РЕСПУБЛИКАНСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ

ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ КАРОТАЖНЫЕ МЕТОДЫ

РСН 75 - 90

Госстрой РСФСР

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РСФСР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

gost.e-ecolog.ru

РСН 75-90. Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Каротажные методы. Госстрой РСФСР. - М.: МосЦТИСИЗ, 1990, 75 с.

РАЗРАБОТАНЫ нормативно-методологическим отделом Научно-производственного объединения по инженерным изысканиям в строительстве (НПО "Стройизыскания") Госстроя РСФСР совместно с ЗапуралТИСИЗом.

Руководитель темы: инж. И.И.Либман.

Исполнители: инж. В.В.Лисицын, инж. Б.А.Крестинин (ЗапуралТИСИЗ).

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ Главным управлением организации проектирования и научно-исследовательских работ Госстроя РСФСР (исполнитель - инж. И.В.Родина).

Государственный комитет РСФСР по делам строительства (Госстрой РСФСР)	Республиканские строительные н рмы	РСН 75-90 Госстрой РСФСР
	Инженерные изыскания для строительства. Технические требования к производству геофизических работ. Каротажные методы	Взамен РСН 46-79

Настоящие Нормы устанавливают требования к производству каротажных работ, выполняемых при инженерных изысканиях для жилищно-гражданского, промышленного, сельскохозяйственного и линейного строительства. Нормы являются обязательными для всех организаций, независимо от их ведомственной подчиненности, осуществляющих каротажные работы при проведении инженерных изысканий для указанных видов строительства на территории РСФСР.

Требования настоящих Норм не распространяются на производство каротажных работ при инженерных изысканиях для гидроэнергетического, транспортного, мелиоративного и других специальных видов строительства.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Каротажем называют геофизические исследования в скважинах (ГИС) с целью изучения пород, вскрытых скважиной, а также способы контроля технического состояния самих скважин. Применительно к инженерным изысканиям скважины могут быть следующих типов:

инженерно-геологические (технические, разведочные);

Внесены НПО "Стройизыскания" Госстроя РСФСР	Утверждены постановлением Государственного комитета РСФСР по делам строительства от 2I июня I990 г. № 52	Срок введения в действие I января I99I г.

гидрогеологические (поисковые, разведочные, разведочно-эксплуатационные).

I.2. Нормами регламентируются следующие методы каротажа:

электрокаротаж - каротаж сопротивления (КС), боковое каротажное зондирование (БКЗ), микрокаротаж (МК); каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС), каротаж вызванных потенциалов (ВП); токовый каротаж (ТК);

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

сейсмоакустический каротаж - сейсмический каротаж (СК), акустический каротаж (АК);

гидрокаротаж* - резистивиметрия, расходометрия, кавернометрия, термометрия.

I.3. Каротажные работы выполняются с использованием серийных каротажных станций, разборной каротажной аппаратуры, а т ике серийной геофизической аппаратуры, применяемой при полевых наземных измерениях.

I.4. Каротажные методы, как правило, входят в 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. I.3 РСН 64-87).

I.5. При самостоятельном применении они могут использоваться для решения следующих основных задач (табл. I):

литологического расчленения пород по скважине;

оценки трещиноватости, пустотности и кавернозности пород, пересеченных скважиной;

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

определения мест притока воды в скважину;

Таблица I

---

*Гидрокаротаж (малоупотребляемый термин) объединяет методы каротажа, изучающие гидрогеологические характеристики разреза. Кавернометрия и термометрия условно отнесены к гидрокаротажным методам.

Задачи исследования	Типы геологических разрезов	
	разрезы, представленные песчано-глинистыми породами	разрезы, сложенные скальными и полускальными породами (изверженными метаморфическими карбонатными)
I	2	3
I. Изучение геологического строения разрезов		
I. Литологическое расчленение, определение мощности и состава слоев	КС, БКЗ, ПС, ГК, ННК, МК, ВП	КС, БКЗ, ГК, ГГК ННК
2. Выявление трещиноватых закарстованных и других ослабленных интервалов разреза, а также тектонических нарушений	-	КС, ПС, ГГК, ННК, АК
II. Изучение гидрогеологических характеристик разрезов		
3. Выявление обводненных и проницаемых зон и определение их эффективной мощности	МК, КС, ПС, РМ, РЕЗ, ННК, АК	РМ, РЕЗ, ГГК, ННК, АК
4. Количественная и качественная оценка порово-трещинной пустотности горных пород	БКЗ, ГК, ГГК, ННК	БКЗ, ГК, ГГК, ННК, АК
5. Количественная или качественная оценка фильтрационных свойств пород	КС, ГК, РМ, РЕЗ, ВП	КС, ГК, РМ, РЕЗ
6. Количественная оценка общей минерализации подземных вод	РЕЗ, БКЗ	РЕЗ, БКЗ
7. Оценка производительности водоносных горизонтов	ПБКЗ, РЕЗ, ГК, ННК	ПБКЗ, РЕЗ, ННК

Продолжение табл. I

I	2	3
III. Диагностика технического состояния скважин		
8. Определение диаметра и кавернозности скважин	КМ	КМ
9. Определение эффективных интервалов работы фильтров	РМ,РЕЗ	РМ,РЕЗ
IУ. Изучение свойств горных пород		
IO. Определение физико-механических свойств грунтов (плотности, влажности, модуля деформации, температуры)	ГГК,ННК,ВСП,ТМ	АК,ГГК,ТМ

РЕЗ - резистивиметрия; КМ - кавер-

Примечание. РМ - метод расходометрии скважин; РЕЗ - резистивиметрия; КМ - кавернометрия; ТМ - термометрия.

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

определения среднего диаметра скважины;

определения естественной температуры горных пород.

I.6. Наиболее распространенным является каротаж сопротивления (КС). Он применяется для литологического расчленения пород, определения мощности и состава слоев, выявления трещиноватых, закарстованных и других ослабленных интервалов разреза.

I.7. Боковое каротажное зондирование (БКЗ) применяется для литологического расчленения пород, оценки водоносности пород, а также выбора оптимальных размеров зонда КС.

I.8. Микрокаротаж (МК) применяется для детального литологического расчленения пород (выделения маломощных слоев и прослоев) и определения водопроницаемости пород.

I.9. Каротаж ПС используется для литологического расчленения разреза, определения мощности и состава слоев, выявления необводненных и проницаемых слоев. Рекомендуется проводить в комплексе с КС.

I.I0. Каротаж ВП следует применять для литологического расчленения разреза, выявления хорошо промытых разностей песков и водоупоров. Рекомендуется проводить в комплексе с ПС.

I.II. Токовый каротаж (ТК) применяют с целью уточнения границ, слоев, их мощности и строения.

I.I2. Радиоактивный каротаж используется для литологического расчленения разреза, определения плотности и влажности грунтов, выявления трещиноватости и пустотности пород, оценки глинистости разреза.

I.I3. Сейсмоакустический каротаж проводят в целях идентификации сейсмических волн, детального определения скоростного и литологического разреза среды вблизи скважины, оценки физико-механических свойств грунтов.

I.I4. Резистивиметрия (РЕЗ) скважины проводится с целью оценки общей минерализации подземных вод, выявления зон притока (поглощения) подземных вод, оценки фильтрационных свойств водоносных пород.

I.I5. Расходометрия скважины (РМ) может применяться для определения статических напоров водоносных зон, удельной водоотдачи, водопроницаемости пород, зон наличия перетоков вод по скважине или связи водоносных горизонтов.

I.I6. Термометрия (ТМ) проводится для определения температур вечномерзлых грунтов, выявления мест притока воды в скважину, определения геотермического градиента и т.д.

I.I7. Кавернометрия скважины (КМ) проводится в целях определения фактического диаметра скважин (в обязательном порядке при БКЗ, расходометрии, радиоактивном каротаже и резистивиметрии).

