликов, перелетков и реликтовой мерзлоты, водоносных горизонтов, карстовых полостей и др.	В комплект аппаратуры входят: передающее устройство, пульт дистанционного управления, антенна и приемное устройство
14. Самоходная пенетрационно-каротажная лаборатория	СПК-Т	Пределы измерения: лобового сопротивления 0-5000, 0-10000 кгс; бокового трения 0,1000, 0-2000кгс Радиометрия (ГГК, ННК, ГК)	30	Максимальное усилие при задавливании 1900 кгс, при извлечении 2500 кгс. Непрерывная запись данных тензометрии и радиометрии	10700	60000	Экспериментальный з-д геологоразведочного оборудования и приборов и опытный з-д геологоразведочной аппаратуры и средств автоматизации НПО "Геотехника" Мингео СССР	Применяется при инженерно-геологических и гидрогеологических съемках, изысканиях под объекты строительства промышленных сооружений, под объекты мелиорации. Телеизмерительная аппаратура МАК-5П измеряет одновременно пять свойств пород в процессе проходки скважины	На а/м ЗИЛ-131
15. Аппаратура волнового электрического каротажа	ВДК	Диапазон измерения разности фаз 0-180	500	Рабочая частота 43 МГц. Аппаратура состоит из скважинного прибора, наземной панели и источника питания	30 (зонд)	–	Разработка МГРИ М-ва высшего и среднего специального образования СССР	Предназначен для литологического расчленения разреза скважины с большой степенью детальности для выделения водоносных горизонтов, определения влажности пород зоны аэрации, измерения диэлектрической проницаемости. Основная область применения ВДК-исследование средне- и высокоомных разрезов (более 50 Омм)	Предусмотрена возможность использования аппаратуры в переносном варианте. В МГРИ разрабатывается аппаратура волнового электромагнитного каротажа (частоты 43 и 3,3мГц)
16. Переносная установка акустического каротажа	–	–	20	Задающая и регистрирующая аппаратура на базе Р 5-5, УКБ-2, ИПА-59	–	–	Серийно не изготовляется	Расчленение разреза и определение физико-механических характеристик пород разреза	В двух вариантах: для скважин с буровым раствором; для сухих скважин

