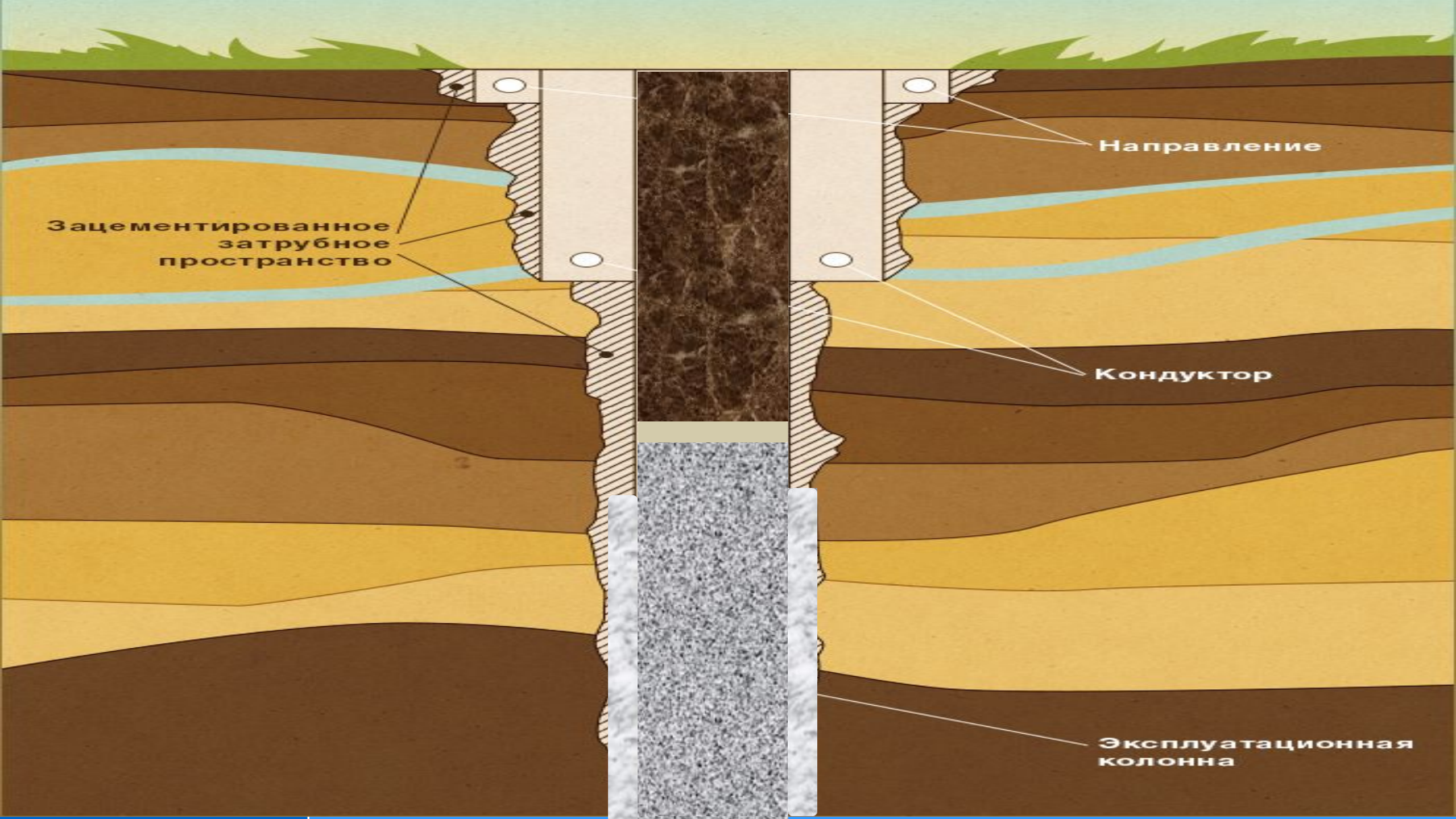




Контроль технического состояния скважин методами ГИС

Контроль качества цементирования скважин

Профессор Г.Н. Рубан



Зацементированное
затрубное
пространство

Направление

Кондуктор

Эксплуатационная
колонна

Качество цементировки обсадных колонн :

Решаются следующие задачи:

- - определение высоты подъема цементной смеси за колонной;
- - изучение характера распределения и плотности цементного камня за колонной;
- - изучение характера сцепления цементного камня с колонной и породой;
- - выявление вертикальных каналов в цементном камне; выявление заколонных перетоков флюида;
- - определение эксцентриситета эксплуатационной колонны относительно стенок скважины.
- В обязательный комплекс ГИС для решения этих задач входят следующие методы: термометрия, АКЦ (в варианте АКШ), ГГДТ.

К дефектам цементного кольца относятся:

- сообщающиеся между собой вертикальные трещины и каналы в цементном камне;
- высокая проницаемость цементного камня;
- зазоры между цементным кольцом, поверхностью колонны и стенками скважины;
- разрывы сплошности цементного кольца.

примыкающие только к поверхности колонны, либо только к стенке скважины. Вследствие ограниченной толщины цементного кольца любые каналы можно считать переточными (низкая герметичность цементного кольца).

- Одностороннее (языковое) цементирование - возникает в результате плохой центровки колонны, когда колонна одной стороной непосредственно прилегает к стенке скважины в результате чего происходит образование участков с невытесненной промывочной жидкостью – потенциальных каналов для межпластовых перетоков.
- Зазоры образуются по всему периметру колонны и считаются переточными, если они простираются на большие расстояния (более 10-20 м) по стволу скважины, имеют размеры более 20 мкм и отмечаются в интервалах коллекторов и водоносных пород.
- Разрывы сплошности цементного кольца относят к нарушению герметичности в том случае, если они близко расположены к высоконапорным горизонтам
- Через дефекты цементного кольца, колонны и НКТ, возникают заколонные перетоки, в результате которых в изолированных пустотах (зазорах, трещинах, кавернах) образуются скопления пластового флюида за колонной, пропуски через негерметичные муфтовые соединения или нарушения обсадной колонны.

Качество цементирования обсадных колонн

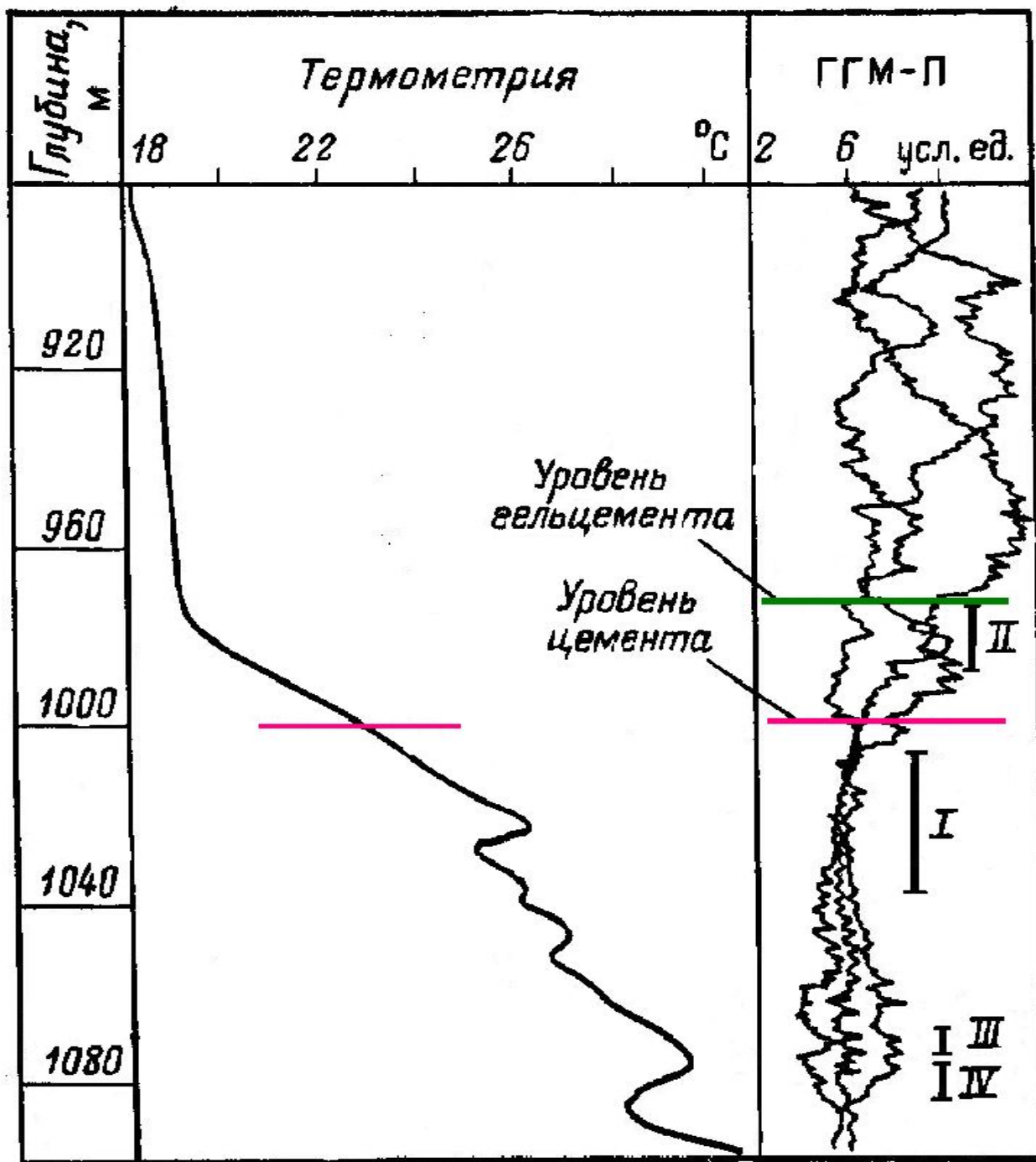
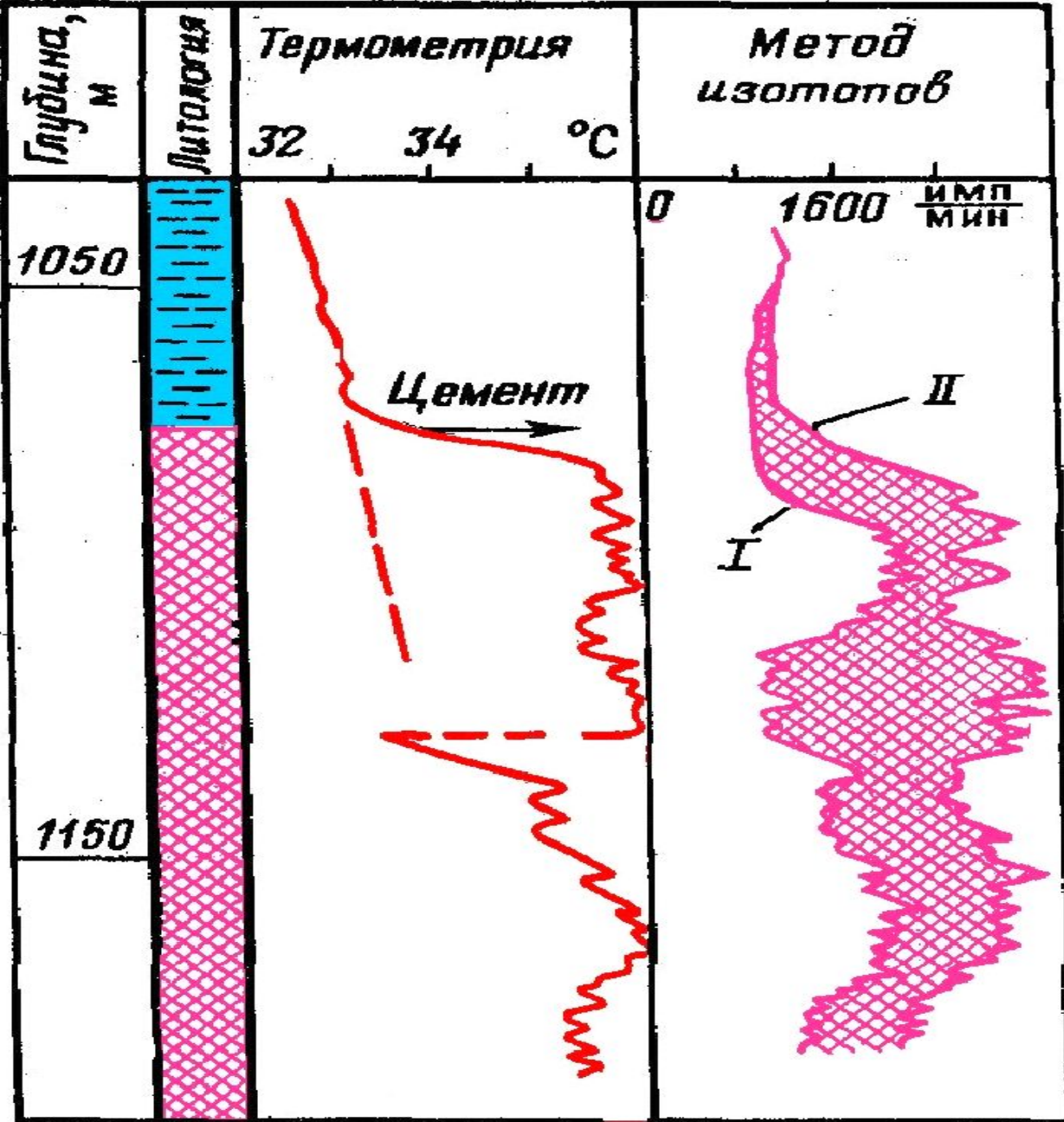
Высота подъёма цемента за обсадной колонной – это верхняя граница цементного кольца. Основным методом определения высоты подъема цемента (ОГЦ) за колонной, интервалов частичного заполнения затрубного пространства цементом является термометрия.

Зацементированный интервал отмечается на термограмме повышенными значениями температуры на фоне общего постепенного возрастания ее с глубиной и дифференциацией кривой по сравнению с кривой против незацементированных участков скважины.

Термометрия при ОГЦ проводится во всем интервале от устья до забоя скважины не позже чем через двое суток после цементирования колонны для нормально схватывающихся цементов и через 15-20 часов для быстро схватывающихся цементов. Оптимальное время исследований для нормально схватывающихся цементов – через 15-30 часов после окончания цементирования.

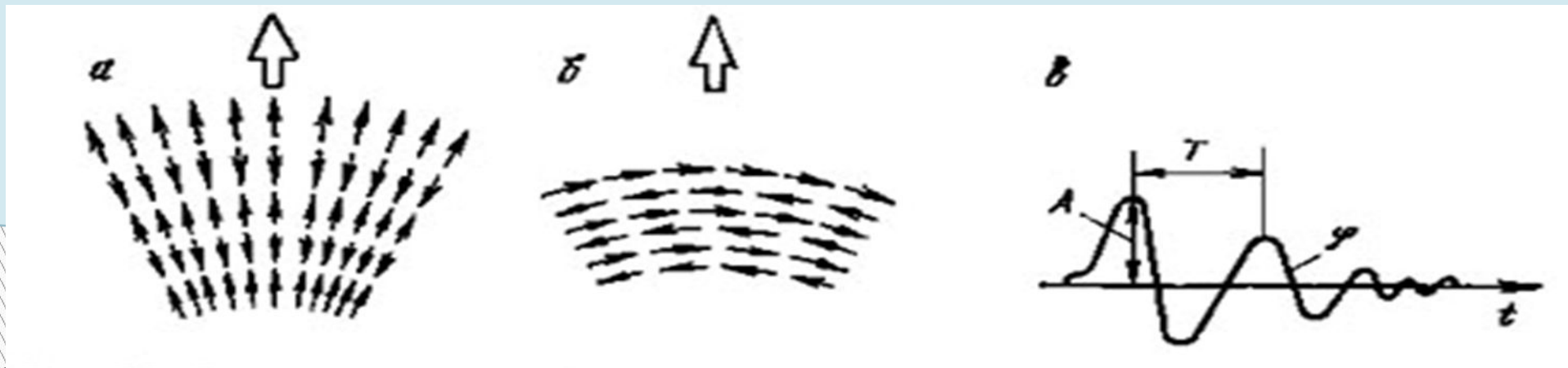
При применении нестандартных цементных растворов и в зоне вечной мерзлоты для определения оптимального времени проведения измерений, необходимо выполнить серию временных замеров термометрии в период схватывания цементной смеси через каждые 2-3 часа в течение 1-2 суток после окончания заливки.

Изучение характера распределения цементного камня за колонной, его плотности, определение эксцентриситета обсадной колонны относительно стенок скважины осуществляется методом гамма-гамма цеменометрии-дефектометрии – толщинометрии (ГГДТ).