I.I8. Все виды электрокаротажных работ (кроме резистивиметрии) проводятся только в необсаженной части скважины.

2. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

2.I. Электрическим каротажем (ЭК) 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 искусственного в скважине и около нее (каротаж ВП).

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

Каротаж сопротивления (КС)

2.3. Каротаж КС проводится в целях:
литологического расчленения разреза по скважине;
определения мощности слоев;
выявления трещиноватых и ослабленных интервалов разреза.

Каротаж КС является наиболее универсальным 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 вдавливаемыми в стенки скважины электродами каротаж КС допускается применять для измерения кажущегося сопротивления в "сухих" скважинах.

2.4. Каротаж КС может проводиться каротажными станциями, автоматическими регистраторами, а также полевыми электроразведочными приборами с помощью точечной регистрации показаний.

2.5. Каротажные зонды КС рекомендуется изготовлять из каротажного кабеля, 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

2.6. 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, М0, 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 - М2А0, 25В; менее 200 мм - М1А0, 1В.

2.7. 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%.

2.8. Для каждого района в зависимости от величины кажущегося удельного сопротивления необходимо устанавливать 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 ($\rho_к \leq$ I Ом.м) отклонение кривой от линии нуля составляло не менее I см.

2.9. 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.

2.I0. Запись кривых КС при непрерывной регистрации 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 I50 м/ч), но не более, чем на I0%. Для детальных исследований рекомендуемая скорость движения зонда не более 200 м/ч.

2.II. Наименьшее допустимое сопротивление изоляции каждой из жил многожильного кабеля 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 I Мом.

2.I2. При записи КС необходимо принимать меры к предотвращению искажения результатов измерений помехами, возникающими вследствие индуктивной и емкостной связи токовой 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* рекомендуется применять уравновешенные схемы включения жил кабеля (две жилы токовые, одна измерительная или одна токовая, две измерительные).

2.13. 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.

2.14. 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.

2.15. Кривые КС искажены характерным образом вблизи металлических тел [illegible] обсадной колонны, бурильного инструмента и т.д., что используется для определения возмущающих тел.

Это искажение наблюдается [illegible]

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

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.

2.16. 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)

2.17. 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				
>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.

2.I8. 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 $\rho_{ф} \simeq \rho_{п}$. Это облегчает использование данных метода БКЗ, так как оказывается возможным проводить интерпретацию по двухслойным палеткам.

2.I9. 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.

2.20. 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.

2.2I. 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 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].

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

измерение УЭС воды в скважине резистивиметром;

измерение диаметра скважины каверномером;

измерение микрозондами.

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

Микрокаротаж (МК)

2.24. 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.

2.25. Микрокаротаж рекомендуется проводить двумя зондами: градиент-микрозондом А0,025М0,25N 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.

2.26. 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 десятка килоом).

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

2.28. Скорость перемещения микрозонда при непрерывной записи должна быть меньше, чем при каротаже КС. Оптимальная скорость составляет I50-200 м/ч.

2.29. 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 I х I х 0,8 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.

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

Каротаж ПС

2.3I. 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.

2.32. 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.

2.33. 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.

2.34. 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 См.м.

2.35. Перед регистрацией и после записи кривой ПС на диаграмме должен быть отмечен градуировочный сигнал следующей величины: I00 мВ для масштабов 25 и 50 мВ/2 см; 40 мВ для масштаба I0 мВ/2 см и 20 мВ для масштаба 5 мВ/2 см.

2.36. При смене масштаба записи необходимо перекрывать кривые, зарегистрированные в разных масштабах, на интервале не менее I5 м. Погрешность измерений не должна превышать 5% амплитуды отклонения в интервале перекрытия.

2.37. Сползание "линии глин" кривой ПС, обусловленное поляризацией электродов, не должно превышать I мм на I0 м интервала глубин. Искажения кривой ПС из-за намагниченности лебедки, гальванокоррозии, блуждающих токов, сматывания и разматывания кабеля не должны превышать допустимую величину погрешности.

2.38. 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 минимальная;

применения стабильного зонда.

Стабильный зонд состоит из обычного электрода М 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 М; 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 М, верхний - электродом N.

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

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

2.41. 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.

2.42. 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)

2.43. 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.

2.44. 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 (АВ) = = 2-5 м.

2.45. 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.

2.46. 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.

2.47. 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.

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

Токовый каротаж

2.49. Токовый каротаж (ТК) применяют с целью уточнения границ слоев, их мощности и строения. Для ТК используется один из токовых электродов зонда КС. Его следует применять в разрезах, сложенных резко различными по электрическим свойствам породами.

2.50. Токовый каротаж рекомендуется проводить при помощи мостовой схемы: токовый электрод А вводится в одно из плеч моста.

2.51. Для установки оптимального масштаба записи n (ОМ/см) в измерительную цепь последовательно с жилой кабеля, ведущей к электроду А, вводят сопротивление R_o и добиваются, чтобы отклонение пишущего устройства (см) было равно $l = R_o/n$.

2.52. Сопротивление заземления электода в обсадной колонне принимают равным нулю. Измерительную схему рекомендуется регулировать таким образом, чтобы при нахождении зонда в колонне пишущее устройство устанавливалось против нулевой линии.

2.53. Длину электрода В рекомендуется брать возможно большей, чтобы кривая сопротивления не была искажена изменениями сопротивления этого электрода.

3. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОАКТИВНОГО КАРОТАЖА (РК)

3.1. Основными методами радиоактивного каротажа (РК), применяемого в инженерно-геологических изысканиях, являются:

гамма-каротаж (ГК);

гамма-гамма-каротаж (ГГК);

нейтрон-нейтронный каротаж (ННК).

Последние два метода при изучении инженерно-геологических скважин объединены общим названием радиоизотопные методы измерения плотности и влажности грунтов. При их проведении следует руководствоваться ГОСТ 23061-90 [17].

Радиоизотопные измерения плотности и влажности грунтов в процессе внедрения зондов в массив грунта (обычно статическим зондированием) назнваются пенетрационным каротажем.

3.2. Для проведения радиоактивного каротажа применяется аппаратура, прошедшая метрологическую поверку.

Гамма-каротаж (ГК)

3.3. Гамма-каротаж (ГК) применяется для литологического расчленения разреза, оценки глинистости пород, а также для проведения корреляции разрезов по скважинам.

3.4. Наибольшей радиоактивностью обладают глины, наименьшей - чистые разности песков, известняки, доломиты. Эффективный радиус исследования при ГК уменьшается с увеличением плотности.

3.5. Максимальная скорость v перемещения зонда ГК определяется по формуле

$$v = \frac{3600\,(h_{min} - \ell)}{\beta\tau},$$

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

ℓ - длина зонда, м;

τ - постоянная времени, с;

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

3.6. При количественной интерпретации данных ГК следует пользоваться показаниями, приведенными к стандартным условиям по специальным палеткам (номограммам).

3.7. Для отсчета относительных показаний проводят линию по максимальным значениям (линия глин) и по минимальным (ли-

ния песков); принимая интервал между этими линиями за 100% или за 1, разбивают его на равные части, по полученной условной шкале отсчитывают относительные показания.

3.8. Гамма-каротажные исследования проводятся эталонированной аппаратурой. При проведении эталонирования следует соблюдать следующие условия:

постоянная времени τ должна оставаться неизменной;

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

допустимая погрешность измерения не более 2%.

Эталонирование аппаратуры следует проводить не реже одного раза в квартал, а также после замены радиодеталей измерительной схемы, которая может вызвать изменение чувствительности аппаратуры.

Гамма-гамма-каротаж (ГГК)

3.9. Гамма-гамма-каротаж (ГГК) применяется для измерения плотности грунтов в разрезе скважин, а также для уточнения литологического разреза, оценки общей трещиноватости и пустотности грунтов.

3.10. При проведении ГГК в основном используется метод рассеянного первичного гамма-излучения (метод альбедо). Глубинность исследования в прискважинном пространстве зависит от плотности пород, уменьшаясь с увеличением последней.