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
17. Установка микроакустического каротажа	СМАП-1 СМАП-2	Волновое акустическое сопротивление пород во всем диапазоне (20-1,5·$\cdot 10^5$ г/см^2·с)	300	Диаметр зондов 56 и 76 мм. Рабочая частота 70 кГц. Измерительная часть внутри скважинного прибора, наземный пульт-самописец	10	–	Разработка ВНИИГеофизики Мингео СССР (Москва)	Детальное литологическое расчленение пород по физико-механическим характеристикам. В комплексе с гамма-гамма методом можно определять динамические модули упругости	СМАП-1 на лампах, СМАП-2 на микросхемах
18. Комплексный прибор акустического каротажа	СПАК-2М	Время распространения упругих колебаний, интервальное время на фиксированной базе, относительная амплитуда продольной волны	–	Длина скважинного снаряда 3,5 м, диаметр 80 см. Погрешность измерения скорости 2-5%, амплитуды - 10%	40(зонд)	5445	Киевский опытно-экспериментальный з-д геофизического приборостроения Мингео УССР	Рассчитан на типовой разрез нефтяных скважин	–
19. Станция ультразвукового каротажа	"Импульс"	Скорость упругих волн в диапазоне 500-8000 м/с	5-250	Частотный диапазон 10-200 кГц, погрешность измерения скоростей $\pm$2%	12-13	–	Разработка Гидропроекта М-ва энергетики и электрификации СССР (Москва)	Каротаж скважин диаметром 50-140 мм Каротаж шпуров диаметром 42-76 мм Просвечивание целиков между шпурами до 2 м (скальные породы) Измерения на обнажениях и образцах	Разработка на стадии ТЗ
20. Аппаратура бокового каротажа	БКМ-3А	Пределы измерения КС-10-3000 Омм	–	Погрешность измерения КС от 10 до 200 Омм $\pm$5%, от 200 до 3000 Омм $\pm$10%	46 31	–	Киевский опытно-экспериментальный з-д геофизического приборостроения Мингео УССР	Для исследования скважин диаметром 95 мм и более с удельным сопротивлением фильтрата не ниже 0,5 Омм	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21. Микрозонд малогабаритный	МЗ-4^{3}/4М	Максимальный угол искривления исследования скважины 10°	–	Диаметр исследуемых скважин от 65 до 380 мм. Сопротивление изоляции не менее 10 МОм	7	100	Киевский опытно-экспериментальный з-д геофизического приборостроения Мингео УССР	Для детального расчленения разреза, выделения маломощных прослоев, обнаружения пористых и проницаемых пород	–
22. Электронный измеритель температуры стенок скважины	ИТС-1	Температура в диапазоне от +5 до -10°С с точностью до $0{,}1^{\circ}$С, от +20 до -20°С с точностью до 1°С	100	Диаметр скважин от 75 до 155 мм	До 25 с лебедкой	–	Разработка Гидропроекта М-ва энергетики и электрификации СССР	Измерение температуры в скважинах	–
23. Инклинометр	ИТ-200	Угол и азимут искривления скважин	–	–	–	335	Киевский опытно-экспериментальный з-д геофизприборостроения Мингео УССР	Для измерения угла и азимута искривления необсаженных скважин и угла отклонения от вертикали обсаженных скважин	–
24. То же	КИТ	Угол наклона $0-50^{\circ}$ азимут $0-360^{\circ}$	650	Точность отсчета по углу +30 мин по азимуту $\pm 4^{\circ}$	30	284	То же, исполнение общепромышленное, экспортное	То же	–
25. Каверномер	КМ-1	Пределы измерения 75-350 мм, точность ± 5 мм	–	Непрерывная регистрация ± 15 Рассчитан для работы с трехжильным кабелем	–	395	З-д "Геофизприбор" М-ва приборостроения СССР (Уфа)	Для измерения диаметра скважин, их технического состояния и уточнения результатов интерпретации других видов каротажа	–
26. То же	КЭМС-1	Пределы измерения от 150 до 550 мм с погрешностью не более ± 10 мм	150	Электрический самозаписывающий	39	1000	Изготовление общепромышленное	Для измерения диаметров необводненных скважин ударно-канатного бурения	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
27.Резистивиметр скважинный	РТ-65	Пределы измерения сопротивления от 0,035 до 10 Омм	–	Погрешность измерения 5%	3,1	100	З-д "Геофизприбор" М-ва приборостроения СССР (Уфа)	Для измерения удельного сопротивления бурового раствора в скважинах диаметром от 85 мм и более	–
28.Резистивиметр поверхностный	ПР-1	Пределы измерения 0,35-50 Омм (5 поддиапазонов: 0,1;0,5;2,10;50	–	Погрешность измерения $\pm$5%	5 с блоком питания	300	З-д "Геофизприбор" М-ва приборостроения СССР (Уфа)	Для определения удельного электрического сопротивления буровых растворов и минерализованной воды	–
29.Электротермометр скважинный	ЭТС-2У	Пределы измерения температур от -20 до +120 С. Чувствительность прибора при токе 10-15мА-2,5 мВ/1 $^{\circ}$С	–	Способ регистрации непрерывный (любым каротажным регистратором)	2,5(без кабеля)	107	–	Для непрерывных скоростных измерений температуры в скважинах. Применяется в комплекте с аппаратурой и оборудованием для геофизических исследований скважин	–
30.Инклинометр	ИК-1 ИК-2	–	–	–	–	275	Киевский опытно-экспериментальный з-д геофизического приборостроения Мингео УССР	Для измерения в необсаженных скважинах угла отклонения оси скважины от вертикали и азимута ее искривления	–
31.Электрический расходомер	ЭРМ-5	Диапазон измерения по расходу 8-70 или 8-250 л/мин, по давлению 3-50 кгс/см^2	–	Погрешность измерения по расходу 8%, по давлению от 3до20кгс/см^2 $\pm$1, от 20кгс/см^2 до 50 кгс/см^2 $\pm$2 кгс/см^2	17	300	З-д "Казгеофизприбор" Мингео СССР (Алма-Ата)	Для измерения расхода и давления промывочной жидкости, подаваемой в скважину при колонковом бурении, выделения мест водопритоков	–
32.Стол установочный для инклинометра	УСИ-2	Интервал измеряемых углов от 0 до 90 $^{\circ}$. Точность отсчета $\pm$6 мин	–	Имеет вертикальные и горизонтальные лимбы. Цена деления уровня 3мин	34	200	Исполнение общепромышленное, экспортное	Для градуировки инклинометров и скважинных магнитомеров	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
33. Скважинный сейсмоприемник для каротажа с установкой САу-1	—	2-3 последовательно соединенных сейсмоприемника. В зависимости от задач шаг прибора меняется от 0 5 до 5м Сейсмоприемник герметизирован и снабжен прижимным устроиством и обтекателем	—	-	-	-	ЛО Гидропроекта М-ва энергетики и электрификации СССР	Каротаж скважин и шпуров, просвечивание массивов	—
34. Скважинный 7-элементный зонд	—	Гирлянда сеисмоприемников, загерметизированных при работе в воде, в сухих скважинах - прижимное устроиство	—	-	12,5-13,5	—	М-ва энергетики и электрификации СССР	Каротаж скважин просвечивание массивов	—
35. Облегченный многоприборный зонд для ВСП	-	Сеисмоприемники типа С-1 СВ-20Т В секции два сеисмоприемника Длина секции 786мм, диаметр 70 мм	12,5 13,5	-	-	-	Узбекский геофизический трест	Предназначен для работы в обсаженных скважинах диаметром от 100 до 155 мм	—
36. Восьмиканальный зонд	—	Пьезокерамические приемники ПКС-4, ПКС-5 Расстояние между сеисмоприемниками 2 м (по 3 в одном корпусе) В водона - полненных скважинах - без прижима Частотныи диапазон до 1,5кГц	—	-	-	-	Гидроспецпроект М-ва энергетики и электрификации СССР	Для работы с переделанной станциеи 8СЭФ	—