АК. Схематическое изображение акустического поля

Акустические методы (акустический каротаж АК) основан на возбуждении в жидкости, заполняющей скважину, импульса упругих колебаний (акустического импульса) и регистрации волн прошедших через горные породы на заданном расстоянии от излучателя в одной или нескольких точках на оси скважины. Возбуждение и регистрация упругих волн при АК осуществляется при помощи электроакустических преобразователей. Измеряемые акустические параметры функционально связаны с пористостью, структурными особенностями и характером насыщения горных пород. Характеристики акустических сигналов, зарегистрированных в обсаженных скважинах, весьма чувствительны к контактам между цементным камнем, обсадной колонной и горной породой, поэтому эти методы широко применяются для оценки технического состояния скважин



а - распространение продольных волн; Т - период волны; А - амплитуда волны;
в - распространение поперечных волн;
с- волновая картина; φ - фаза волны; t - время.

Величина скорости распространения упругой волны по ходу луча зависит от упругих свойств и плотности среды, а также от типа волны. Свойства упругих тел определяются модулем их продольного растяжения и коэффициентом поперечного сокращения.

Модуль продольного растяжения (модуль Юнга) E равен отношению приложенного напряжения p к вызванному относительному удлинению образца Δl :

$$E = \frac{P}{\Delta l}.$$

Коэффициент поперечного сокращения (коэффициент Пуассона) σ является коэффициентом пропорциональности между относительным поперечным сокращением Δl_c данного упругого тела и его относительным удлинением Δl :

$$\sigma = \frac{\Delta l_c}{\Delta l}.$$

Скорость распространения продольной
упругой волны в породе

$$v_p = \sqrt{\frac{E(1 - \sigma)}{\delta_{\Pi}(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)}},$$

где δ_{Π} – плотность породы.

Скорость распространения
поперечной волны

$$v_s = \sqrt{\frac{E}{2\delta_{\Pi}(1 + \sigma)}}.$$

Минералы и горные породы как твердые тела обладают упругостью, т. е. способностью сопротивляться изменению формы и объема под действием механических напряжений.

Основными характеристиками упругих свойств тел, кроме скоростей упругих волн, являются: модуль Юнга E , модуль сдвига G , модуль объемной упругости K , коэффициент Пуассона ν . Модули представляют собой коэффициенты пропорциональности между напряжением и деформациями разных видов [продольная сжатия (или растяжения), сдвига, объемная сжатия (или растяжения)] в области действия закона Гука. Коэффициентом Пуассона называется отношение относительной поперечной деформации к продольной.

$$E = \frac{\delta v^2_s (3v^2_p - 4v^2_s)}{2 (v^2_p - v^2_s)},$$

$$G = \delta v^2_s,$$

$$K = \delta \left(v^2_p - \frac{4}{3} v^2_s \right),$$

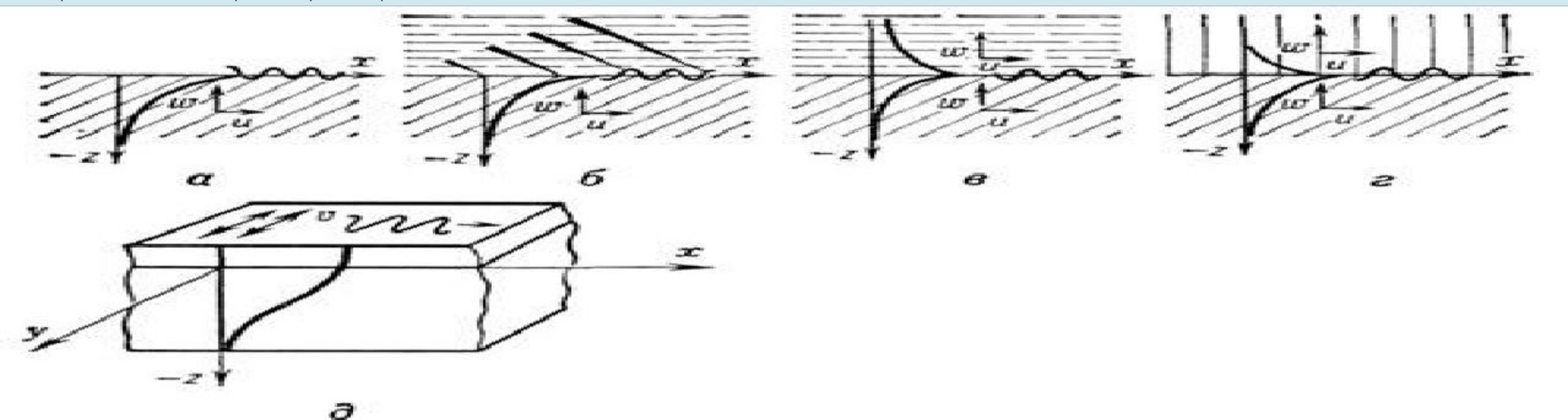
$$\nu = \frac{v^2_p - 2v^2_s}{2 (v^2_p - v^2_s)},$$

В лабораторных условиях упругие характеристики определяются статическим и динамическим методами. Первый метод основан на измерении деформаций и внешних статических напряжений, второй — на изучении распространения упругих волн в исследуемой среде. Динамический метод позволяет рассчитать упругие характеристики по значениям скоростей продольных и поперечных упругих волн и плотности ρ по формулам теории упругости

Скорость распространения упругих волн в различных средах

Горная порода или вещество	Скорость распространения упругих волн v_p м/с
Воздух	300—350
Метан	430
Нефть	1300–1400
Вода пресная	1470
Вода минерализованная	1600
Промывочная жидкость	1500–1700
Глина	1200–2500
Песчаник несцементированный	1500—2500
Песчаник плотный	3000–6000
Известняк	3000–7100
Доломит	5000–7500
Ангидрит, гипс	4500–6500
Каменная соль	4500–5500
Кристаллические породы	4500–6500
Цемент	3500
Сталь	5400

Поверхностно — активные волны *упругие волны*, распространяющиеся вдоль свободной поверхности твёрдого тела или вдоль границы твёрдого тела с др. средами и затухающие при удалении от границ. ПАВ бывают двух типов: с вертикальной поляризацией, у которых вектор колебаний частиц среды в волне расположен в плоскости, перпендикулярной к граничной поверхности (вертикальная плоскость), и с горизонтальной поляризацией, у которых вектор смещения частиц среды параллелен граничной поверхности и перпендикулярен направлению распространения волны.



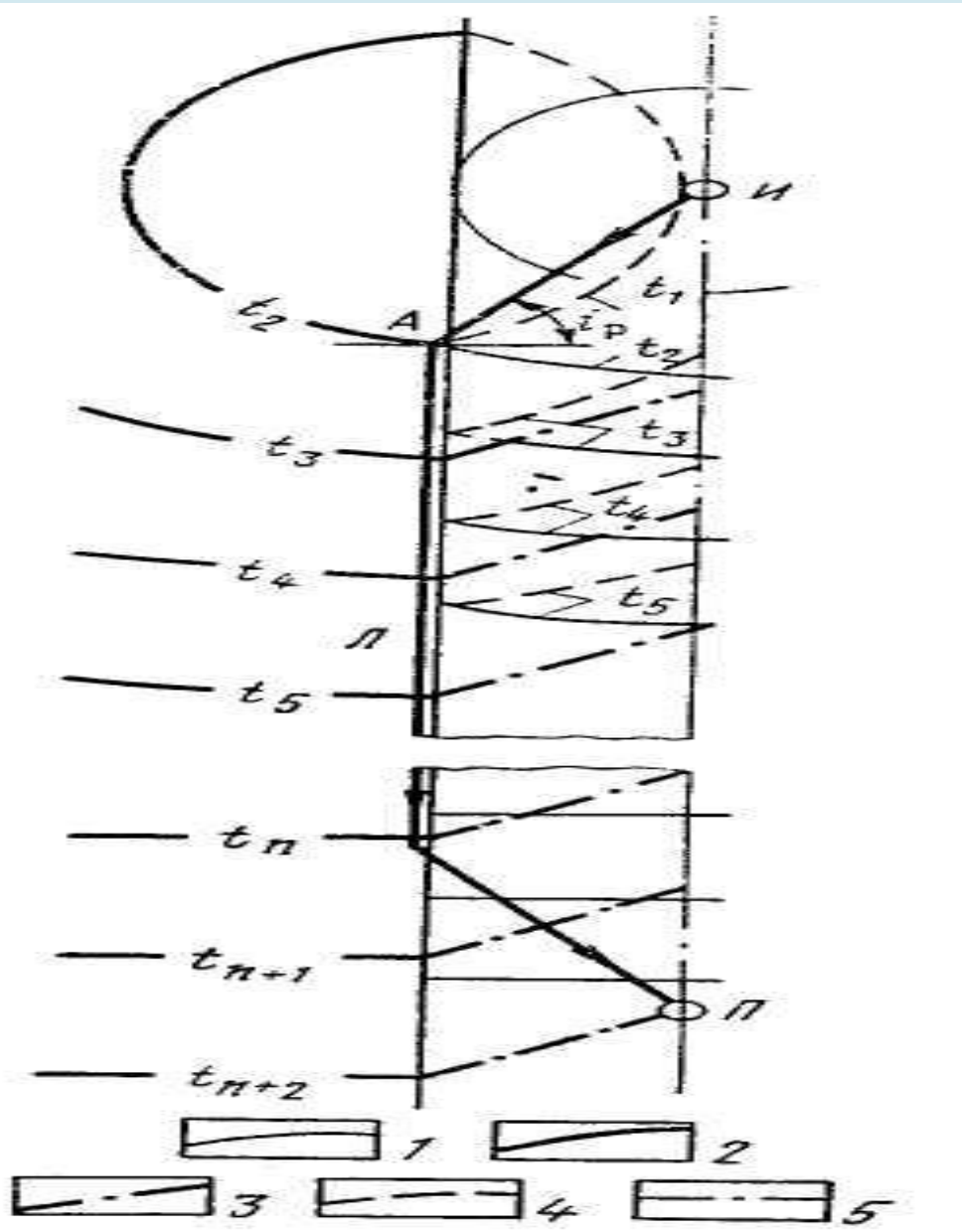
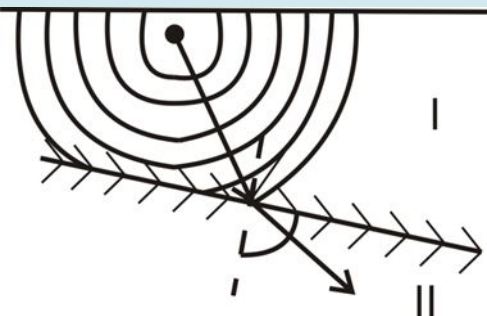
Схематическое изображение поверхностных волн различного типа (сплошной штриховкой обозначены твёрдые среды, прерывистой — жидкость; x — направление распространения волны; u , v и w — компоненты смещения частиц в данной среде; кривые изображают примерный ход изменения амплитуды смещений с удалением от границы раздела сред): **а** — волна Рэлея на свободной границе твёрдого тела; **б** — затухающая волна типа Рэлея на границе твёрдое тело — жидкость (наклонные линии в жидкой среде изображают волновые фронты отходящей волны, толщина их пропорциональна амплитуде смещений); **в** — незатухающая поверхностная волна на границе твёрдое тело — жидкость; **г** — волна Стоунли на границе раздела двух твёрдых сред; **д** — волна Лява на границе твёрдое полупространство — твёрдый слой.

Типы аппаратуры акустического каротажа

По частотному диапазону аппаратуру можно подразделить на следующие виды:

- скважинный акустический телевизор – работает на частотах 1 – 2 мГц,
- акустический каверномер и профилемер - 100 – 500 кГц,
- прижимные акустические микрозонды - 50- 500 кГц,
- аппаратура на головных волнах (СПАК, АК1-841, АКЦ) –20-50 кГц,
- низкочастотная широкополосная аппаратура (АКН-1, АКШ)-5—20 кГц,
- аппаратура межскважинного прозвучивания –0,5-10 кГц,
- аппаратура для акустических исследований в процессе бурения – ниже 120-150 Гц.

Распространение упругих волн от расположенного в скважине импульсного сферического излучателя



α – угол падения (угол между лучом падающей волны и перпендикуляром К границе раздела); α' – угол отражения; β – угол преломления (угол луча проходящей волны с перпендикуляром к границе раздела); v_1 и v_2 – скорости распространения волн в средах I и II; фронты волн в последовательные моменты времени $t_1, t_2, \dots, t_{n+2}$:
 1 – падающей продольной волны P_1 ;
 2 – проходящей продольной волны P_{12} ;
 3 – головной волны P_{121} ;
 4 – отраженной волны P_{11} ;
 5 – ось скважины

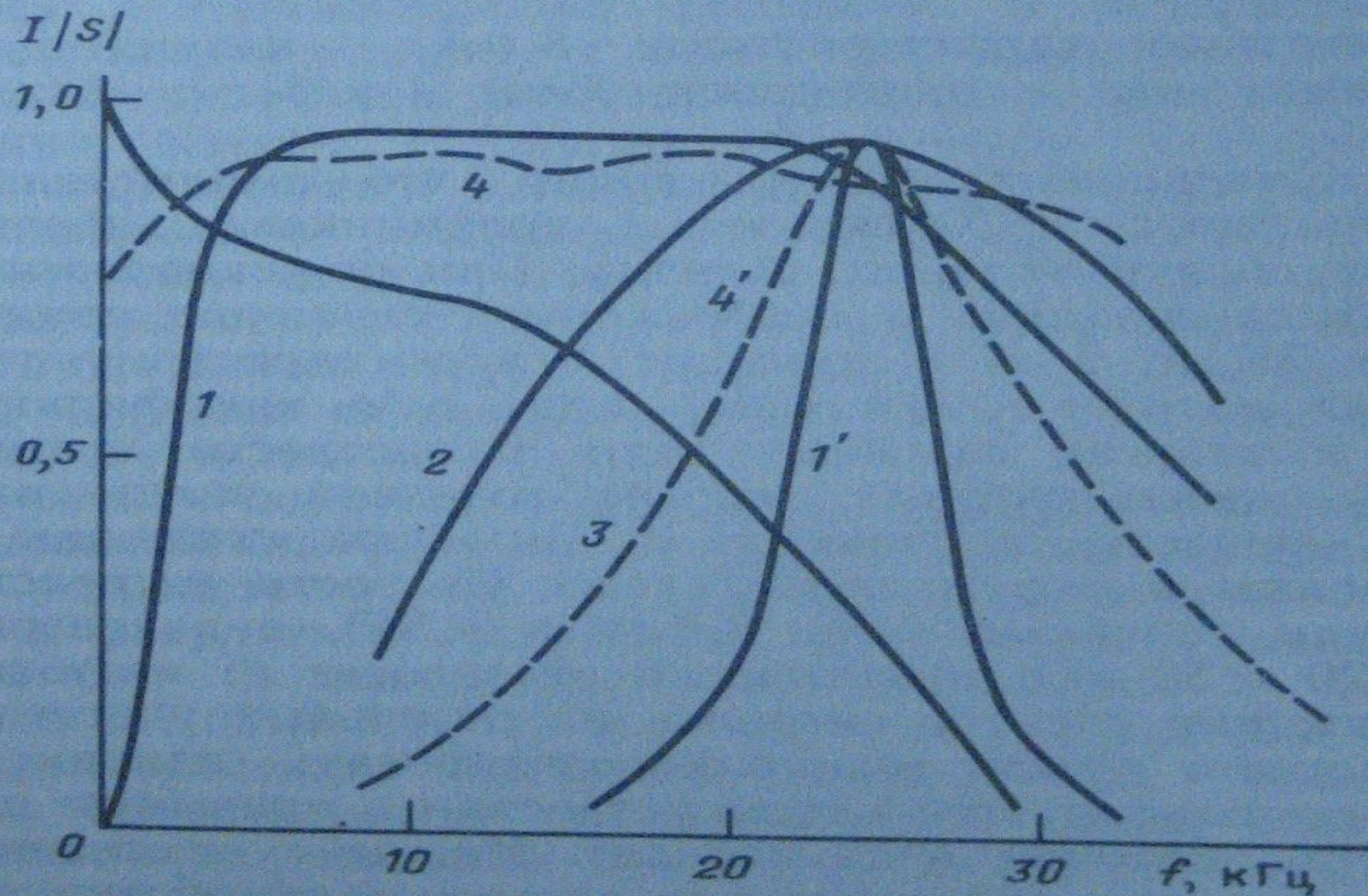


Рис. 28. Частотные характеристики электроакустического тракта:
 1 - излучатель широкополосный, 1' - узкополосный; 2 - скважина; 3
 бель; 4 - приемник широкополосный, 4' - узкополосный