Радиус исследования в среднем (для грунтов плотностью 1500-1600 кг/м^3) составляет около 10 см, уменьшаясь при возрастании плотности (до 2000 кг/м^3) до 5 см. На показания ГГК существенное влияние оказывают неоднородности в прискважинной зоне: наличие и толщина глинистой корки, каверны, обсадные трубы и другие факторы.

3.11. Градуировку радиоизотопных плотномеров выполняют на аттестованных образцовых мерах плотности для рабочих условий измерений в диапазоне 800-2300 кг/м^3 с номинальными значениями в следующих поддиапазонах:

800-1000; 1000-1300; 1300-1600; 1600-2000; 2000-2300 кг/м^3.

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.

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

Нейтрон-нейтронный каротаж (ННК)

3.13. Нейтрон-нейтронный каротаж (ННК) в основном используется для измерения влажности грунтов (нейтронный метод измерения влажности), уточнения литологического состава разреза. Он основан на зависимости между водосодержанием грунта и плотностью потока замедленных нейтронов в процессе их рассеяния на ядрах атомов водорода.

3.14. ННК проводится метрологически аттестованной аппаратурой. Для построения градуировочной зависимости нейтронного влагомера для рабочих условий измерений в диапазоне объемной влажности 0-100% должны быть изготовлены и метрологически аттестованы образцовые меры объемной влажности $W_{об}$ с номинальными значениями в следующих поддиапазонах: 0-5, 5-20, 20-35, 35-60, 60-100, 100% (вода).

Две из указанных образцовых мер объемной влажности должны быть изготовлены с постоянным значением плотности сухого грунта ρ_d, определенным с погрешностью не более 200 кг/м^3.

3.15. Рабочая градуировка нейтронных зондов может проводиться в реальных грунтах на основе сопоставления показаний приборов и определения влажности грунтов термостатно-весовым методом по ГОСТ 5180-75 в пункте измерения. В местах рабочей градуировки грунт должен быть однородным в пределах объема, с которого снимается информация.

4. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ СЕЙСМО-АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

Сейсмокаротаж (СК)

4.1. Сейсмокаротаж (СК) 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.

4.2. 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 ее, а приемники – в скважине. При обращенном – наоборот, приемники располагают на поверхности земли, а источники возбуждения упругих волн – в скважине.

4.3. Сейсмокаротаж может проводиться либо с помощью одно-двухканальных портативных установок, либо с помощью многоканальных сейсмостанций, используемых при наземных сейсморазведочных работах. В связи с этим требования к контролю за работой аппаратуры и оборудования должны соответствовать РСН 66-87.

4.4. 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 I м.

4.5. Глубина погружения зонда определяется по счетчику или меткам на кабеле с точностью ± I 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.

Акустический каротаж (АК)

4.6. Акустический каротаж (АК) применяется для детального расчленения разреза скважин по литологии, для обнаружения зон повышенной трещиноватости, разуплотнения и напряженного состояния пород.

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

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.

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

4.8. 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.

4.9. В инженерных изысканиях может использоваться:

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.

4.10. 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 $И_1$-$И_2$, $\lg \frac{A_1}{A_2}$;

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

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

4.12. Для проведения многоканального АК с точечной регистрацией используются ультразвуковые сейсмоскопы различных конструкций и скважинные зонды, изготовляемые силами геофизических организаций.

4.13. 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 излучателями, так и приемниками ультразвука в любой комбинации. Многоканальная запись получается путем поканального фотогра-

фирования волновых картин с экрана сейсмоскопа при одновременном перемещении фотопленки. Для облегчения последующей обработки полученные фотопленки ФЭД печатаются с увеличением 5:I на фотоувеличителе П-I0. Минимальный диаметр изучаемых скважин 58 мм.

4.I4. 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 I м по всей длине скважины получается непрерывная система встречных годографов. На каждой фотоосциллограмме, соответствующей одной стоянке зонда, размещаются I2 записей ультразвуковых колебаний и марки времени.

4.I5. В сухих скважинах зонд прижимается к стенке скважины с помощью шарнирного или пневматического устройства.

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

4.I6. 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.

4.I7. В каротажном журнале регистрируются номер волнограммы, номер кадра, глубина погружения зонда, номера 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.

4.18. 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.

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

5. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГИДРОКАРОТАЖНЫХ РАБОТ

Резистивиметрия (Рез)

5.1. Резистивиметрию скважин применяют для решения следующих основных задач:

оценки общей минерализации подземных вод;

выявления водоносных и водопоглощающих горизонтов в скважине;

оценки фильтрационных свойств водоносных горизонтов.

5.2. В первую задачу входит определение минерализации бурового раствора сразу после бурения с промывкой технической водой, а также естественной минерализации подземных вод в пересчете на $NaCl$ после интенсивной прокачки до полного осветления воды.

5.3. Наиболее благоприятными условиями для проведения метода являются:

достаточно большая мощность водоносного горизонта;

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

относительно высокая скорость потока.

5.4. Резистивиметрию проводят скважинными резистивиметрами различной конструкции. Различают резистивиметры открытого и закрытого типа. К открытому типу относятся резистивиметры, измерительные элементы которых не закрыты металлическим или диэлектрическим экраном от окружающей среды, к закрытому - резистивиметры, измерительные элементы которых отделены экраном от среды, но открыты для доступа воды.

5.5. Коэффициент скважинного резистивиметра определяется по измерениям в жидкости с известным удельным электрическим сопротивлением при трех-четырех значениях силы тока и в нескольких растворах, отличающихся по сопротивлению.

5.6. Резистивиметрию проводят только эталонированным прибором. Различные по конструкции резистивиметры имеют свои специфические особенности при эталонировании. Эталонировка приборов проводится не реже одного раза в месяц, либо после ремонта.

5.7. Резистивиметрия проводится как в необсаженных скважинах, так и в скважинах, оборудованных фильтрами. Измерения при непрерывной записи проводятся, как правило, при движении снаряда сверху вниз. Скорость движения не более 500 м/ч. При точечной регистрации шаг измерений рекомендуется минимальный (0,1-0,2 м).

5.8. Определение мест притока (поглощения) воды в скважине, изучение фильтрационных свойств пород выполняется при нарушении естественного режима подземных вод (искусственное засоление воды в скважине, наливы или откачки).

5.9. Оценка фильтрационных свойств водоносных горизонтов с помощью резистивиметра основана на фиксации степени растворения солей искусственно созданного солевого раствора в скважине подземными водами во временном цикле.

Основное внимание следует обращать на равномерность засоления воды по стволу скважины (в зависимости от интенсивности потока) и на величину временного цикла. Измерения выполняются до полного растворения солей.

5.10. Первоначальная кривая резистивиметрии регистрируется для уточнения уровня воды в скважине, фактического за-

боя и определения естественной минерализации подземных вод.

5.II. Для котроля равномерности подсоления воды рекомендуется записать одну, в водонапорных комплексах – не менее двух, разделенных небольшим интервалом времени, кривых ρ_z. При необходимости следует повторить подсолку воды для достижения необходимой концентрации соли в столбе воды.

5.I2. Для определения мест притока (поглощения) измерения сводятся к проведению ряда замеров УЭС жидкости, заполняющей ствол скважины, при искусственном нарушении режима (откачки, наливы).

5.I3. В случае самоизливающихся скважин, скважин с высокими пьезометрическими уровнями подземных вод в слабопроницаемых породах, при очень высоких напорах водоносных горизонтов и интенсивных переливах, при отсутствии источников забора воды проводятся послойные определения водопроводимости и коэффициента фильтрации при откачках с применением пакерных устройств.