1	2	3	4	5	6	7	8	8	10
37. 24-канальный зонд с автономным прижимом	–	Сейсмоприемники СМВ-30 залиты в эпоксидной смоле, расстояние между сейсмоприемниками в среднем 2 м. Каждый элемент прижимается автономно	–	–	–	–	Гидроспецпроект М-ва энергетики и электрификации СССР	Каротаж скважин	–
38. Ультразвуковой многоканальный зонд с прижимным устройством	–	Кристаллы сегнетовой соли размером 20х20х20мм. Корпус зонда изготовлен из винипластовой трубы. В корпусе смонтировано 7 пьезоэлектрических преобразователей, расположенных через 20 см	–	–	–	–	Гидропроект М-ва энергетики и электрификации СССР	То же	–
39. Многоканальный зонд	–	Кристаллы сегнетовой соли размером 15х15х15мм или 20х20х20мм. Зонд состоит из одинаковых секций, конструкция которых позволяет при сборке менять базу между датчиками ультразвука. Зонд состоит из 7-ми секций и снабжен пневматическим прижимным устройством	–	–	–	–	То же	Детальные ультразвуковые исследования в шурфах диаметром 46-70мм. В шурфах и скважинах диаметром 70-110 мм	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40. Автономно прижимающиеся 5 датчиков с базой 20 см в одном корпусе	–	Диаметр зондов 76 и 105 мм, излучатели пьезокерамические, наборные цилиндры диаметром 90 мм, высотой 100 мм помещены в имерсионную камеру, заполненную водой	–	–	–	–	Гидропроект М-ва энергетики и электрификации СССР	Ультразвуковые исследования скважин и шпуров	–
41. Шпуровой 3-элементный зонд в одном корпусе	–	Каждый датчик прижимается автономно. Диаметр 48 мм, база 20см Напряжение задающего импульса 2 кВ, частота посылки 25 Гц, собственная частота 14-20 Гц	–	–	–	–	Гидроспецпроект М-ва энергетики и электрификации СССР	–	–
42. Зонд бесконтактного каротажа	–	Состоит из автономного генератора и предварительного усилителя, пульт на поверхности. Аналог трехэлектродного зонда, но с линейными электродами	–	–	–	–	Разработка ВИРГ Мингео СССР (Ленинград)	Предназначена для работы в сухих скважинах	–
43. Зонд диэлектрического индуктивного каротажа	ДИК-1М	Чувствительность приемного устройства 50 мкВ на шкалу. Рабочая частота 30 МГц, длина зонда 200, 400 и 600 мм	3 – 4	–	–	–	Разработка ВИРГа Красноярского политехнического ин-та и треста "Сибцветметавтоматика". В ВИРГе есть макет	Для исследования диэлектрической проницаемости пород	В настоящее время ведется работа над снарядом с комплексированным зондом