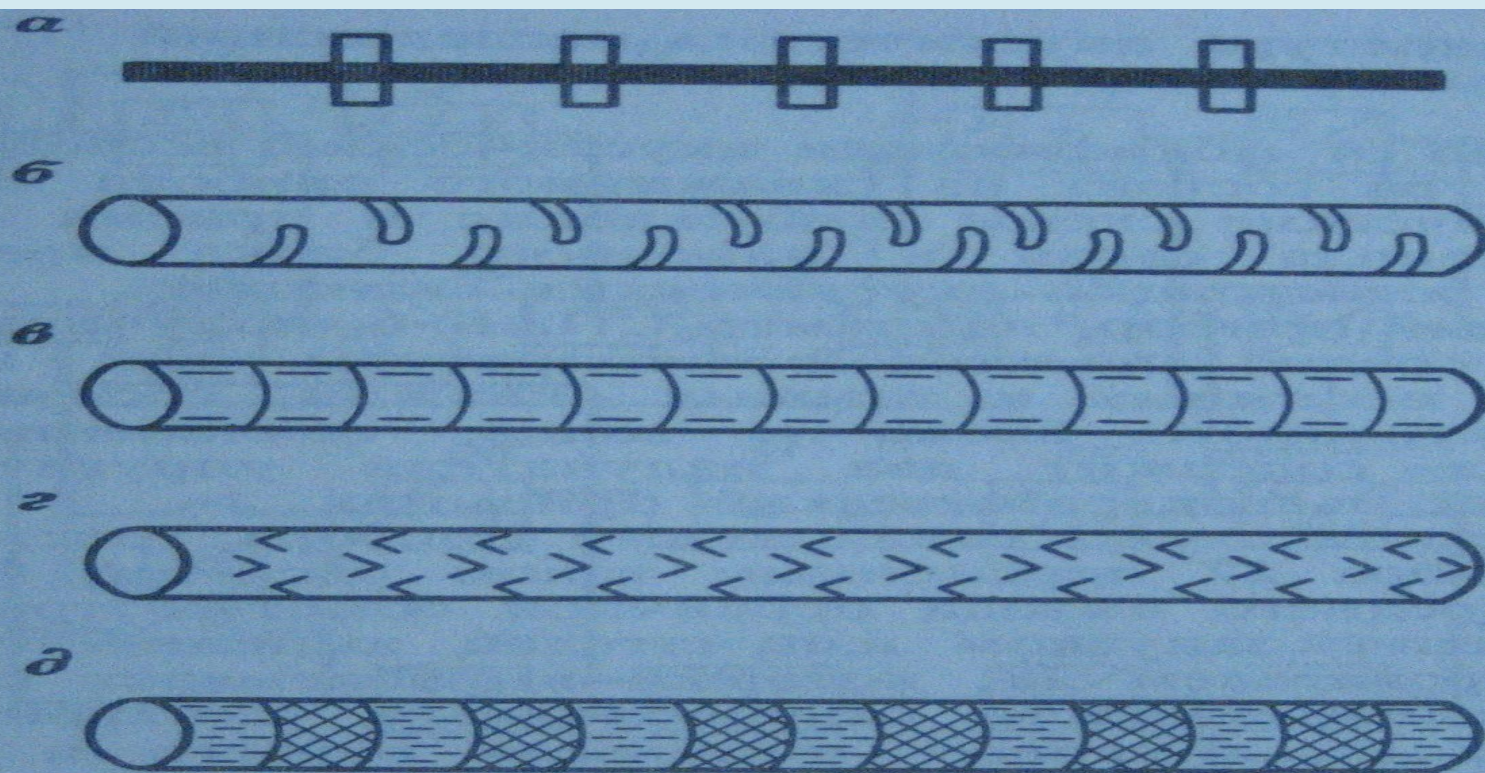


Рис. 30. Различные конструкции акустических изоляторов:
a - изолятор в виде косы между контейнерами; *б*, *г* - изоляторы негерметичные с прорезями; *в* - изолятор герметичный с внешней или внутренней резьбой; *д* - негерметичный изолятор из чередующихся элементов, выполненных из стали и резины



- Оценка качества сцепления цемента с обсадной колонной и горными породами осуществляется методом широкополосной акустической цементометрии (АКЦ)
- Метод акустической цементометрии выполняется после затвердевания цемента и не ранее, чем через 24 часа после окончания цементирования в интервале от забоя до устья скважины. Наиболее эффективные результаты методом АКЦ получаются при записи полного волнового сигнала на высоких и низких частотах (АКЦ-НВ (ВК)).

К дефектам цементного кольца относятся:

- сообщающиеся между собой вертикальные трещины и каналы в цементном камне;
- высокая проницаемость цементного камня;
- зазоры между цементным кольцом, поверхностью колонны и стенками скважины;
- разрывы сплошности цементного кольца.

Качество цементированния обсадных колонн методом акустической цементометрии

Оценка качества цементированния обсадных труб в скважине основана на высокой чувствительности динамических параметров (амплитуда A_k , коэффициент затухания a_k) акустического сигнала (волны растяжение-сжатие), распространяющегося по колонне, к жесткости механического контакта на границе цементное кольцо-колонна и «прозрачности» данной системы по отношению к волне, проходящей через нее к породе и обратно.

При наличии дефектов (трещины, пузыри, каналы, зазоры) в цементном кольце «прозрачность» системы существенно снижается и сигнал из породы не регистрируется.

Информативными характеристиками метода являются:

- A_k – амплитуда продольной волны, распространяющаяся по незацементированной колонне или обобщенная волна по колонне, цементному кольцу и горной породе ($A_{цк}$) в зацементированных интервалах;
- a_k – коэффициент затухания волны, распространяющейся по свободной колонне;
- **В качестве дополнительной информации регистрируют:**
- A_p – амплитуда волны, распространяющаяся по горной породе,
- a_p ($a_{цк}$) – коэффициент затухания волны, распространяющейся по зацементированной колонне и горной породе,
- D_{tk} – интервальное время распространения волны в колонне, в случае свободной, незацементированной колонны;
- D_{tp} – интервальное время распространения продольной волны по колонне, цементному кольцу и породе, в зацементированных интервалах

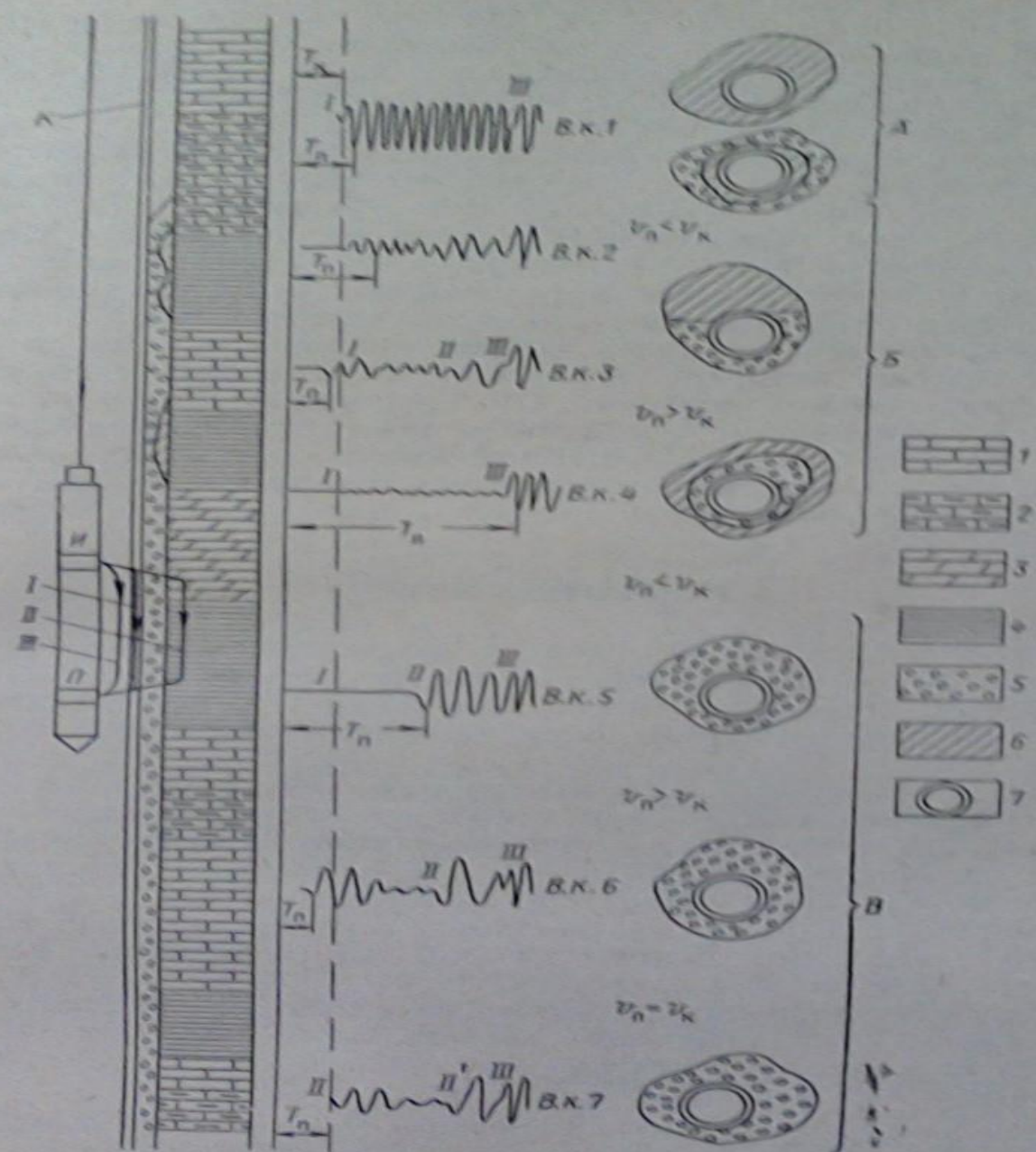
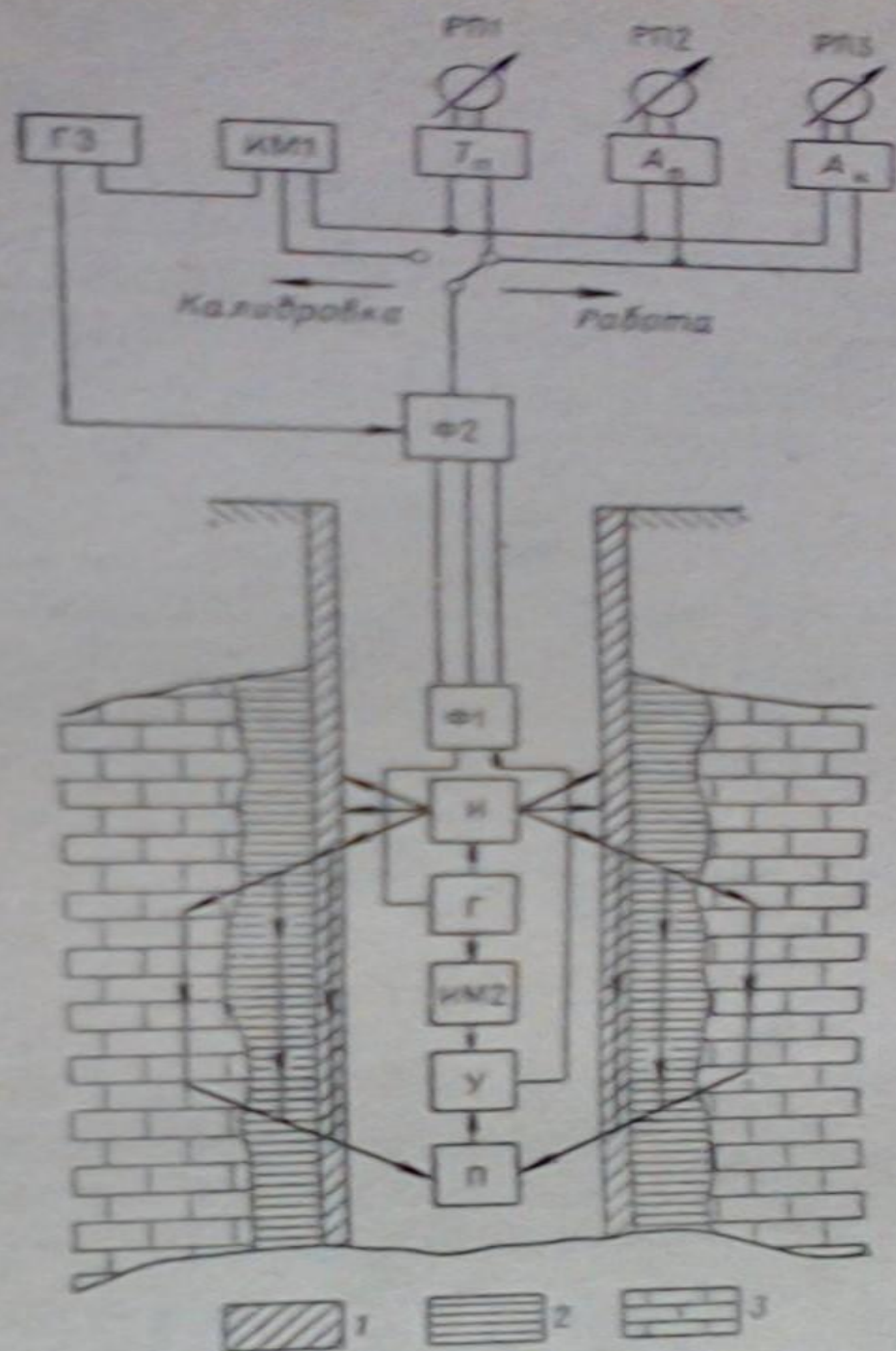


Рис. 162. Определение качества цементирования по волновым картинам.
 И — известняк; II — известняк глинистый; III — мергель; 4 — глина; 5 — цемент; 6 — промысловая жидкость; 7 — колония. Волны: I — по колонии; II — по породе; III — по промысловой жидкости в обсадной колонии. К — колония; в. к. — волновая картина; А — участок незацементированной колонии; Б — частично зацементированная колония; В — полностью зацементированная колония.

Фазокорреляционная диаграмма представляет собой волновое поле, развернутое в двух координатах: глубина-время.

ФКД получается путем выделения и высвечивания на экране осциллографа точек перехода сигнала через, нулевой (или любой заданный) уровень

Точки, относящиеся к одинаковой фазе колебания, сливаются в одну линию фазовой корреляции.

ФКД дает информацию о кинематических особенностях всех типов волн, а также используется для контроля правильного срабатывания вычислительных блоков наземных приборов АКЦ.

Палетка для определения T_k при установке «окна» в зависимости от внутреннего диаметра колонны и диаметра электроакустических преобразователей.

Сцепление цементного камня с колонной и породой в скважине, как правило, не происходит из-за глинистой пленки или корки на поверхности труб колонны и стенках скважины, поверхность обсадных труб обычно покрыта смазкой, окалиной, ржавчиной, лаком, что препятствует непосредственной связи цементного камня с металлом. Поэтому, применительно к каждой из границ в затрубном пространстве, введены следующие градации этого понятия: хороший (или жесткий) контакт, частичный и отсутствие.