5.I4. В случае отсутствия интенсивных переливов между водоносными горизонтами применяются резистивиметрические измерения при наливах. В данном случае в одиночных скважинах возможно определение водопроводимости и коэффициента фильтрации. Метод основан на использовании зависимости между изменениями объемного расхода воды, проходящего по стволу одиночной скважины при наливе, и водопроводимостью пересеченных ею горных пород.

5.I5. Разделение толщи на слои различной водопроводимости и оценка частных дебитов поглощения воды при наливе осуществляется по графику вертикальной скорости, при этом необходимо поддерживать стабильность дебита налива воды в скважину на протяжении всего цикла измерений с помощью регулирующего бака постоянного уровня.

5.I6. После засоления начинается опытный налив в скважину пресной воды. Периодически, на протяжении всего времени налива ведутся замеры глубины до динамического уровня через 5–I0 мин. В случае изменения дебита при обработке из-

териалов необходимо привести рассчитываемые скорости движения раздела жидкости к одному расходу.

5.17. Одновременно с началом налива начинается периодическая запись резистивиметровых кривых, которые отчетливо отмечают движущуюся вниз границу раздела жидкостей различного сопротивления. Скорость подъема кабеля при замерах не должна превышать 600-1000 м/ч.

5.18. Замеры резистивиметром ведутся до тех пор, пока граница раздела жидкостей вплотную не подойдет к забою скважины, либо пока не остановится, достигнув кровли самого нижнего водоупорного слоя. Одновременно прекращается налив.

5.19. В случае исследования скважин, вскрывших напорный горизонт, операции полностью повторяются при наливе с дебитом вдвое большим или меньшим первоначального, что необходимо для определения пьезометрических уровней водоносных горизонтов.

5.20. Продолжительность исследований скважин наливами в зависимости от геолого-технических условий и решаемых задач варьирует в довольно широких пределах и может регулироваться величиной дебита.

Расходометрия (РМ)

5.21. Расходометрия применяется с целью:

детального изучения разрезов скважин с выделением проницаемых и водоносных пород;

определения фильтрационных характерстик последних.

С помощью расходометрии могут быть получены сведения о водоносных пластах: глубине залегания, мощности, водопроводности, удельном дебите, пьезометрическом напоре, коэффициенте фильтрации и других параметрах.

5.22. Для расходометрических измерений наиболее удобны фонтанирующие скважины, не требующие искусственного создания в них динамического режима. В нефонтанирующих скважинах расходометрия ведется при откачках, наливах (нагнетаниях) и в режиме естественного статического уровня подземных вод.

5.23. Для расходометрических наблюдений требования к подготовке скважин те же, что и для опытных откачек и нагнетаний.

После окончания бурения и посадки фильтра каждую скважину необходимо тщательно прокачать до полного осветления воды. Расходометрические исследования следует проводить в процессе или после опробования скважины откачками, которые способствуют восстановлению нормальной проницаемости стенок скважины.

5.24. При невозможности проведения расходометрии в скважинах с установленным эрлифтом необходимо применение микроэрлифта. В качестве последнего можно использовать портативную установку эрлифта с полиэтиленовыми шлангами и подачей воздуха от ресивера каротажной станции или легкого компрессора с электропитанием от генераторной группы.

5.25. При низком удельном дебите водоносных горизонтов и их относительно глубоком залегании применяют наливы вследствие их простоты и экономичности.

5.26. В подготовительный период подбирают материалы комплексного каротажа, сведения о геологическом разрезе, конструкции скважины, данные о статическом уровне подземных вод, фонтанировании, результатах пробных и опытных откачек. В обязательном порядке выполняется кавернометрия.

5.27. При наличии перетекания воды в скважине для раздельного определения их фильтрационных характеристик требуется оценивать пьезоуровень каждого пласта в отдельности. В этом случае следует применять расходомер с пакерной насадкой.

5.28. Расход осевого потока воды в скважинах рекомендуется измерять в два этапа с установкой расходомера в фиксированных точках. На первом этапе производят обзорные измерения с интервалом между точками установки расходомера через 2-5 м в скважине с открытым стволом глубиной 100-200 м и с интервалом 10 м в более глубоких скважинах. На втором этапе рекомендуется проводить детальные измерения с шагом от 2 до 0,25 м.

5.29. При использовании расходомера с пакерной насадкой по кавернограмме предварительно намечаются диаметры резиновых манжет пакера и границы интервалов по глубине, где их нужно иметь.

5.30. Расход осевого потока в точках наблюдений определяется по тарировочным графикам или соответствующим формулам [8], исходя из скорости вращения крыльчатки, которая устанавливается по электромеханическому счетчику и секундомеру. В зависимости от скорости вращения время замеров может быть равно 0,5–2 мин.

5.31. При неустановившемся режиме фильтрации методика работ состоит в уменьшении циклов расходометрии. В этом случае необходимо, чтобы каждый график дебита по оси скважины синхронизировался с одним определенным дебитом и динамическим уровнем воды в опытной скважине. Послойные расчеты водопроводимости и коэффициента фильтрации пород следует вести по уравнениям установившейся фильтрации.

Кавернометрия (КМ)

5.32. Кавернометрия проводится с целью:

контроля состояния ствола скважины при бурении;

получения сведения о среднем диаметре скважины при обработке материалов, БКЗ, ННК, ГК, ГГК, РМ и Рез;

уточнения литологической характеристики пород.

5.33. Для измерения диаметра скважины применяют скважинные приборы – каверномеры различного типа. Большинством каверномеров измерения выполняются при подъеме снаряда. Каверномер КФМ, предназначенный для измерения в скважинах малого диаметра, имеющий специальную систему мерных рычагов, позволяет в раскрытом (рабочем) положении перемещать прибор по стволу скважины в обоих направлениях. Каверномер КСУ имеет управляемую гидравлическую систему для четырехкратного раскрытия и закрытия мерных рычагов по команде, переданной с поверхности. Это позволяет выполнить повторные измерения диаметра на заданных интервалах без извлечения прибора из скважины.

5.34. Каверномеры перед измерениями эталонируют с помощью калибровочных колец. По результатам эталонировки строят график зависимости измеряемого напряжения от величины раскрытия мерных рычагов (диаметр кольца). Градуировку каверномера, рассчитанного на работу с трехжильным кабелем, рекомендуется проводить не реже одного раза в месяц.

5.35. Перед записью каверномером фиксируются:

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 прибора.

После записи показаний фиксируются данные в обсадной колонне на интервале не менее 10 м с отбивкой башмака колонны. Точность измерений диаметра скважины оценивается по записи в колонне. Погрешность измерений не должна превышать ± 1,5 см. Если она превышает допустимую, следует повторить градуировку.

5.36. Максимально допустимая скорость регистрации при непрерывной записи не более 500 м/ч. Рекомендуемый масштаб регистрации 1:5.

Термометрия

5.37. При инженерно-геологических и гидрогеологических изысканиях измерения температуры в скважинах проводятся для решения различных задач.

В области распространения грунтов с отрицательной температурой эти задачи следующие:

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.

При проведении гидрогеологических изысканий:

определение в процессе стабильной откачки местоположения водоносных горизонтов;

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.

5.38. Для измерения температуры в скважинах применяют термометр сопротивления, максимальный ртутный термометр и глубинный самопишущий термометр. Основным является термометр сопротивления, рассчитанный на работу с трехжильным или одножильным кабелем.

5.39. Измерения температуры в скважинах проводятся при двух тепловых режимах: неустановившемся и установившемся.

Измерения при установившемся режиме проводятся для решения различных задач, в том числе выяснения температурного режима работы приборов, учета температуры при интерпретации данных каротажа, определения мест притока воды (поглощения) в скважины и т.д.

Измеренная при неустановившемся тепловом режиме температура значительно отличается от естественной температуры пород на соответствующей глубине. Разница тем больше, чем меньше времени прошло от момента прекращения циркуляции.