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
44. Зонд для определения относительной просадочности	Приставка к СПК и С-832	Приставка состоит из зонда и устройства для подачи воды. Диаметр зонда 62 мм	-	-	-	-	Разработка НИИОСП Госстроя СССР	Для определения просадочности лёссовых грунтов при статическом зондировании	-
45. Ручная каротажная лебедка	РКД-200	Входит в комплект разборных каротажных установок. Универсальный блок-баланс служит для направления кабеля в скважину и передачи его движения на диаграмную ленту регистрирующего прибора в определенном масштабе	27 4,7 (блок-баланс)	1000	-	-	ЦНИИИС Минтрансстроя СССР	Каротаж обсаженных и необсаженных скважин. Для спуска (подъема) скважинных снарядов вручную. Имеет устройство, позволяющие производить операции по подъему, спуску и торможению; осуществлять автоматическую послойную укладку кабеля, подключать лентопротяжный механизм с трех сторон относительно лебедки	-

О Г Л А В Л Е Н И Е

Предисловие..... 3
1. Общие положения..... 5
2. Планирование и организация каротажных работ..... 10
3. Методика и техника проведения электрического каротажа..... 15
Каротаж сопротивления (КС)..... 15
Боковое каротажное зондирование (БКЗ).. 19
Микрокаротаж (МК)..... 21
Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС)..... 22
Каротаж вызванных потенциалов (ВП)..... 25
4. Методика и техника проведения радиоактивного каротажа (РК)..... 26
Гамма-каротаж (ГК)..... 26
Нейтронный гамма-каротаж (НГК)..... 28
Гамма-гамма-каротаж (ГГК)..... 30
Нейтрон-нейтронный каротаж (ННК)..... 32
5. Методика и техника проведения сейсмоакустического каротажа и вертикального сейсмического профилирования..... 34
Сейсмокаротаж (СК)..... 34
Вертикальное сейсмическое профилирование (ВСП)..... 35
Акустический каротаж (АК)..... 39
Непрерывный АК с автоматической регистрацией..... 40
Многоканальный АК с точечной регистрацией..... 41
АК с точечной регистрацией волновых картин в сухих скважинах..... 42
6. Методика и техника проведения расходометрии скважин..... 43
7. Методика и техника проведения термометрии скважин..... 48

8. Методика и техника проведения резистивиметрии скважин..... 54
9. Методика и техника проведения кавернометрии и инклинометрии скважин..... 59
Кавернометрия (КМ)..... 59
Инклинометрия(ИМ)..... 60
10. Документация и приемка полевых материалов 62
11. Обработка каротажных диаграмм и других первичных материалов..... 67
12. Геологическая интерпретация результатов каротажных исследований..... 76
Изучение геологического строения разрезов..... 77
Литологическое расчленение разреза скважины,определение мощности и состава пород..... 77
Корреляция разрезов скважин..... 77
Определение границ слоев..... 79
Выявление трещиноватых,закарстованных и других ослабленных интервалов разреза,а также тектонических нарушений..... 79
Изучение гидрогеологических характеристик разрезов..... 81
Выявление обводненных и проницаемых зон,определение их мощности..... 81
Количественная или качественная оценка производительности водносных горизонтов и фильтрационных свойств пород 82
Количественная оценка общей минерализации подземных вод..... 83
Изучение физико-механических свойств горных пород..... 83
Изучение геотермических условий в скважинах..... 85
13. Отчетность..... 86
Литература..... 89
ложения..... 92

gost.e-ecolog.ru