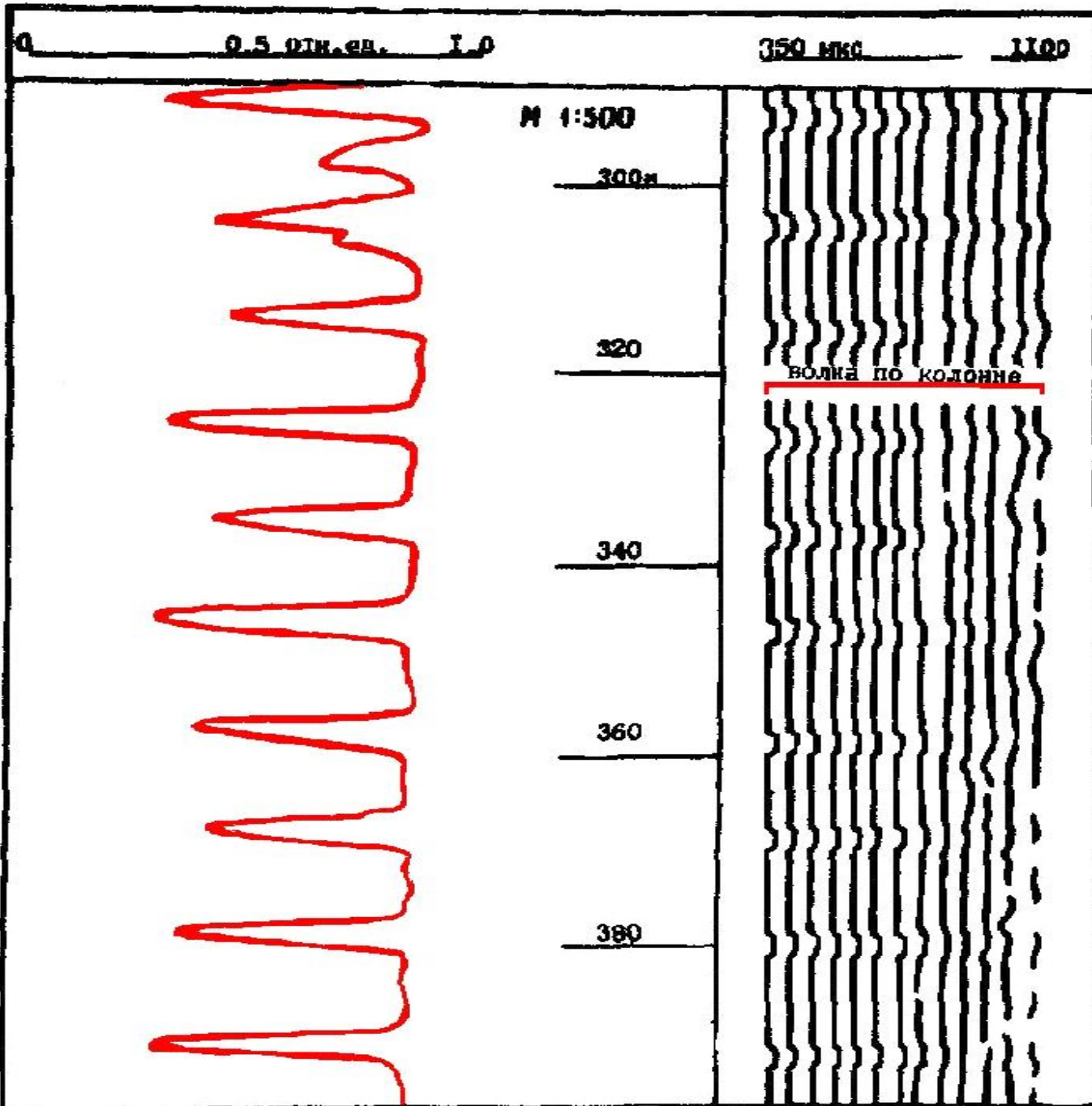
"Свободная", незацементированная колонна – в пространстве между колонной и стенкой скважины может находиться невытесненный буровой раствор (цемент за колонной отсутствует) или несхватившийся цементный раствор, или зазор между цементным камнем и колонной более 50мм (отсутствие контакта),

или разрыв сплошности цементного кольца на участке не менее длины зонда, а также наличие трещин и любых других дефектов в цементном кольце, препятствующих прохождению сигнала от измерительного зонда к горной породе и обратно и ослабляющих регистрируемый сигнал до уровня аппаратных шумов. В этом случае существует интенсивная продольная волна по колонне и поверхностные трубные волны.

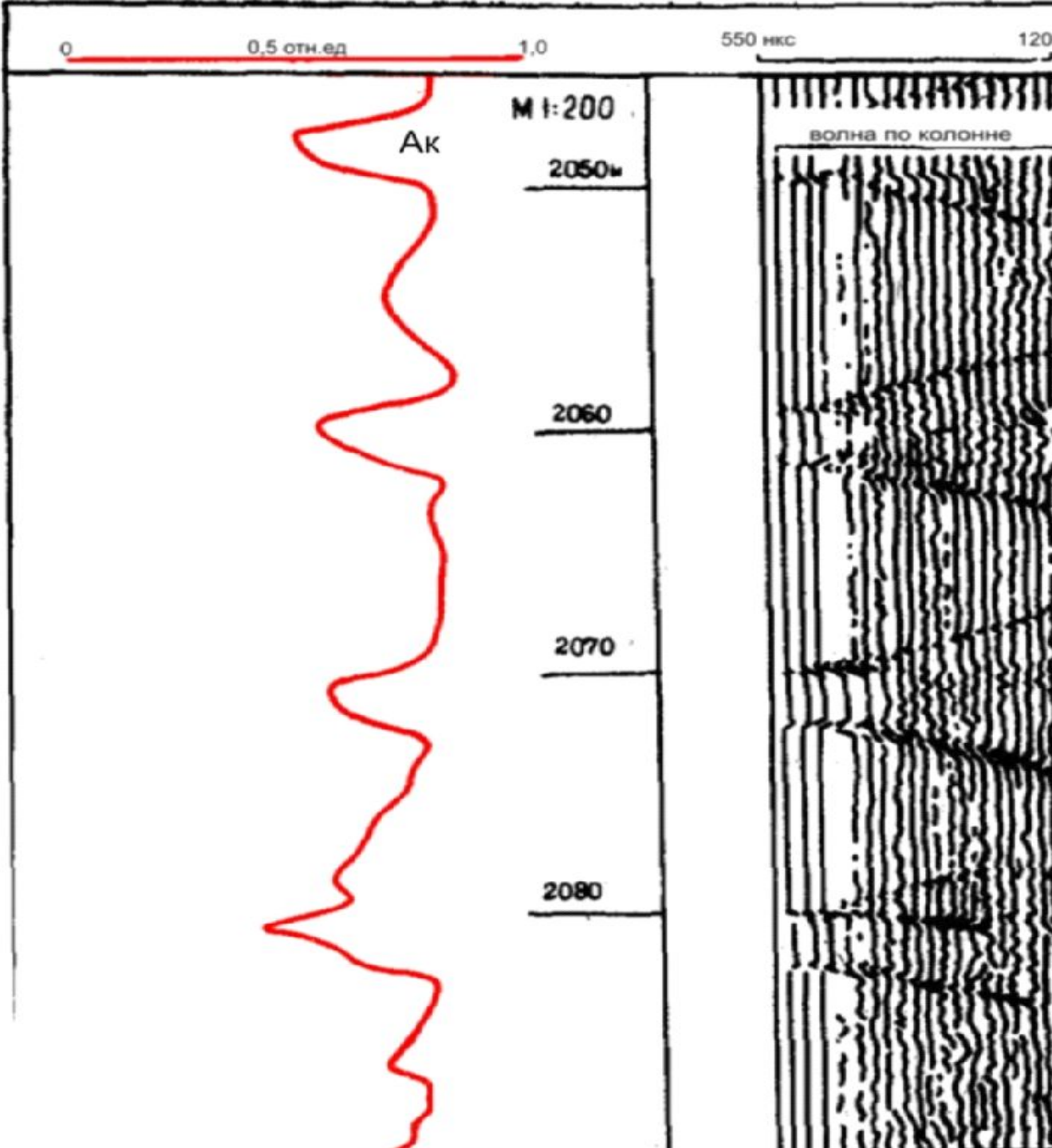
Остальные волны будут ослаблены из-за наличия нескольких границ перехода твердой в жидкую фазу и наоборот.

Регистрируемое значение скорости будет практически постоянным и равным скорости волны в колонне:

- $V = V_k = \text{const}$ или $D t = D t_k = \text{const}$



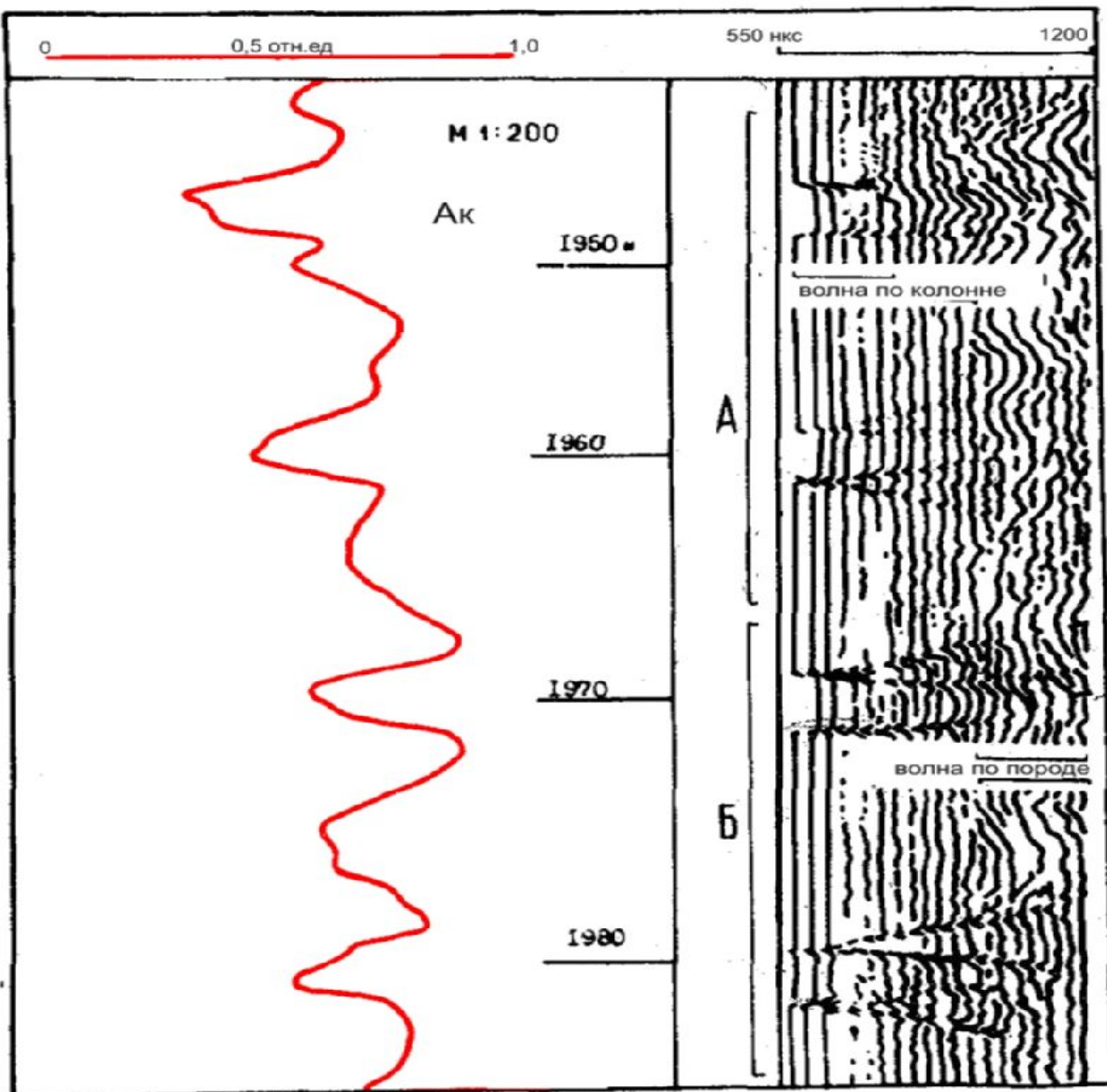
- «Свободная», незацементированная колонна. Снижение A_k до 0,7-0,8 от.е. указывает на большой коэффициент усиления приемного тракта, что приведет к ошибкам при интерпретации.



· Незацементированная обсадная колонна.

· ЛФК продольной акустической волны, распространяющейся по колонне, представлены в виде параллельных линий. Напротив муфтовых соединений наблюдаются конусообразные сдвиги ЛФК высокочастотного сигнала. Значения A_k максимальны и уменьшаются на муфтовых соединениях.

· Волнистость ЛФК в правой части и некоторое снижение амплитуды A_k свидетельствуют о том, что колонна в некоторых точках касается стенки скважины.



· Незацементированная колонна жестко прилегающая к стенке скважины (А) и не прилегающая (Б) Имеется непосредственная связь колонны с породой и часть акустической энергии распространяется по породе. Высокочастотный отраженный сигнал на участке Б указывает на отсутствие прилегания колонны к стенке скважины. Значения Ак увеличиваются до 0,8-0,9 от.ед.

0 0,5 отн.ед 1,0 550 НКС 1100

Ак

М 1:500

520 м

540

560

580

600

волна по породе

Хороший контакт - в

пространстве между колонной и стенкой скважины находится сформировавшийся сплошной цементный камень, контактирующий с колонной и породами – зазор между ними отсутствует.

Характеризуется возникновением обобщенных РРР и РSP волн, распространяющихся со скоростями, близким к скорости продольной волны в породе в необ-саженной скважине,
 $V = V_n$ или $D_t = D_{tp}$.