5.40. Измерения температуры при установившемся режиме проводят для определения естественной температуры пород. Измерения температуры в этом случае производят после длительного (больше 10 сут.) пребывания скважины в покое. Более точное значение времени пребывания скважины в покое устанавливается для данного типа скважин и района по опытным замерам в различное время; допустимым считают такое

время нахождения скважины в покое, после которого температура пород в любой точке скважины изменилась не более чем на $1^{o}C$ в течение значительного (не менее суток) интервала времени.

5.41. Термометр сопротивления должен удовлетворять следующим требованиям:

обеспечивать требуемую техническими условиями точность измерений в диапазоне измерения температур, для которого прибор предназначен;

быстро воспринимать температуру окружающей среды (обладать небольшой постоянной времени);

погрешность в результате нагрева чувствительного элемента проходящим через него током не должна быть большой.

5.42. Для контроля перед спуском в скважину следует измерять температуру среды одновременно скважинным и ртутным термометрами. Разница в показаниях не должна превышать $0,5^{o}C$.

5.43. Термограмму рекомендуется регистрировать при спуске термометра. При подъеме допускается проводить лишь контрольные измерения.

Увеличению температуры должно соответствовать смещение кривой вправо. Допустимая скорость перемещения термометра при непрерывной регистрации зависит от постоянной времени и может изменяться от 300 до 1000 м/ч. Термограмму следует регистрировать при постоянной скорости перемещения термометра по скважине во избежание искажений в результате ухода показаний, связанного с тепловой инерцией прибора.

5.44. Для построения температурной шкалы термограммы проводят градуировку термометра. Она должна проводиться не реже одного раза в три месяца и после ремонта.

6. ОФОРМЛЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ КАРОТАЖА

Документация и предварительная обработка материалов

6.1. 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.

6.2. 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.

На подлинниках кривых резистивиметрии должны быть указаны дополнительно:

режим исследований (наливы, откачки, естественный режим и т.д.);

время записи;

масштаб записи.

На термограммах:

величина контрольного шунта или стандарт-сигнала, постоянная прибора С и температура T_0, при которой измеряемый сигнал равен 0;

постоянная времени;

время спокойного стояния скважины.

Данные расходометрии оформляются в виде полевого журнала, где должны быть сведения:

участок и номер скважины;

режим работы;

тип и номер прибора;

дата измерений;

уровень раствора;

тарировочный коэффициент.

На кавернограммах обязательными являются данные:

тип и номер прибора;

постоянная каверномера.

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

для электрокаротажа - по отметкам нуля, записям в колонке;

для радиоактивного каротажа - по записям нулевого положения регистратора.

6.4. 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.

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

6.6. 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. 6.2), 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.

6.7. 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.

6.8. 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.

6.9. 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 скорость, когда расхождения в амплитудах аномалий на кривых, зарегистрированных с этой и в два раза меньшей скоростью против слоев с минимальной мощностью, подлежащих изучению, не превышают допустимых для каждого метода погрешностей измерения.

6.10. 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.

Контрольные измерения для всех видов каротажа рекомендуется проводить при подъеме зонда через каждые пять точек.

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

Хорошее качество - результаты измерений полностью соответствуют требованиям настоящих Норм.

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.

Материалы с оценкой "брак" к обработке не допускаются и подлежат полной переделке.

6.12. 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. Акт составляется в двух экземплярах. Один экземпляр акта хранится у начальника партии (отряда), другой в экспедиции (отряде).

6.13. 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.

6.14. 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).

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

Обработка каротажных диаграмм и других первичных материалов

6.16. 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.

6.17. 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 (этало-

нировочные) графики, режим работы аппаратуры, скорость записи, правильность выбора предела измерений; при радиоактивном каротаже – правильность выбора постоянной времени t.

6.18. 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].

6.19. 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.

6.20. 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) и естественного гамма-излучения пород в скважине. Показания всех кривых должны быть выражены в одинаковых единицах(обычно в имп/мин).

6.21. 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.

6.22. 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.

6.23. Продольные волны при сейсмокаротаже регистрируются первыми и их выделение и корреляцию следует проводить по обычным для сейсморазведки принципам.

6.24. 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.

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

продольные волны Р, распространяющиеся вдоль образующей скважины;

поперечные (поверхностные) прямые волны $S + R$, регистрируемые 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).

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

а) выделение и корреляция на осциллограммах основных волн Р 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_A 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.

6.27. 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.

6.28. Форма вступления волны Р 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.

6.29. Скорость V_p 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.

6.30. 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 К - 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%.

6.31. Обработка данных резистивиметрии начинается с весьма тщательного совмещения по меткам всех резистивиметровых кривых на одном чертеже.

По резистивиметровой кривой, снятой до нарушения естественного режима подземных вод, по диаграмме зависимости

удельного сопротивления водных растворов $NaCl$ (поваренной соли) от концентрации при различных температурах определяется естественная минерализация пластовых вод.

6.32. По данным резистивиметрии при наливах строится поинтервально график изменения вертикальной скорости движения воды. При построении графика необходимо учитывать, что увеличение вертикальной скорости движения воды вызывается переходом с большего на меньший диаметр скважины. Исправление искаженных графиков может быть выполнено при наличии кавернограммы путем приведения этих скоростей к номинальному диаметру скважины.

6.33. По изломам графика вертикальной скорости устанавливаются слои различной проницаемости, включая водоупоры, отмечаются их границы и мощности. По значениям величин вертикальной скорости в точках излома подсчитываются частные дебиты поглощения по соответствующим формулам [5]. При исследовании напорных комплексов графически определяются пьезометрические уровни водоносных пластов.

С получением всех этих данных послойно рассчитываются коэффициенты фильтрации и водопроводимости поглощающих горизонтов, после чего оцениваются средний коэффициент фильтрации и суммарная водопроводимость всей толщи.

6.34. В случаях, когда дебиты налива не дают ощутимого повышения уровня воды в скважине, при расчетах коэффициента фильтрации следует задаться условным повышением уровня, равным погрешности его измерения, т.е. 0,01 м.

6.35. При обработке материалов резистивиметрии при откачках и исследовании естественного динамического режима подземных вод учитывается появление и интенсивность роста аномалии сопротивления при различных циклах снятия резистивиметровых кривых.

Значения концентрации электролита для различных моментов времени определяются по величинам сопротивлений воды с использованием диаграммы зависимости УЭС от концентрации для определенной температуры (температура определяется по термограмме).

6.36. Результаты измерений расходомером оформляются в полевом журнале, который должен иметь следующие основные графы:

h – глубина до точки замера, м;

n_i – основной замер скорости вращения крыльчатки, об/мин;

$Q_{пр}$ – расход потока, проходящего через прибор, зависящий от тарировочного коэффициента, л/с;

d – диаметр скважины в точке замера (по кавернограмме), мм;

K_d – коэффициент, учитывающий диаметр скважины и определяемый из соответствующего паспортного графика;

Q – расход потока в скважине ($Q = Q_{пр} K_d$), л/с;

Q_y – расход потока в скважине, приведенной к единому дебиту (в случае налива с различным дебитом), л/с.

6.37. В журнале следует приводить в виде таблиц с указанием времени замеров сведения о динамическом режиме по данным синхронных замеров дебита и глубины до динамического уровня.

6.38. В процессе расходометрических измерений следует составлять рабочий график расхода потока, который позволяет оперативно производить детализацию и контроль.

6.39. При графическом изображении расходометрических данных следует включать:

графики для всех ступеней динамического режима;

графики удельного дебита водопритока (водопоглощения) проницаемых слоев разреза или коэффициенты фильтрации с указанием глубины залегания их границ и пьезоуровня;

дебиты откачек, налива, фонтанирования;

понижения (повышения) динамического уровня;

результаты пробных или опытных откачек;

фактическую глубину скважины.

6.40. При интерпретации данных расходометрии необходимо использовать палетки теоретических расходограмм.

При уточнении границ и мощностей проницаемых пластов следует учитывать влияние гидравлических сопротивлений скважины на приток воды.