Волна распространяющаяся по колонне Ак уменьшается до нулевых значений

0 отн.ед

0,5 550 нкс

1200

550 нкс

1100

Ак

М 1:500

2410м

2430

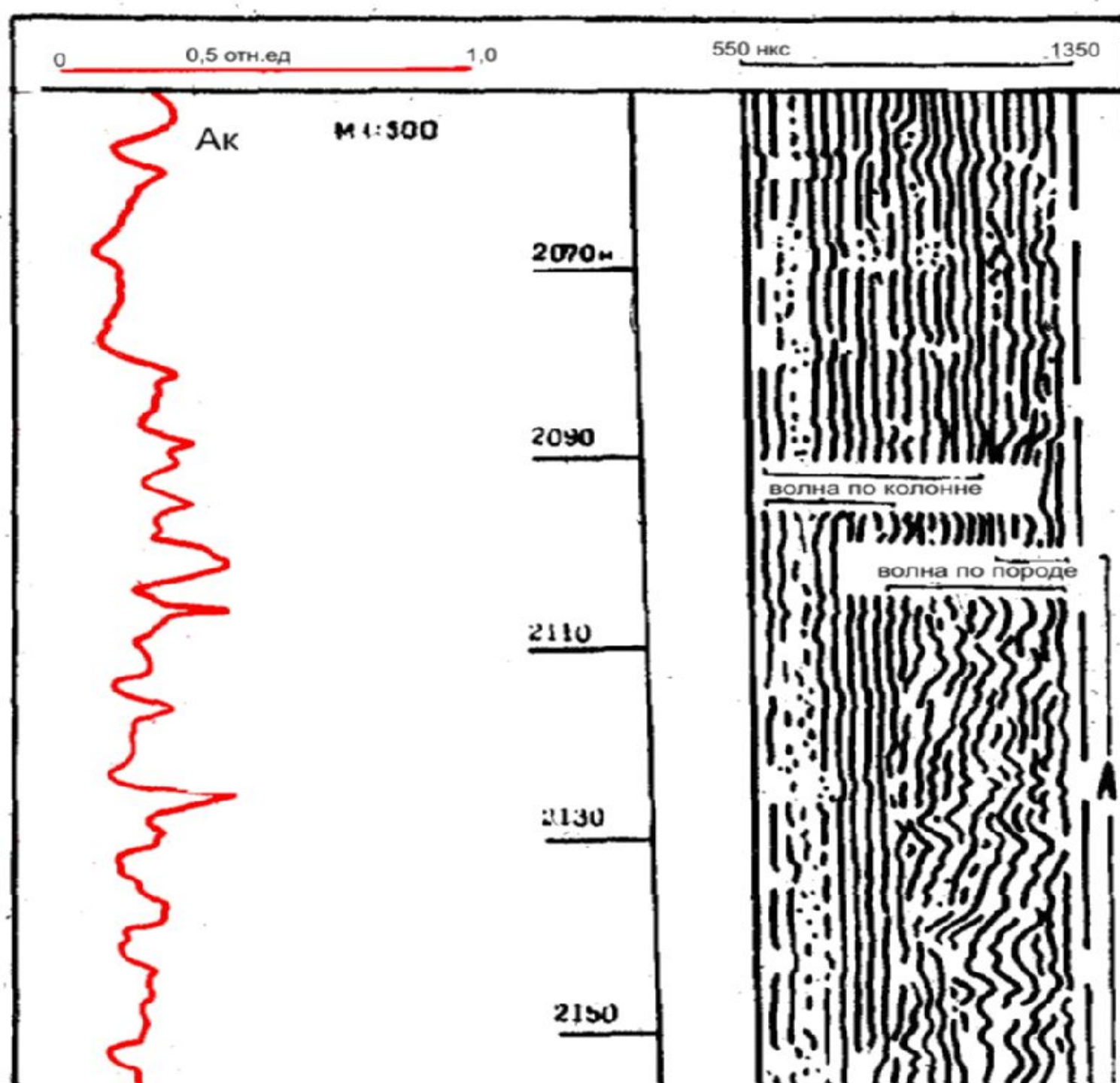
2450

2470

2490

волна по породе

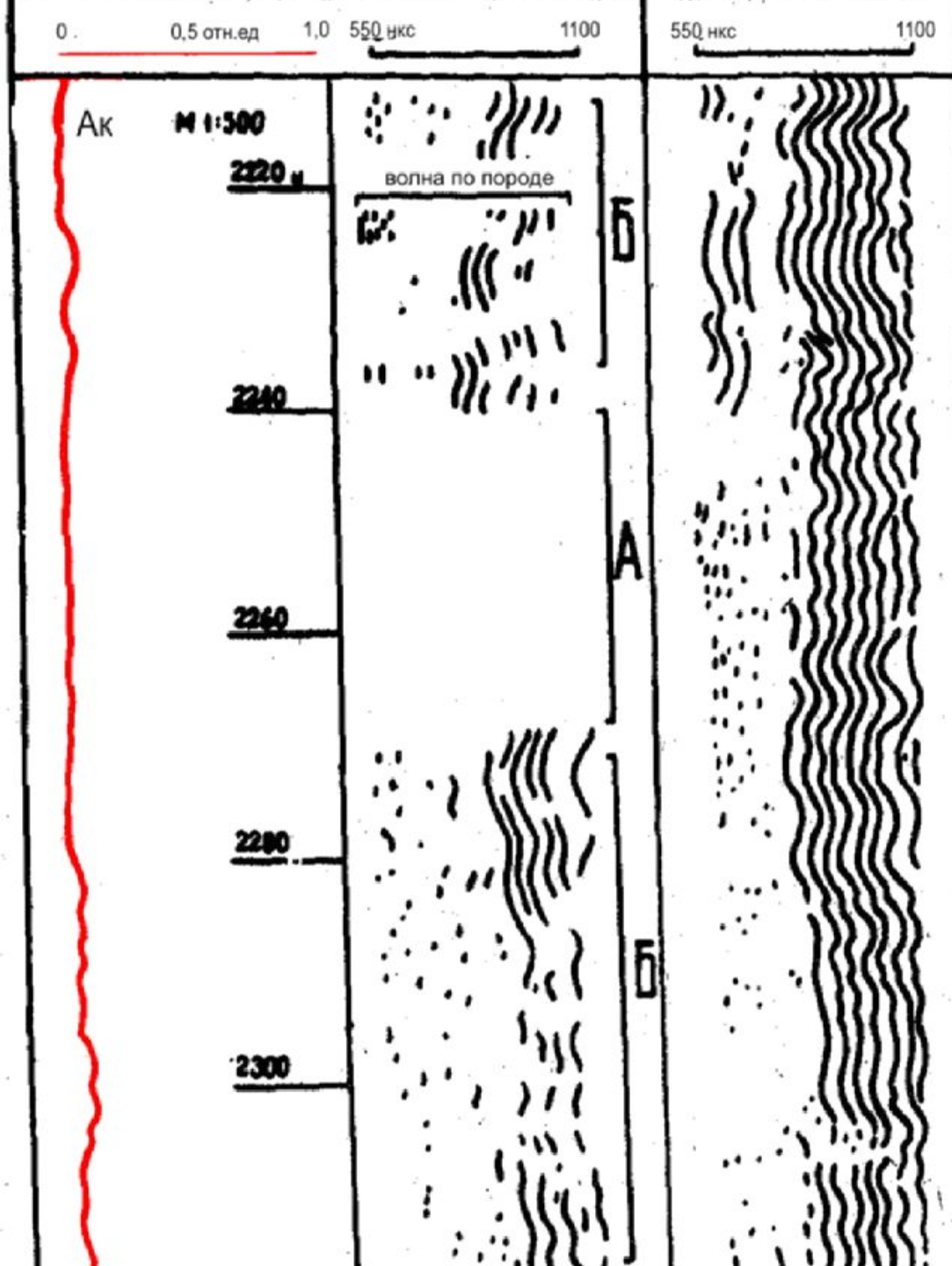
- **Хороший контакт цементного камня с высокоскоростной породой.**
- ЛФК зарегистрированные в колонне хорошо коррелируются с ЛФК полученными в открытом стволе.
- Изменение величины Ак в интервале 2430-2450м вызвано попаданием в фиксированное окно Ак волны «высокоскоростной» волны по породе.
- В интервале 2410-2430м она имеет меньшую скорость и поэтому $A_k=0$



Частичное сцепление – понятие

применяется при наличии нескольких видов дефектов контакта и цементного камня:

1. колонна зацементирована частично - контакт цементного камня с колонной не по всей поверхности, связь со стенкой скважины отсутствует. В этом случае волна в колонне будет несколько ослаблена, и вместо первого экстремума, который заключен в фиксированном окне, регистрируется второй-четвертый, последующие экстремумы. Вследствие отсутствия контакта цементного камня с породами волна в породе не регистрируется. Соотношение скоростей будет иметь вид $V = V_k - 6V$. или $Dt = Dt_k + 6Dt$, где $6V$ характеризует кажущееся уменьшение скорости вследствие регистрации последующих экстремумов.



· 2. колонна зацементирована, но контакт со стенкой скважины отсутствует,

между ними существует кольцевой микро-зазор

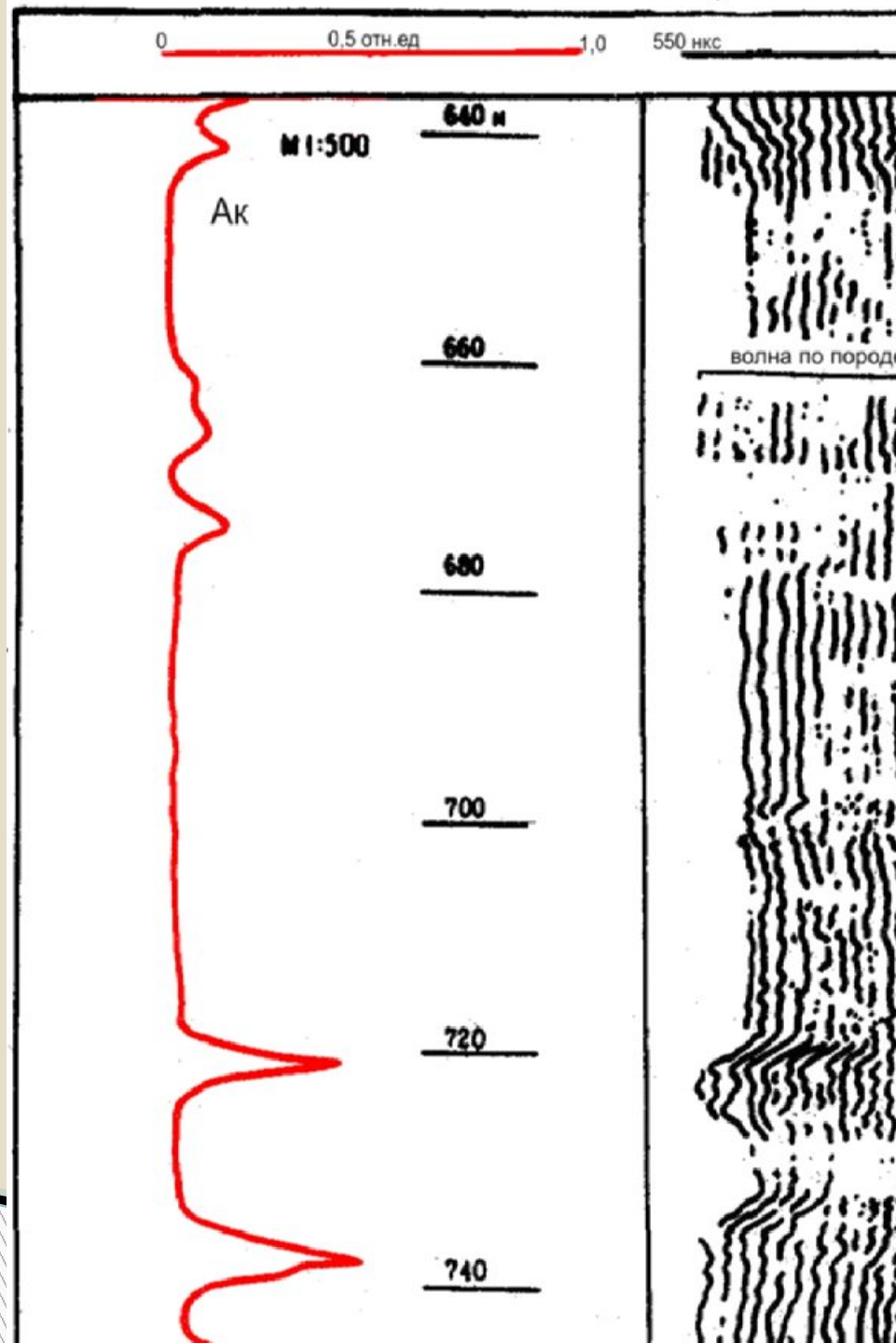
в этом случае волна в колонне также ослаблена,

но вследствие отсутствия контакта цементного камня с породами продольная волна,

распространяющаяся в породе, отсутствует (затухает). Волновой пакет содержит другие типы волн, более медленные и интенсивные.

· Соотношение скоростей будет следующее:

- $V < V_p < V_k$ или
- $D_t > D_{tp} > D_{tk}$.



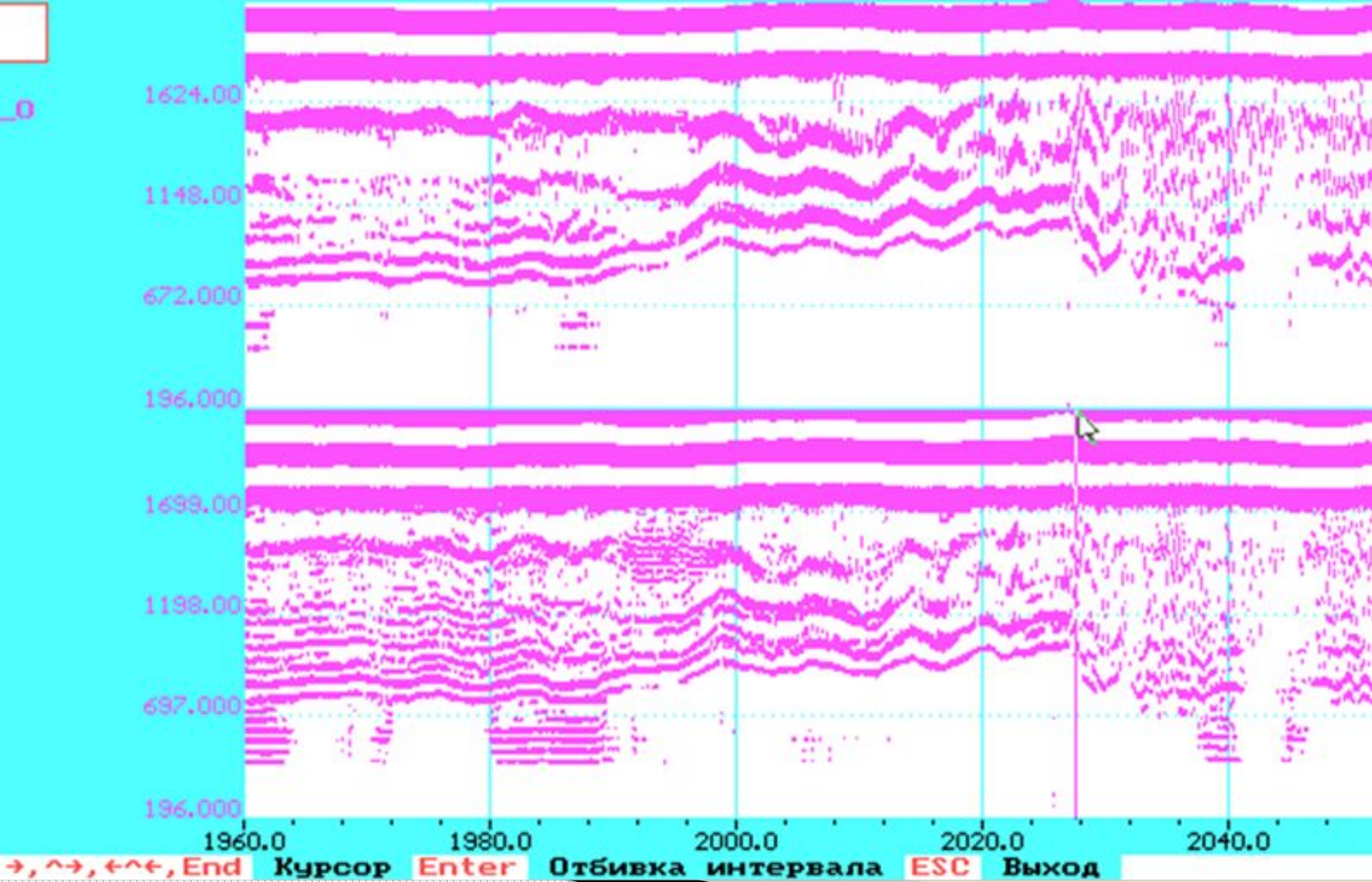
3. колонна зацементирована, но контакт с породой слабый (либо присутствует не полностью сформировавшийся цементный камень, либо дефект в пространстве между цементным камнем и стенкой скважины – глинистая корка)

В этом случае волна по колонне отсутствует. Продольная волна, распространяющаяся в породах, значительно ослаблена. Так как уменьшение амплитуд более значительно для длинного зонда, измеряемые значения скорости продольной волны уменьшаются:

$V = V - 6V$ или $Dt = D tp + 6Dt$, где $6Dt$ равно одному-двум периодам колебаний.

При этом кривые Dt и Dtp должны быть достаточно "жестко" коррелированы.

Прерывистые, извилистые ЛФК волны по породе указывают на частичность контакта цемента с породой



D_41

0.4780
2149.00

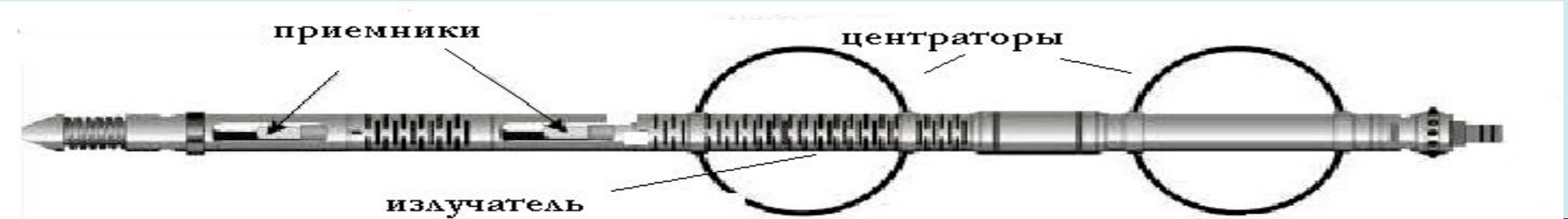
0.3560
1498.00

0.2340
847.000

0.1120
196.000

ПОРНАЯ F3 ФКД F4 УВЯЗКА F10 МЕНЮ

АК. Конструкция скважинного прибора.



Основные элементы глубинного прибора — излучатели и приёмники упругих волн. Излучателями служат магнитострикционные преобразователи, изменяющие радиус металлического (пермендюр, никель) цилиндра под действием переменного магнитного поля, или пьезоэлектрические преобразователи из титаната бария, цирконата свинца, создающие колебания в результате воздействия переменного электрического поля.

Приёмники — пьезоэлектрические элементы, преобразующие механическую энергию упругих волн в электрические импульсы.

Прибор акустический цементмер **АКЦ-D/73-2** (Модуль аппаратурно-методического комплекса ГИС "Диалог-200") (Т-175°C, Р-120 МПа, Ø73 мм)

Внешний вид прибора (L_{общ}-6300 мм)



Зонд И1,0П0,5П0,5П0,5П

Основные узлы прибора

Излучатель f_c-17; 23 кГц

Электронный блок



Пьезокерамический приемник

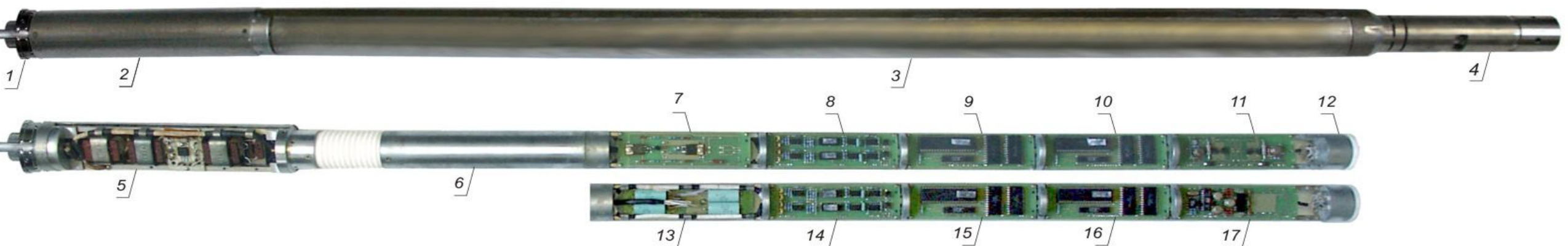
Хвостовик

Центратор верхний / нижний

Верхняя головка



Шасси электронного блока



1-разъемное соединение шасси электронного блока с зондом; 2-крышка блока трансформаторов; 3-сосуд Дьюара; 4-верхний соединительный разъем; 5-блок трансформаторов питания; 6-блок поглотителя; 7,13-плата генератора излучения; 8,14-платы масштабируемых усилителей; 9,10,15,16-платы АЦП; 11-плата стабилизаторов 5В; 12-трансформатор согласования телеметрии; 17-плата контроллера TCM2.



USBA

Акустический скважинный измерительный прибор УЗБА

Функция акустического измерительного прибора УЗБА

В настоящее время, помимо стандартных технологий Akustik-Log (AL) и Zement-Log (CBL=Cement Bond Log), к акустическому измерительному прибору предъявляются и другие требования: волна смещения в Akustik Log и Zement Log и соответствия направления. При этом интересно не только сцепление между трубой и цементом, но и между цементом и горной породой. В акустическом сигнале точно распознается пласт горной породы *посредством трубы* тогда, когда все цементные соединения имеются в наличии. Оценка пластов горных пород позволяет говорить о качестве и схватывании цемента и горных пород, в зависимости от азимута. В сравнении, новый прибор передает увеличенное количество данных в аналоговой форме через кабель.



Контрукция зонда позволяет использовать следующие возможности обработки:

$T2 - T1 - Rs$: стандарт – AL

Rs включается как монополь стандарт – CBL

Rs включается как монополь определение волны смещения

Rs как x-диполь; как y-диполь; как квадруполь

$I2 - Rd$: CBL направленный Rd в 45° сегментах

$T1 - Rd$: CBL направленный Rd в 45° сегментах



Разные характеристики направлений приемного устройства производятся из за различного возможного совместного включения индивидуального осциллятора. Так показываются для «CBL направленный» 8 секторов, каждый из которых по 45° , и для измерений в открытых горных породах „AL“ варианты Monopol, Dipol x и y, Quadrupol. От каждого датчика данные параллельно оцифровываются и передаются по геокабелю в виде волнового изображения на компьютер. Только после этого происходит обработка данных.

Log-параметры:

Волновые изображения - 16 приемных сигналов (2 передатчика, у каждого по 8 чувствительных элементов).



Контроль качества цементирования

Прибор скважинный PLT-51 (Цементомер ЦМ-8-12)

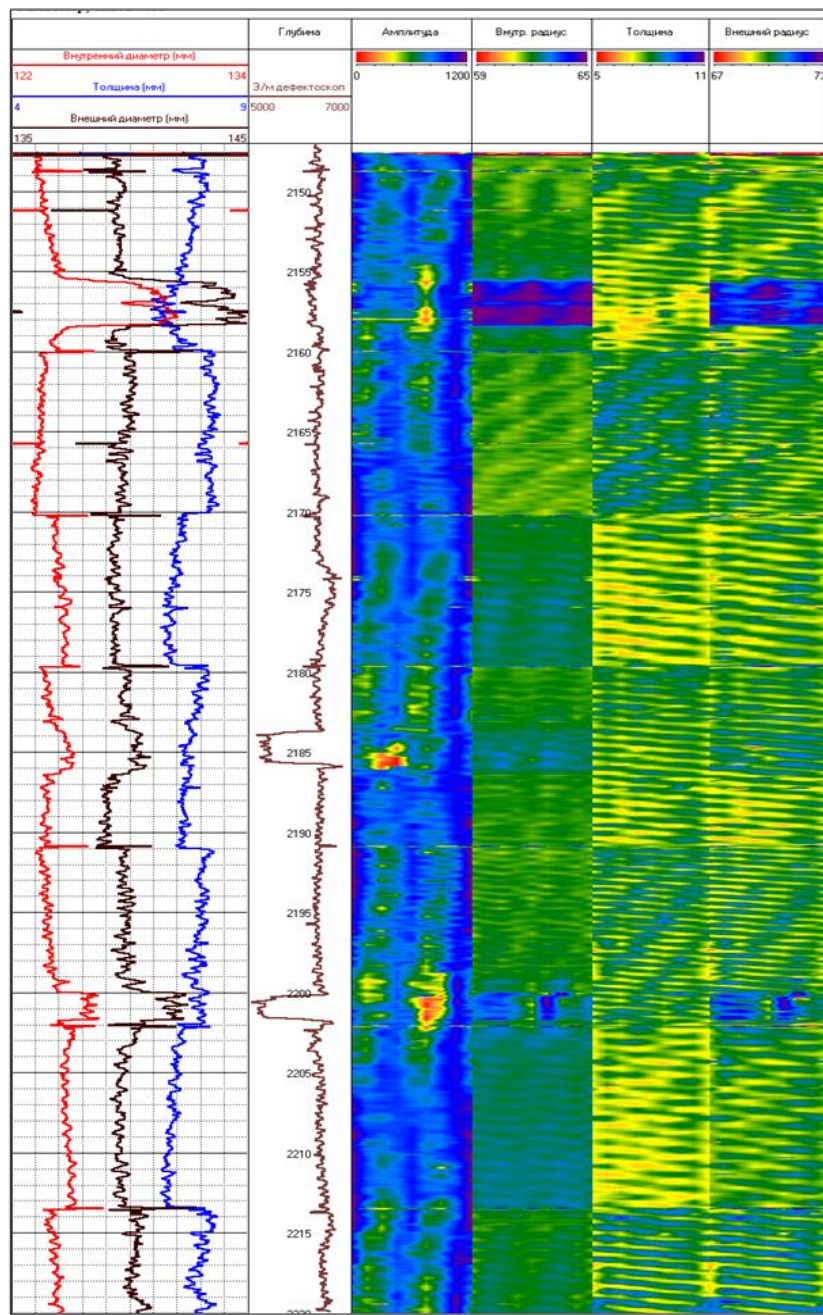
Прибор PLT-51	предназначен для контроля качества цементирования скважин с углом наклона до 45°, обсаженных эксплуатационной колонной диаметром от 219 мм до 324 мм, и контроля толщины её стенки. Измерения проводятся методом регистрации гамма-излучения, отражённого от контролируемой зоны скважины.		
Технические характеристики	● Величина тока питания, мА	380	
	● Тип используемых сцинтилляторов	Кристалл NaI(Tl) 30x40	
	● Используемый источник гамма-излучения	ИГИ-Ц-4-2	

Прибор скважинный PLT-7 (Цементомер СЦМ-3-4)

Прибор PLT-7	предназначен для контроля качества цементирования скважин, обсаженных дополнительной эксплуатационной колонной, диаметром от 89 мм до 114 мм, с углом наклона до 40°. Измерения проводятся методом регистрации вторичного гамма-излучения, отражённого от контролируемой зоны скважины.		
Технические характеристики	● Величина тока питания, мА	180	
	● Тип используемых сцинтилляторов	Кристалл NaI(Tl) 18x40	
	● Тип используемого источника гамма-излучения	ГИ-Ц-4-2	

Динамические и кинематические характеристики волн, регистрируемых в обсаженных скважинах, определяются условиями на границах цементного камня с колонной и с породой, соотношением волновых сопротивлений горной породы и колонны z_p/z_k , а также соотношением длины волны и толщины стенки колонны λ/h . Количество энергии упругих колебаний, удерживаемой в обсадной колонне, уменьшается при увеличении жесткости контактов на границах цементного камня, а также при увеличении значений z_p/z_k и λ/h . Жесткий контакт характеризуется непрерывными нормальными и тангенциальными напряжениями и смещениями. При жестком контакте двух сред образуется обобщенная волна, которая распространяется вдоль границы с некоторой промежуточной скоростью.

Пример записи



Акустический толщиномер – профилемер (АТП-80)

ПРЕДНАЗНАЧЕН для измерения внутреннего диаметра и толщины обсадной колонны.

ПРИМЕНЯЕТСЯ в скважинах, заполненных жидкостью на водной или нефтяной основе и имеющих диаметр 110÷240 мм.

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ:

- оценка деформаций обсадной колонны;
- определение участков внутренней и внешней коррозии обсадной колонны;
- контроль перфорации.

Вдоль образующей зонда прибора расположены со сдвигом 45° восемь измерительных пьезоэлектрических преобразователей, девятый преобразователь для измерения скорости звука в скважине установлен вдоль продольной оси прибора.

Комплектация полевыми калибраторами не требуется.

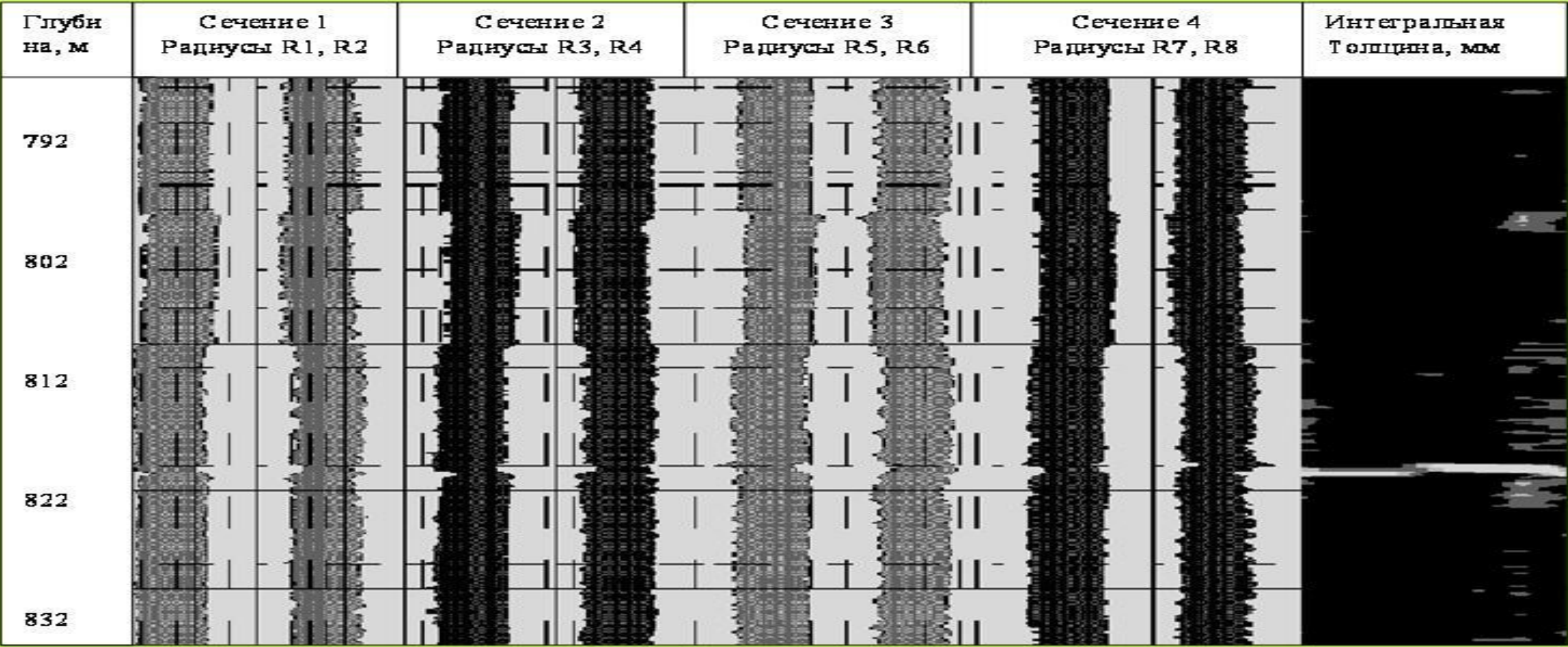
ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	Диапазон измерений	Абсолютная погрешность
Диаметр	110÷240 мм	±0.2 мм
Толщина	4.5÷10 мм	±0.2 мм
Температура	-40÷+125 °С	±1 °С
Зенитный угол	0÷90 град	±5 град
Угол поворота	0÷360 град	±5 град

Чувствительность не нормируется.

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

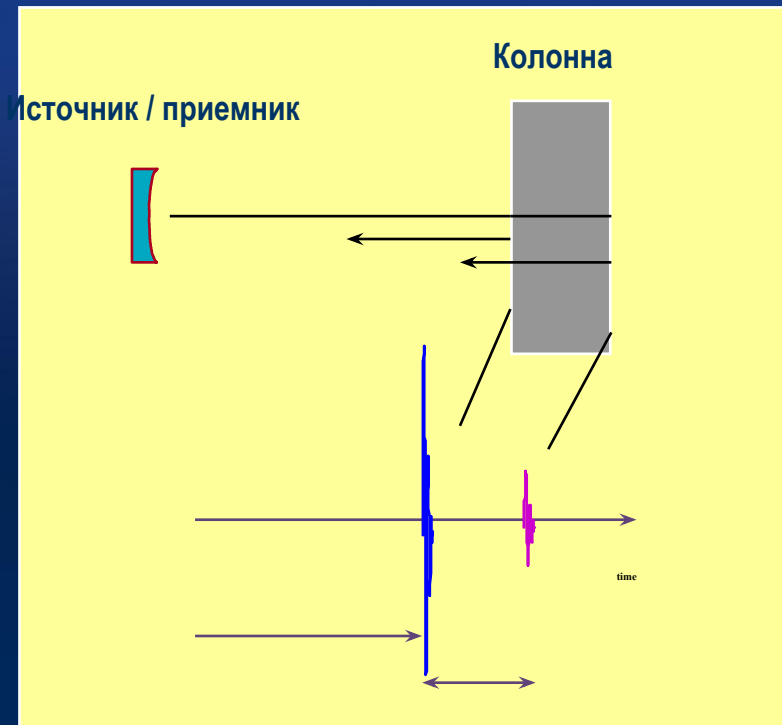
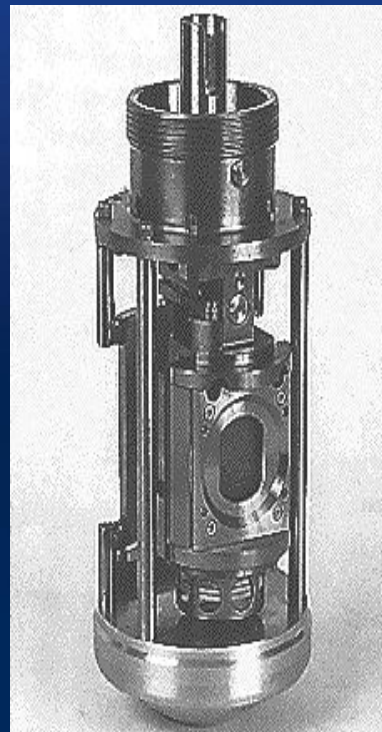
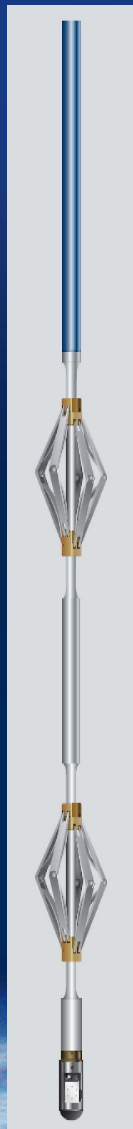
Длина	2600 мм
Макс. диаметр	80 мм
Масса	65 кг
Питание	50 Гц, 220 В
Макс. рабочая температура	+120 °С
Макс. рабочее давление	80 МПа
Диаметр скважины	127÷246 мм
Скорость каротажа	1000 м/ч
Комбинируемость	транзитный
Положение в скважине	центрируется
Частота записи	5÷50 опросов на 1 м

Определение толщины и наружного и внутреннего диаметра обсадной колонны методом акустической толщинометрии



Определения толщины колонны, внутреннего и внешнего диаметра колонны по данным аппаратуры ВК-АКС.
Условные обозначения: толщина стенки эксплуатационной колонны по четырем направлениям, - интегральная толщина труб., R1... R8 - внутренний радиус труб.

Ультразвуковая дефектоскопия обсадной колонны (UCI)



Разрешение метода – 5 мм

Точность измерения толщины стенки колонны 0,4 мм



ТЕХНОЛОГИИ
МИРОВОГО КЛАССА
для
ЗАПАСОВ МИРОВОГО
ЗНАЧЕНИЯ

Schlumberger

ABF 14

Акустический скважинный телевизор АБФ14

Характеристика и область применения прибора АБФ14

С помощью Акустического скважинного телевизора АБФ14 при использовании акустических сигналов



- импульсов, получают картину внутренней стенки скважины. Это изображение подобно фотографии.

Как принцип измерения применяется метод отраженных импульсов. В результате отражения регистрируются амплитуда и пробег во времени. Данный прибор эксплуатируется в обсадных и необсадных скважинах.

В обсадных скважинах оцениваются и локализуются перфорации скважины, трещины, коррозии, трубные муфты, разрывы, овальности и другие деформации. Этим методом исследуются линии фильтров в колодцах.

В необсадных скважинах



одтверждаются трещины, слои, их наклоны и особенности профиля.