При уточнении строения проницаемых пластов не следует стремиться к большой детализации.

6.41. Погрешность определения расхода воды в скважинах в ряде случаев может достигать 10%.

6.42. По нижней границе аномалии на термограммах определяются:

поглощающий (отдающий) пласт при расположении его ниже интервала перфорации;

место поступления воды в колонну при расположении поглощающего (отдающего) пласта выше места поступления воды в колонну.

При работе методом оттартывания при расположении отдающего пласта выше места поступления воды в колонну по относительному постоянству температур можно определить интервал затрубного движения жидкости.

6.43. Данные о геотермической характеристике пород в скважине (сухой или заполненной фильтратом промывочной жидкости) рекомендуется показывать в виде отдельного графика изменения температуры с глубиной в масштабе разреза или в виде таблицы, содержащей глубины границ, интервалов с постоянной геотермической характеристикой, с указанием против них температуры пород.

6.44. При стационарных наблюдениях температуры в скважинах следует строить графики распределения по глубине температуры грунта, по которым затем проводить огибающие кривые (максимальные и минимальные температуры), характеризующие изменение геотермических условий в скважинах.

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

глубину распространения годовых колебаний температуры с учетом ее асимметрии и геотермического градиента;

среднегодовую температуру грунта на глубине нулевых годовых амплитуд температуры.

6.46. 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 термограмм проводят мерзлотно-грунтовое микрорайонирование исследуемой территории и выделение инженерно-геологических элементов по температурным условиям.

6.47. В глубоких гидрогеологических скважинах (самоизливающихся и откачиваемых) по температурным измерениям возможно определение водопроводимости пород и послойных определений коэффициента фильтрации. Эти возможности основаны на том, что распределение температуры в стволах "работающей" скважины заключает в себе всю информацию о частных дебитах и водопроводимостях каждого водоносного горизонта разреза. Для этого необходимы сведения об общем дебите скважины, температуре каждого слоя, его мощности и понижении уровня воды от пьезометрического до динамического. Температура и мощности слоев снимаются с термограмм.

Отчетность

6.48. 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.

6.49. 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).

6.50. 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.

6.5I. 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 работы", 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.

6.52. К отчету прилагаются следующие графические материалы:

I) 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. руб.;

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

6.53. 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.

6.54. 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).

6.55. 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.

6.56. 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. руб.

Порядок прохождения отчетов

6.57. 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.

7. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КАРОТАЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

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

7.2. 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

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

7.4. Расчленение разреза скважины непосредственно по результатам каротажных исследований (КС, ПС, ГК, ГГК, 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 (минерализация воды или фильтрата, зоны проникновения, диаметра скважины и т.п.).

7.5. 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

7.6. 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.

7.7. 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.

7.8. Для проведения детальной корреляции используются диаграммы (записи визуальных показаний) стандартного элект-

рического каротажа (КС, ПС), диаграммы КС, полученные при БКЗ зондами малой длины, диаграммы микрозондов и кавернометрии. Детальная корреляция проводится в масштабе I:I00.

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

7.I0. 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 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

7.II. 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, диаграммам (записям) радиоактивного каротажа (ГК, ГГК, ННК).

7.I2. Достоверность выделения границ слоев зависит от соотношения геофизических параметров слоев, типов и размеров зондов, метода каротажных работ.

7.I3. Интерпретация каротажных диаграмм с целью выделения и определения местоположения границ слоев пород должна проводиться в соответствии с методическими материалами по каждому методу исследований.

7.I4. Методика комплексной интерпретации диаграмм по определению границ слоев должна постоянно контролироваться и корректироваться по скважинам с высоким выходом керна (90-I00%).

7.15. 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.

7.16. Погрешность определения глубин залегания границ слоев пород должна быть не более ± 10% их действительного местоположения.

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

7.17. Разрезы, представленные скальными и полускальными породами (изверженными, метаморфическими, карбонатными), для которых характерны трещиноватость, закарстованность, наличие тектонических нарушений в виде ослабленных зон, должны изучаться с помощью комплекса каротажных методов, состоящего из КС, ПС, ГК; ГГК, АК, СК, кавернометрии.

7.18. 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.

7.19. 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 ГК и минимальные значения потенциала на кривой ПС (при отсутствии глинистого заполнителя трещин).

7.20. На диаграммах микрозондов и кавернограммах против трещиноватых пород часто наблюдается изменчивость по-

казаний. На диаграммах микрозондов иногда выделяются отдельные трещины.

7.21. По данным АК выявляется в основном микротрещиноватость пород, по СК – макротрещиноватость массива.

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

ИЗУЧЕНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАЗРЕЗОВ

Выявление обводненных и проникаемых зон, определение их мощности

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

7.24. 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.

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

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

минимальные показания ГК.

7.26. По данным расходометрии и резистивиметрии, в результате обработки полевых материалов с учетом требований инструкций и методических материалов геологический разрез расчленяется на водоупорные 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

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

7.28. 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.

7.29. Расход потока через сечения ствола скважины в каждой точке вычисляется по формуле

$$Q_{скв} = Q_{пр} \cdot Kd ,$$

где $Q_{пр}$ – расход потока через прибор, определяемый по скорости вращения крыльчатки;

Kd – переходный коэффициент расхода за изменение диаметра скважины.

7.30. 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

7.31. Количественная оценка общей минерализации вод проводится по данным резистивиметрических исследований на основе известной зависимости удельного сопротивления растворов от концентрации различных солей при $t = 18^{0}$. Поправка за температуру в исследуемом интервале скважины устанавливается по данным температурных измерений при соответствующей выстойке скважины. При небольшой глубине залегания водоносного горизонта (15 м) допускается давать величину удельного сопротивления воды без введения поправки.

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГОРНЫХ ПОРОД

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

7.33. Геологическая интерпретация данных 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.

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

7.35. 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 $\pm$ 0,05 г/см^3, влажность - $\pm$ I,5%).

7.36. 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.

7.37. 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

7.38. 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.

7.39. 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.

7.40. 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.

7.41. 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.

7.42. 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.

ЛИТЕРАТУРА

I. Альбом теоретических кривых электрического каротажа скважин. М., Недра, I965.

2. Башлыкин Н.И. Микроэлектрические методы исследования угольных скважин. М., Недра, I970.

3. Брашнина И.А. Методика геофизических исследований в районах развития карста. - Тр. ПНИИИСа. М., I972, вып. I5.

4. Гершанович И.М., Черняк Г.Я. и др. Методические рекомендации по каротажу гидрогеологических скважин. Ч. I, М., Недра, I972.

5. Гринбаум И.И. Расходометрия гидрогеологических и инженерно-геологических скважин. М., Недра, I975.

6. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. М., Недра, I972.

7. Комаров С.Г. Геофизические методы исследования скважин. М., Недра, I973.

8. Пирсон С. Дж. Справочник по интерпретации данных каротажа. М., Недра, I966.

9. Редозубов Д.В. Геотермический метод исследования толщ мерзлых пород. М., Недра, I966.

I0. Ряполова В.А. Методические указания по геофизическим методам исследования скважин на изысканиях железных дорог. М., Оргтрансстрой, I962.

II. Ряполова В.А., Гершанович И.М., Кочетков В.Ф. Геофизические исследования скважин. - Тр. ПНИИИСа. М., I969, вып. I.

I2. Справочник геофизика. Т. 2. Геофизические методы исследования скважин., М., Гостоптехиздат, I96I.

I3. Техническая инструкция по проведению геофизических исследований в скважинах. М., Недра, I985.

I4. Рекомендации по применению радиоизотопных методов в гидромелиоративных изысканиях. Изд. НИИОСП. М., I975.

I5. Горяинов Н.Н. Сейсмоакустические методы при инженерно-геологических исследованиях рыхлых пород. Изд. ВСЕГИНГЕО, М., I977.

I6. Гринбаум И.И. Геофизические методы определения фильтрационных свойств горных пород. М., Недра, I965.

I7. ГОСТ 2306I-90. "Грунты. Радиоизотопные методы измерения плотности и влажности".

Приложение I
Справочное

ТЕРМИНЫ, ШИФРЫ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

В табл. I и 2 даны буквенные шифры методов геофизических исследований скважин (ГИС) и сокращения основных терминов, рекомендуемые для обязательного применения. Термины и шифры соответствуют ГОСТ 22609-77 "Геофизические исследования в скважине. Термины, определения и буквенные обозначения". Шифры образованы начальными буквами слов, составляющих термин (например ЭК - электрический каротаж).

Основные обозначения физических и геофизических величин, измеряемых и определяемых с помощью ГИС, приведены в табл. 3.

Таблица I

Буквенные шифры ГИС

Каротаж	Модификация каротажа	Термин
I	2	3
ЭК		Электрический каротаж
	КС	Каротаж сопротивления
	$КС_{гз}$	КС градиент-зондом
	$КС_{пз}$	КС потенциал-зондом
	БКЗ	Боковое каротажное зондирование
	БК	Боковой каротаж
	МК	Микрокаротаж
	БМК	Боковой МК
	ТК	Токовый каротаж
	МСК	Каротаж методом скользящих контактов
	ЭП	Каротаж электродных потенциалов
	ВП	Каротаж вызванных потенциалов

Продолжение табл. I

I	2	3
	ПС	Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации
	ПИС	ПС с изменением минерализации промывочной жидкости
	ГПС	Каротаж градиента ПС
АК		Акустический каротаж
	ВК	АК с регистрацией волновых картин
	ФКД	АК с регистрацией фазокорреляционных диаграмм
	АКЦ	Акустический контроль цементирования скважин
РК		Радиоактивный каротаж
	ГК	Гамма-каротаж
	СГК	Спектральный ГК
	ГГК	Гамма-гамма-каротаж
	ГГК-П	Плотностной ГГК
	ГГК-С	Селективный ГГК
	СГГК	Спектральный ГГК
	НК	Нейтронный каротаж
	НГК	Нейтронный гамма-каротаж
	АНГК	Активационный НГК
	ННК	Нейтрон-нейтронный каротаж
	НКТ	НК по тепловым нейтронам
	НКН	НК по надтепловым нейтронам
	РРК	Рентгенорадиометрический каротаж
ЯМК		Ядерно-магнитный каротаж
КВ		Кавернометрия
Рез.		Резистивиметрия
Тер.		Термометрия скважин
Инк.		Инклинометрия скважин
Нак.		Наклонометрия скважин
Рас.		Расходометрия

Таблица 2

Сокращения основных терминов

Сокращение	Термин
ГИС	Геофизические исследования скважин
ДС	Диаметр скважины
УЭС	Удельное электрическое сопротивление
КУП	Кажущаяся удельная проводимость
КС	Кажущиеся УЭС
ПС	Потенциал самопроизвольной поляризации

Таблица 3

Основные обозначения, принятые в ГИС

Буквенные обозначения	Величина
I	2
A	Амплитуда, токовый электрод зонда
a	Коэффициент затухания, поглощения
$a_{ПС}$	Снижение амплитуды ПС
d	Диаметр, номинальный диаметр скважины
d_c, $d_{скв}$	Диаметр скважины
$d_з$	Диаметр зонда, скважинного прибора
δ	Плотность, относительная погрешность
$\delta_в$	Плотность воды
$\delta_{ж}$	Плотность жидкости
$\delta_п$	Плотность породы, пласта
$\Delta t_р$	Интервальное время пробега продольной волны

Продолжение табл. 3

1	2
Δt_s	Интервальное время пробега поперечной волны
$E_{пс}$	Электродвижущая сила ПС
$E_д$	Диффузионный потенциал ПС
$E_{да}$	Диффузионно-адсорбционный потенциал ПС
$E_ф$	Фильтрационный потенциал
ε	Диэлектрическая проницаемость
f	Функциональная зависимость, частота колебаний
Γ	Газопоказания, градиент температуры
G	Геометрический фактор, газовый фактор, модуль сдвига
H	Глубина, высота, напряженность магнитного поля
h	Мощность, толщина
$h_п$	Мощность пласта
$h_{гк}$	Толщина глинистой корки
$h_{эф}$	Эффективная мощность
i	Сила тока
	Плотность тока
	Интенсивность излучения, удельная акустическая мощность
	Показания гамма-каротажа
	Показания нейтронного каротажа
$k_п$	Коэффициент пористости
$k_{пр}$	Коэффициент проницаемости
	Магнитная восприимчивость
L,l	Длина зонда
M,N	Измерительные электроды зонда
$\eta_{гл}$	Относительная глинистость
r	Радиус
ρ	Удельное электрическое сопротивление (УЭС)
$\rho_к$	Кажущееся УЭС
$\rho_п$	УЭС породы, пласта

Продолжение табл. 3

I	2
ρ_c	УЭС промывочной жидкости
$\rho_{вм}$	УЭС вмещающих пород
$\rho_{зп}$	УЭС зоны проникновения
$\rho_{пр}$	Продольное УЭС
$\rho_{тр}$	УЭС трещиноватой породы
σ	Удельная проводимость
$\sigma_к$	Кажущаяся удельная проводимость
$\sigma_п$	Удельная проводимость породы, пласта
$\sigma_{вм}$	Удельная проводимость вмещающих пород
T	Температура, модуль вектора напряженности магнитного поля Земли
X, V, Z	Составляющие векторы магнитного поля
v	Скорость
v_p	Скорость продольной волны
v_s	Скорость поперечной волны
W	Водородосодержание, влажность

Приложение 2
Обязательное

ФОРМА ЖУРНАЛА РЕГИСТРАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАЯВОК

№ п/п	Дата поступления	№ заказа	№ скважины	Виды и объемы заявленных работ	Глубина забоя	Глубина башмака колонны	Уровень жидкости	Заявитель	Исполнитель	На какое число принята заявка	Время выезда	Выполненные объемы	Причина невыполнения	Примечание (невыполн. объемы)
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5

Приложение 3
Рекомендуемое

ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ПОДГОТОВКУ СКВАЖИН ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАБОТ

I. Буровая должна иметь подъездные пути, обеспечивающие беспрепятственный подъезд каротажной станции.

2. Перед буровой должна быть подготовлена рабочая площадка для установки каротажной станции.

3. При проведении каротажных работ на скважине должна присутствовать буровая бригада, которая может привлекаться к выполнению вспомогательных работ, а также (при необходимости) повторной чистки ствола скважины.

4. Скважина подготавливается так, чтобы обеспечить беспрепятственный спуск скважинных приборов по всему стволу скважины до забоя в течение времени, необходимого для проведения всего требуемого комплекса геофизических исследований.

5. Для подготовки скважины необходимо:

проработать ствол скважины на всем незакрепленном интервале номинального диаметра в целях ликвидации уступов, резких переходов от одного диаметра к другому, мест сужения и пробок;

в слабых геолого-литологических разрезах, при наличии зон интенсивной трещиноватости и карстовых полостей необходимо проведение промежуточного каротажа с последующим закреплением обрушающегося ствола скважины обсадными трубами оптимального диаметра;

при наличии в слабом разрезе водоносных интервалов последние обсаживаются перфорированными трубами либо гидрогеологическими фильтрами для проведения гидрокаротажных работ. Фильтровальные колонны устанавливаются так, чтобы водоносный интервал был перекрыт сверху и внизу на 2-3 м. После установки колонн ствол скважины тщательно промывается так, чтобы промывочная жидкость имела вязкость не более 90 с, песка и обломочных пород не более 5%.

6. Не допускается проведение геофизических измерений в скважинах поглощающих (с поглощением уровня более I5 м/ч), переливающих или газирующих, заполненных нефтью (> I0%).