В состав Акустического скважинного телевизора входят центрированный зонд в скважине и наземная

аппаратура, связанная с зондом через измерительный кабель. Необходимая информация глубины производится датчиком глубины и передается на наземную аппаратуру.

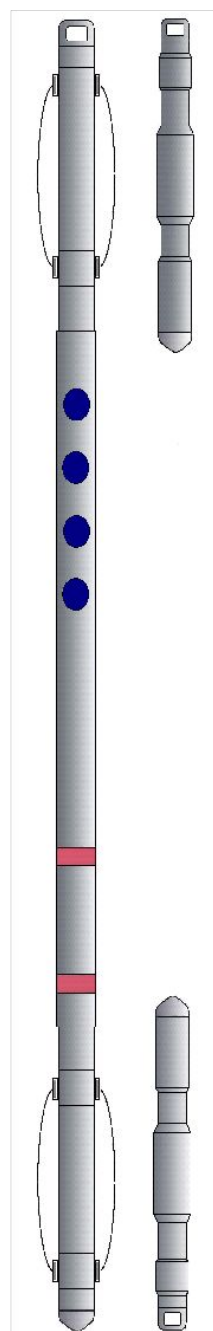
Скважинный прибор включает вращающийся пьезоэлектрический преобразователь (5,5 вращения/сек.), который излучает частоту повторения 1302 Гц, ультразвуковые импульсы частоты 800 кГц и принимает отраженные сигналы от скважины.

Магнитная система ориентации зонда производит изображение скважин построчно с севера до севера; при этом 1 строчка соответствует одному вращению преобразователя. Внутри обсадных скважин магнитного ориентирования нет.

Регистрация данных происходит в настоящем времени.

Изображение накопленных данных измерения на мониторе можно производить в неопределенном количестве. Данные можно распечатывать цветными. При распечатке, скважина изображается оттенком яркости. Масштаб глубины определяется оператором.

Качество результатов данных измерения зависит от содержания твердых частиц в растворе и от диаметра скважины. При нормальных условиях идентифицируются трещины шириной более 2 мм и отверстия диаметром более 5 мм.



Акустический двухчастотный цементомер АДЦ

ПРЕДНАЗНАЧЕН для измерения коэффициентов затухания и интервальных времен волны по обсадной колонне, волны Стоунли, продольной и поперечной волн по породе.

ПРИМЕНЯЕТСЯ для исследования скважин обсаженных, заполненных жидкостью на водной или нефтяной основе.

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ:

- определение качества цементирования обсадной колонны путем оценки сцепления цементного камня с поверхностью колонны и стенки скважины.

Измерительный зонд содержит излучатели высокой и низкой частот (основная частота излучателя высокочастотного – 20 кГц, низкочастотного – 8 кГц.) и антенну из четырёх приёмников, равномерно распределённых вдоль продольной оси. Излучатели и приёмники разделены акустическими изоляторами. Формула зонда: $\Pi_4 0.2 \Pi_3 0.2 \Pi_2 0.2 \Pi_1 1.0 I_{Вч} 0.4 I_{Нч}$. Прибор работает с трёхжильным геофизическим кабелем длиной до 8000 метров.

Комплектация полевыми калибраторами не требуется.

ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	Ед.изм.	Диапазон	Погрешность
Интервальные времена:			
волны по колонне;	мкс/м	0÷300	±5 мкс/м
продольной волны;	мкс/м	0÷550	±10 мкс/м
поперечной волны;	мкс/м	0÷550	±20 мкс/м
волны Стоунли.	мкс/м	0÷1200	±20 мкс/м
Коэффициенты затухания:			
волны по колонне;	дБ/м	0÷30	±5 дБ/м
продольной волны;	дБ/м	0÷30	не нормирована
поперечной волны;	дБ/м	0÷30	не нормирована
волны Стоунли.	дБ/м	0÷30	±5 дБ/м

Чувствительность не нормируется

Вертикальное разрешение 1.0 м

Глубинность исследований 0.1 м

ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Длина 5050 мм

Макс. диаметр 76 мм

Масса 90 кг

Питание 50 Гц, 220 В

Макс. рабочая температура 175°С

Макс. рабочее давление 150 МПа

Диаметр скважины 146÷307 мм

Скорость каротажа 1500 м/час

Комбинируемость транзитный

Положение в скважине центрируется

Частота записи 10 опросов на 1 м

Радиоактивный каротаж

При радиоактивном каротаже почти всегда измеряется естественное или наведенное радиоактивное излучение горных пород, пройденных скважиной, и регистрируется кривая его изменения.

Измерение интегрального гамма-радиоактивного естественного поля выполняет **аппаратура ГК**. Скважинные приборы ГК включают в себя приемник гамма-квантов, на выходе которого гамма кванты формируют поток электрических импульсов, устройство обработки потока импульсов, выходной каскад. **Спектральные приборы ГК** имеют в своем составе спектральный анализатор.

Наведенное радиоактивное излучение горных пород вызывается **радиоактивным источником, установленным на скважинном приборе**. Такие приборы, кроме источника содержат в себе еще детектор, устройство обработки и выходной каскад. Наведенное излучение представляет собой либо поток нейтронов, либо поток гамма-частиц. В последнем случае в приборе устанавливают канал ГК.

Приборы гамма-гамма-каротажа определяют объемную плотность среды, измеряя интенсивность рассеянных γ -квантов, излученных источником.

После прохождения гамма-лучей через слой вещества интенсивность излучения снижается до величины I , которая может быть вычислена по формуле

$$I = I_0 e^{-\mu_\gamma l}, \quad (1)$$

где I_0 — первоначальная интенсивность гамма-излучения; l — толщина слоя; μ_γ — коэффициент поглощения, показывающий, какая часть гамма-лучей поглощается слоем вещества толщиной, равной единице длины.

Коэффициент поглощения пропорционален плотности и зависит от энергии испускаемых гамма-квантов. Для практических целей процесс поглощения оценивается толщиной слоя вещества, в котором поток гамма-квантов уменьшается в два раза

Толщина слоя некоторых веществ, поглощающих половину энергии гамма-квантов (в см)

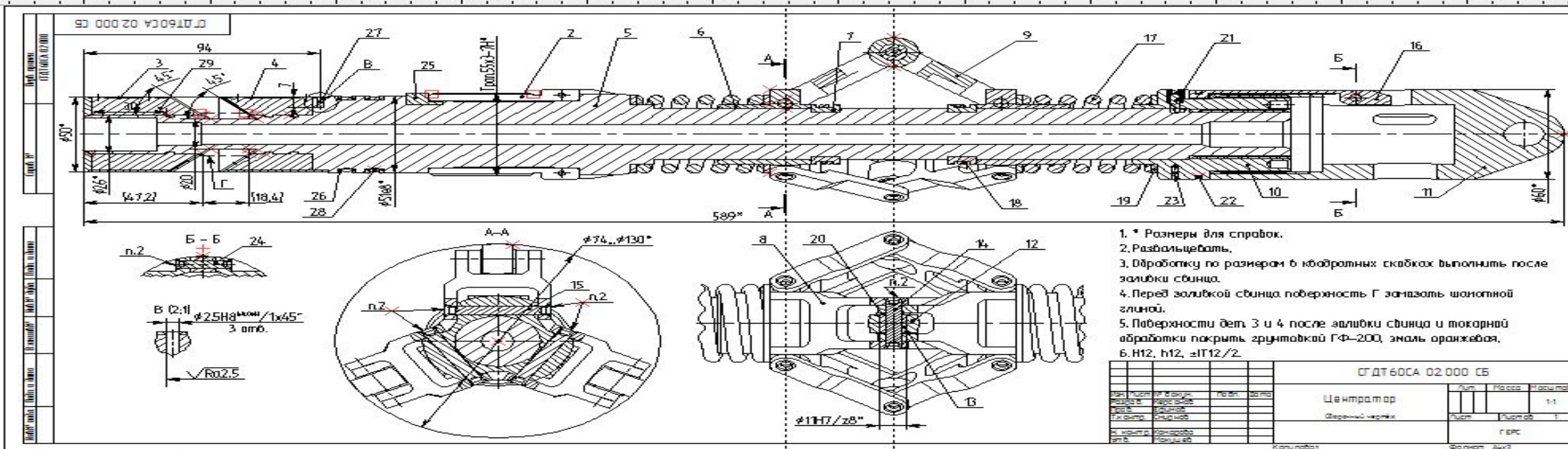
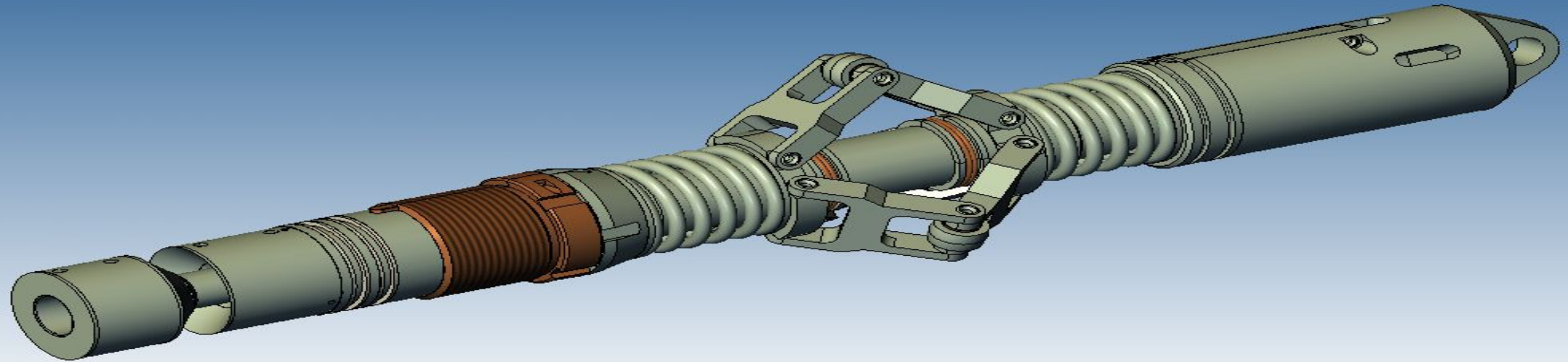
Энергия гамма-квантов, МэВ	Вода	Плотный известняк	Железо	Свинец
0,2	5	2,1	0,65	0,14
1,0	10	4,6	1,58	0,86
5,0	23	10,0	2,80	1,47

Приборы, осуществляющие γ -дефектometriю, обычно являются комплексными и, кроме дефектometriи, решают еще и задачи цементометрии скважин. Примером могут служить скважинные гамма-гамма-дефектомеры-толщиномеры, такие как СГДТ-2 и СГДТ-3. На рис. 19.4 показано устройство скважинного прибора СГДТ-3 в продольном разрезе. Прибор представляет собой комбинацию 2 зондов ГГК, короткого и длинного, с одним источником.

В качестве источника γ -квантов использован радионуклид $Cs137$. Детектор короткого зонда-толщиномера размещен в 19 см от источника. Это расстояние и углы наклона коллимационных отверстий выбраны так, чтобы интенсивность рассеянного γ -излучения зависела, главным образом, от толщины обсадной колонны. На рис. 19.5 приведен пример диаграммы 1п зонда-толщиномера. Детектор длинного зонда-дефектомера состоит из 3 (через 120°) сцинтилляционных счетчиков

В последние годы в фирме разработаны принципиально новые акустические (МАК-СК) и гамма-гамма-цементомеры (СКДТ-100, СГДТ-СВ) сканирующего типа, позволяющие получать информацию о состоянии цементирования скважины по периметру обсадной колонны с привязкой получаемых данных к апсидальной плоскости скважины. Сканирующие приборы позволяют обнаруживать дефекты цементирования малых размеров, их ориентацию в заколонном пространстве и более достоверно оценивать степень герметичности цементного кольца.

СГДТ - 2





ГАММА-ПЛОТНОМЕР-ТОЛЩИНОМЕР СКВАЖИННЫЙ ТИПА СГДТ-3

Прибор предназначен для одновременного определения качества цементирования и технического состояния обсадных колонн внешним номинальным диаметром 146 ... 168 мм.

Прибор обеспечивает регистрацию четырех независимых параметров и нанесение их на следующие диаграммы: толщинограммы, служащие для определения средней по периметру толщины стенки обсадных труб; интегральные цементограммы, служащие для определения средней по периметру плотности вещества в затрубном кольцевом пространстве; селективные цементограммы, служащие для качественной оценки эксцентриситета обсадной колонны в скважине и плотностной неоднородности веществ в затрубном пространстве; диаграммы, служащие для привязки муфт обсадной колонны к геологическому разрезу скважины.

С помощью прибора решаются следующие нефтепромысловые задачи:

определение высоты подъема тампонажной смеси в затрубном пространстве;

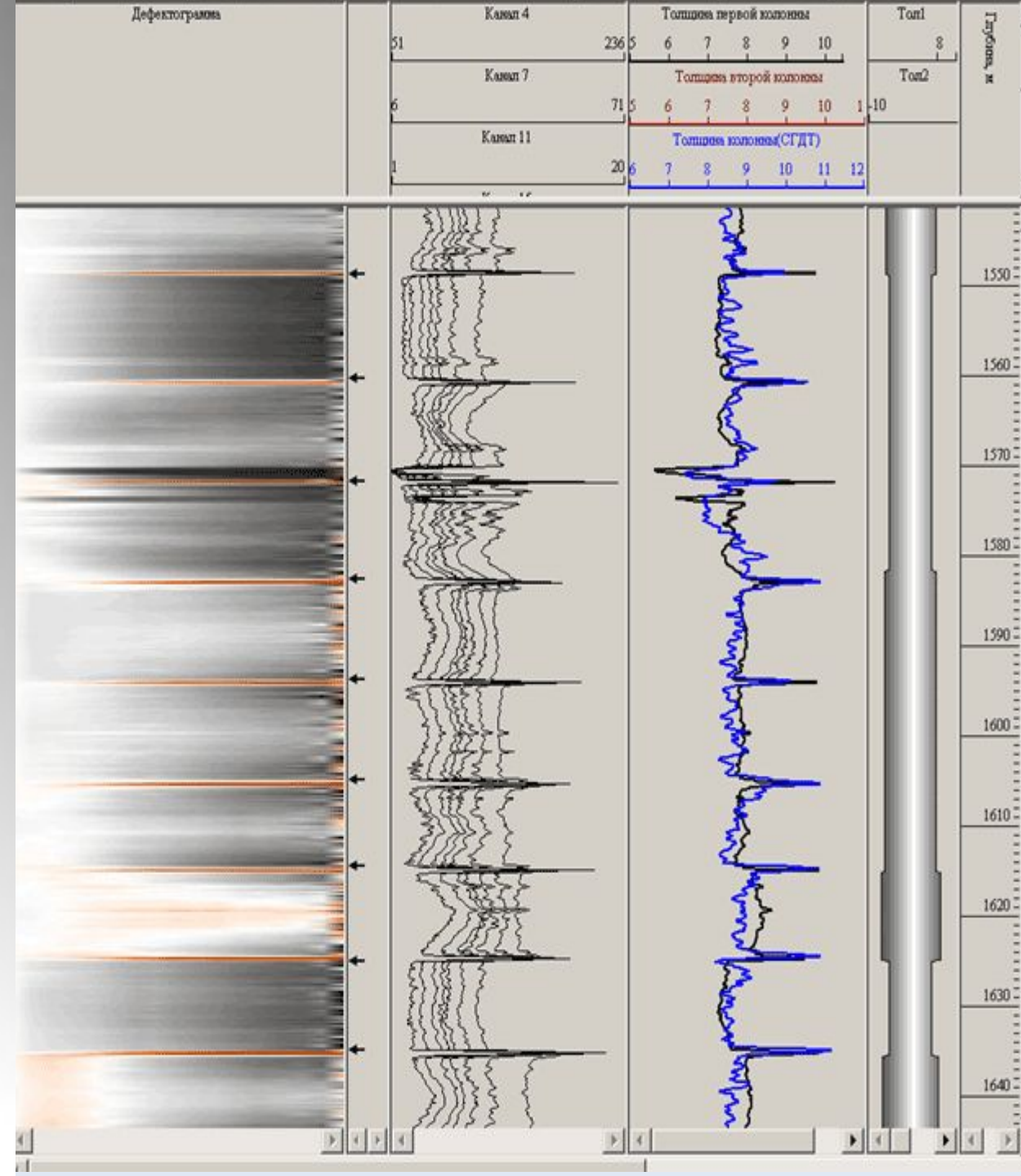
определение интервалов, содержащих различные тампонажные смеси (чистый цемент, гельцемент др.);