7. Геофизические исследования в скважинах проводятся по типовым и индивидуальным программам. В связи с этим скважина должна подготавливаться в соответствии с требованиями настоящих технических условий, а также условиями, изложенными в программе.

8. Геофизические исследования должны проводиться во всех разведочных инженерно-геологических и гидрогеологических скважинах глубиной более 30 м. При меньшей глубине - по необходимости.

9. Геофизические работы проводятся каротажными отрядами (партиями) по заявкам (наряд-заказам) инженерно-геологических (гидрогеологических) организаций.

I0. К заявке на производство работ должен быть приложен первичный геолого-технический паспорт скважины, в котором необходимо вводить следующие обязательные сведения: геолого-литологический разрез, глубина забоя, диаметр скважины, техническое состояние скважины, глубина башмака обсадной колонны и диаметр обсадных труб, интервалы и виды исследований, время готовности скважины к проведению измерений, уровни появления воды, установившийся уровень, интервалы поглощения промывочной жидкости, выход керна поинтервально.

II. При бурении скважин на карст скважина должна быть углублена в карстующиеся породы не менее чем на I0 м.

I2. Скважина может быть закрыта лишь после проведения всех необходимых в данной скважине геофизических исследований. В случае, если отдельные интервалы остались неисследованными, решение о закрытии скважины может быть принято только вышестоящей геологической службой.

I3. Подготовленность скважины согласно настоящим техническим условиям оформляется актом за подписями бурового мастера и геолога. Акт вручается начальнику каротажной партии перед производством работ. Начальник партии может при-

ступать к производству работ только после вручения ему акта о подготовке скважины.

14. При невозможности соблюдения технических условий по подготовке скважины геофизические работы могут в ней проводиться лишь по согласованному решению руководства.

15. В процессе проведения геофизических работ на буровой обязательно присутствие ответственного представителя геологической службы, который по окончании работ по скважине подписывает акт о проведенных работах в данной скважине.

16. В случаях, когда наблюдается прихват скважинного прибора, а также когда при повторных спусках наблюдается неоднократная остановка скважинного прибора, проведение каротажных работ прекращается.

Приложение 4
Обязательное

А К Т
О ГОТОВНОСТИ СКВАЖИНЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ГИС

Мы, нижеподписавшиеся, геолог _____
Ф.И.О.
и буровой мастер _____
Ф.И.О. назв. геол. организ.
составили настоящий акт о готовности скважины №_____ по заказу № _____ к проведению ГИС: в открытом стволе, в обсаженной части, в бурильном инструменте, через бурильный инструмент, через насосно-компрессорные трубы (НКТ) (нужное подчеркнуть).

Технические условия

уровень жидкости в скважине _____ м
уходка промывочной жидкости в интервале _____ м
вязкость _____е, содержание песка _____ %
глубина забоя
диаметр долота _____ мм, глубина перехода диаметра _____ м
глубина спуска ____ м и диаметр последней обсадной колонны __мм
состояние башмака и исправность последней колонны
глубина башмака ____ м и диаметр предыдущей колонны ____
минимальный проходной диаметр в скважине, бурильном инструменте, НКТ _____ мм.
Скважина прорабатывалась (чем, когда, до какой глубины)

Наличие заступов, обвалов, пробок и их глубина _____ м.
Наличие затяжек бурового снаряда в интервале _____ м.
Максимальный диаметр прибора _____ мм.

Подготовка скважины обеспечивает беспрепятственное прохождение геофизических приборов по всей скважине в течение _____ ч.

Геолог _____ Мастер _____ " "_____ 19__г.
Скважину принял нач. отряда _____

Приложение 5
Обязательное

ФОРМЫ ШТАМПОВ К ПОДЛИННИКАМ ДИАГРАММ ГИС

Общий штамп

Организация _____

Отдел (экспедиция) _____

Партия (отряд) _____

Заказ № _____ Участок _____

Скв. № _____ Забой _____ м

Долото диаметр _____ мм
глубина _____ м

Колонна диаметр _____ мм
глубина _____ м

Уровень жидкости _____ м

Цена первой метки _____ м

Примечание _____

_____

Дата _____ Оператор _____

г. _____

Отдельные штампы по методам

Заказ №
Скважина № _____
Кавернометрия
Прибор _____ №
_____ мл _____ ом
$C_{пр}$ _____ _____ см
_____ м/с
Дата _____

Заказ №
Скважина № _____
Термометрия
Прибор № _____
_____ мл _____ см
Ст _____ Т _____ ом
Св _____ с _____ сут
Дата _____

Заказ №
Скважина № _____
Резистивиметрия
Прибор _____ К _____
_____ ом К _____
_____ _____ см
_____ мв/
_____ см
_____

Приложение 6
Обязательное

ФОРМА ЖУРНАЛА ИЗМЕРЕНИЙ ПЛОТНОСТИ И ВЛАЖНОСТИ ГРУНТА

Организация
Экспедиция
Партия (отряд)
Тема (заказ)
Объект
Участок
Абсолютная отметка
Местоположение
Тип радиоизотопного плотномера
Номер радиоизотопного плотномера
Тип нейтронного влагомера
Номер нейтронного влагомера
Дата градуировки радиоизотопного плотномера
Дата градуировки нейтронного влагомера
Дата поверки радиоизотопного плотномера
Дата поверки нейтронного влагомера

Начат _____ 19 __ г. Окончил _____ 19 __ г.

Приложение 7
Обязательное

ФОРМА ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Показания прибора в контрольно-транспортном устройстве (КТУ)

. число
месяц
год

Номер пункта измер. или скваж.	Глубина, п.м	Вид грунта	Время измерен. с.мин	Диаметр скважины, мм	Отсчет радиоизотопного плотномера		Плотность грунта, кг/м³	Отсчет нейтронного влагомера		Объемн. влаж.	Плотн. сухого грунта	Объемн. влажн. грунта, %, с попр. на Ф орг., ск	Примечание
					единич. измер.	среднее		един. измер.	среди.				
3	4	Загорск. глина	I00	50	233 23I	232	2,05	356 354	355	35	I,7 (I700 кг/м³)		
	2,5				25I 249	250	I,98	2I4 2I6	2I5	I9	I,8 (I800 кг/м³)		

Приложение 8
Обязательное

БЛАНК ПОЛЕВОГО ЖУРНАЛА И ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ПО МЕТОДУ РАСХОДОМЕТРИИ

Участок (№ заказа) _____

Скважина № _____

Режим _____

Прибор _____

Дата _____ Уровень воды _____

п	h, м	n импульсов		t, с	$Q_{пр}$, л/с	d, мм	Kd	$Q_{скв}$, л/с
		основной	повторный					
	2	3	4	5	6	7	8	9

Оператор _____ Вычислитель _____

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Общие положения I
2. Методика и техника проведения электрического каротажа 6
3. Методика и техника проведения радиоактивного каротажа (РК) I7
4. Методика и техника проведения сейсмо-акустического каротажа 2I
5. Методика и техника проведения гидрокаротажных работ 25
6. Оформление и контроль качества материалов каротажа 34
7. Геологическая интерпретация результатов каротажных исследований 50

Приложение I. Термины, шифры и обозначения 6I
Приложение 2. Форма журнала регистрации и выполнения заявок 66
Приложение 3. Технические условия на подготовку скважин для проведения геофизических работ 67
Приложение 4. Акт о готовности скважины к проведению ГИС 70
Приложение 5. Формы штампов к подлинникам диаграмм ГИС 7I
Приложение 6. Форма журнала измерений плотности и влажности грунта 72
Приложение 7. Форма записи результатов измерений . . 73
Приложение 8. Бланк полевого журнала и первичной обработки по методу расходометрии 74

Центральный ордена "Знак Почета" трест
инженерно-строительных изысканий

Отдел технической документации
Подписано в печать 25.06.90
Зак. 248 Объем 4,5 п.л. Тир. 800

gost.e-ecolog.ru