определение характера заполнения затрубного пространства тампонажной смесью по стволу и периметру; определение эксцентриситета колонны в скважине; определение каналов и каверн в цементном камне; определение соединительных муфт центрирующих фонарей, специальных пакетов и т.п. и привязка их по глубине к геологическому разрезу скважины; определение интервалов

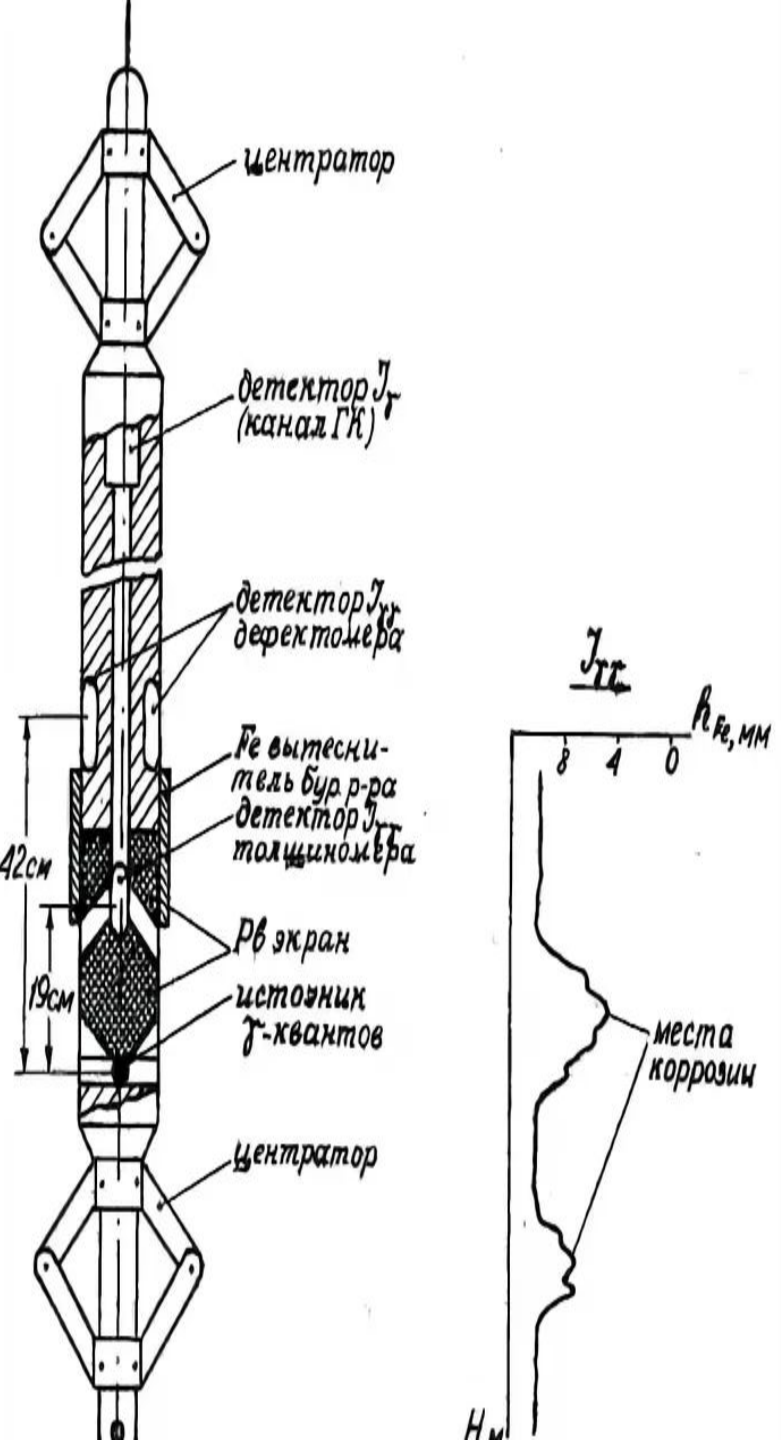
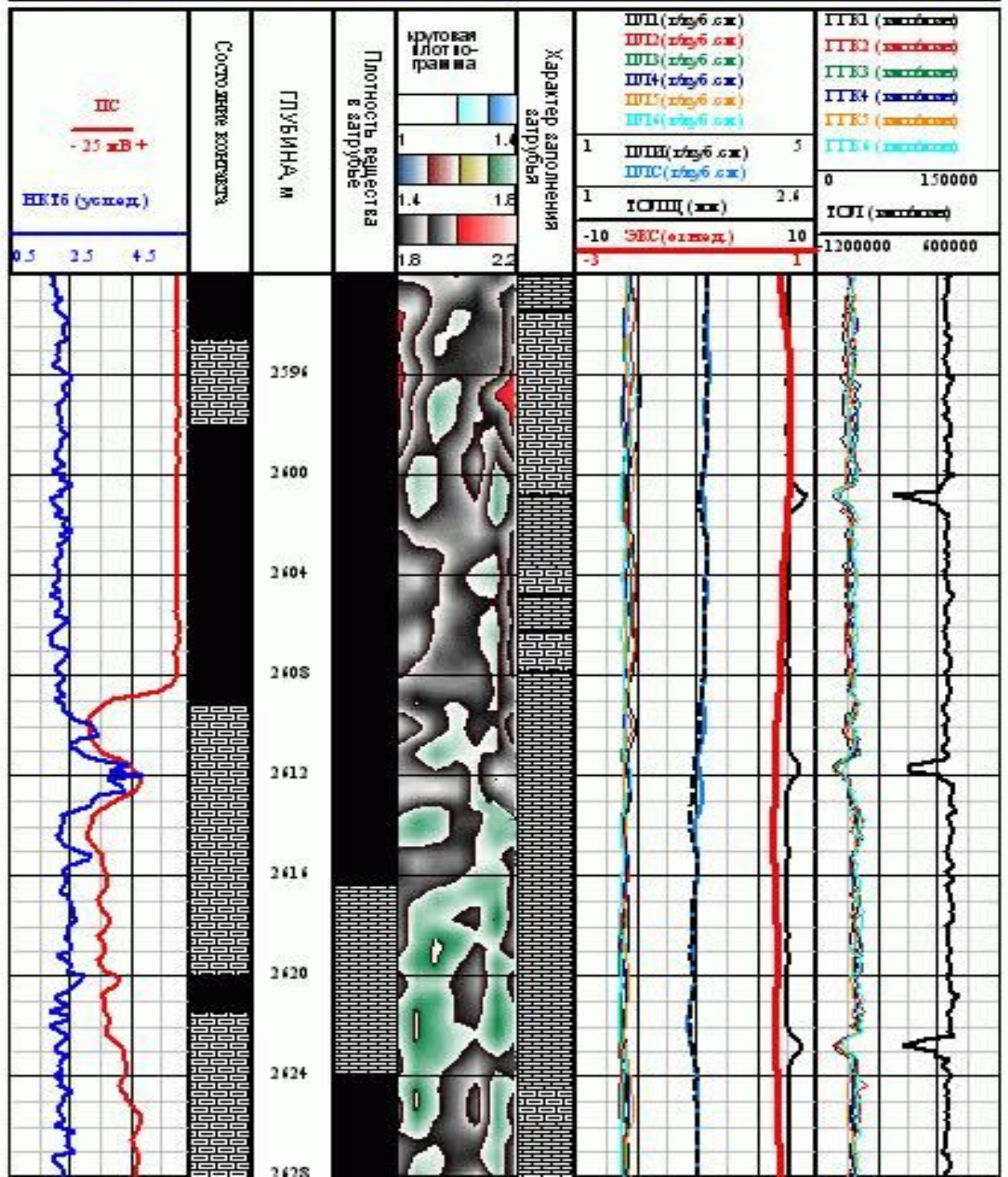
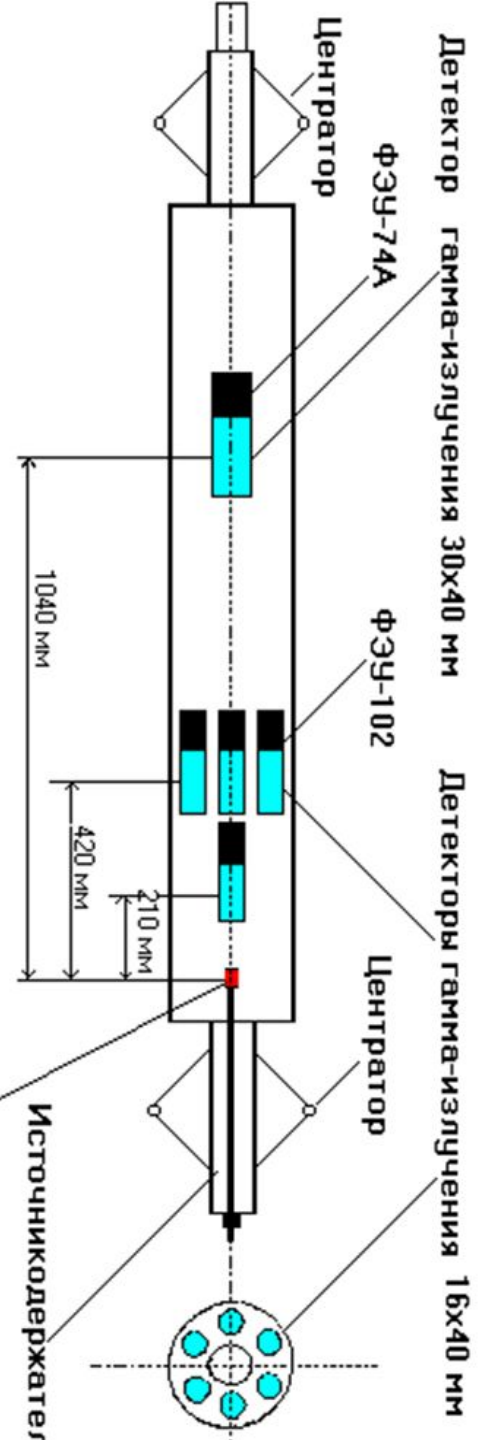


Аппаратура **СГДТ-НВ** является наиболее совершенной, т.к. обладает более широким диапазоном технических характеристик и может исследовать скважины зацементированных азрированной тампонажной смесью.

Для этого зонд гамма-каротажа прибора заменяется индикатором водородосодержания вещества в затрубном пространстве, представляющего собой зонд нейтронного каротажа надтепловым нейтронам (ННКнт), который предусмотрен в комплекте прибора в качестве сменной приставки.



ГАММА-ГАММА ЦЕМЕНТОМЕТРИЯ



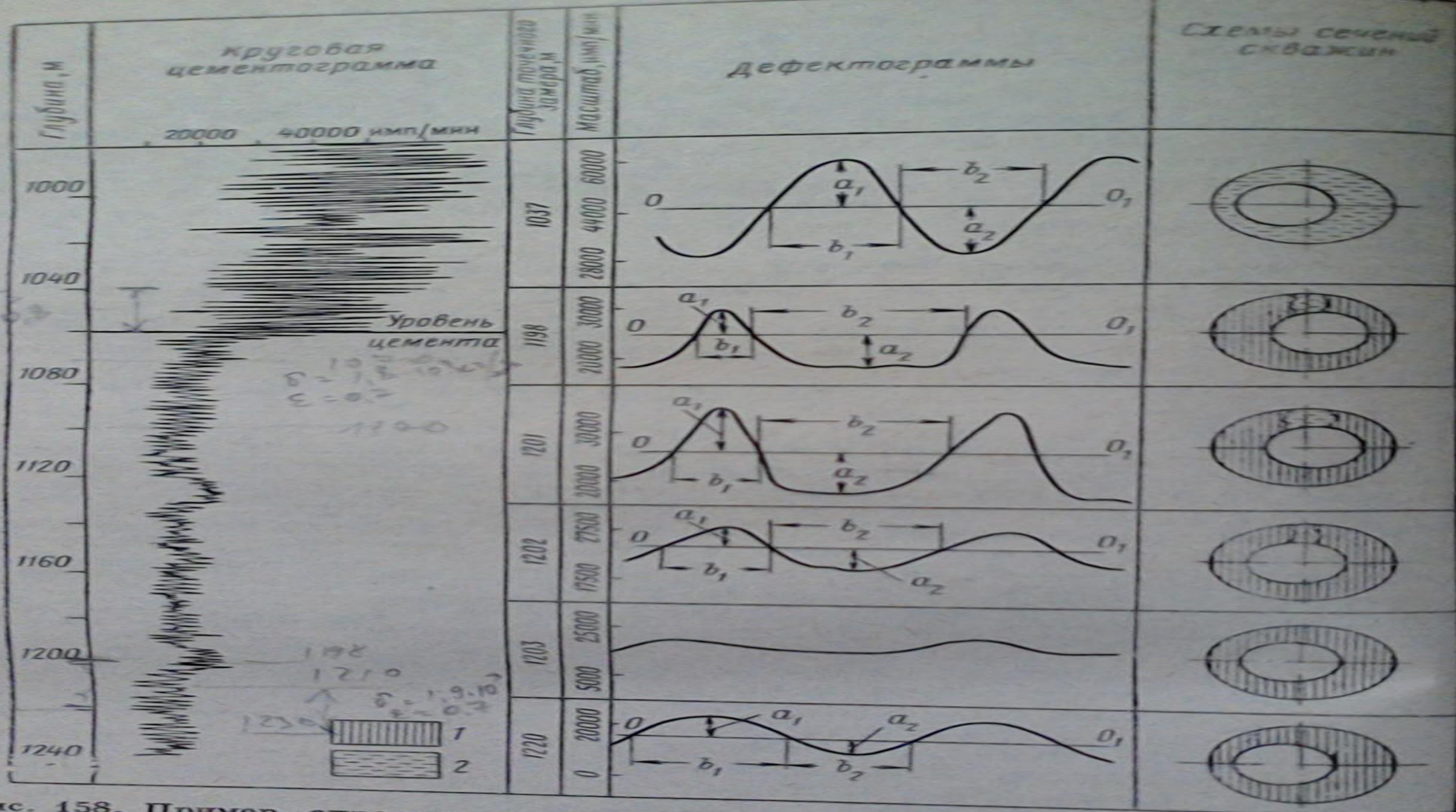


Рис. 158. Пример определения качества цементирования обсадной колонны по данным круговой цементограммы (скорость вращения прибора 60 об/мин) и дефектограммы (скорость вращения прибора 1 об/мин)

1 — цемент; 2 — гравий

СГДТ-100

МОДУЛЬ СКАНИРУЮЩЕГО ГАММА-ГАММА-ДЕФЕКТОМЕРА-ТОЛЩИНОМЕРА
В КОМПЛЕКСЕ АМК-2000

Предназначен для измерения плотности вещества за обсадной колонной и толщины стенки колонны по 8 радиальным направлениям, с привязкой результатов измерений к апсидальной плоскости, а также для регистрации естественного гамма-излучения горных пород.

Область применения – обсаженные скважины, оборудованные колонной с внешним диаметром 140–168 мм и заполненные промывочной жидкостью плотностью 1000–1400 кг/м³.

Комплект поставки – один скважинный модуль. Модуль входит в состав программно управляемого аппаратно-методического комплекса АМК-2000, предназначенного для контроля технического состояния и качества цементирования обсаженных скважин, и может эксплуатироваться как автономно, так и в составе комплексной сборки с модулями МНК, ГКА, ТШ, МАК-9, входящими в состав АМК-2000.

Основные технические характеристики

Диапазоны измерения:

плотности вещества в заколонном пространстве, кг/м ³	1000–2000
толщины стенки труб обсадной колонны, мм	5–12
установочного угла (угла между апсидальной плоскостью и плоскостью, проходящей через продольные оси модуля и детектора, условно принятого за начальный), град.	5–360

Пределы основных допускаемых абсолютных погрешностей при измерении:

плотности вещества в заколонном пространстве, кг/м ³	±150
толщины стенки труб обсадной колонны, мм	±0,5
установочного угла, град.	±5

Габаритные размеры модуля, мм:

длина, не более	3640
диаметр,	100

Масса модуля, кг

120

Диапазон рабочих температур, °С

+5...+120

Допустимое гидростатическое давление, МПа

80

Тип телеметрической системы

«Манчестер-2»

По желанию заказчика поставляется либо СГДТ-100, либо СГДТ-СК (сканирующий).

АМК-2000

ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМЫЙ АППАРАТУРНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Предназначен для контроля технического состояния обсадных колонн в нефтегазовых скважинах за 1–2 спуско-подъемные операции методами акустического, радиоактивного каротажа, электромагнитной локации муфт обсадных колонн, термометрии и акустической шумометрии.

Область применения — обсаженные скважины, оборудованные колонной с внешним диаметром от 140 до 168 мм, при диаметрах необсаженного ствола от 190 до 300 мм, глубиной до 5000 м, заполненные негазированной промывочной жидкостью плотностью до 1400 кг/м³.

Основные технические характеристики

Предельные условия эксплуатации модулей, °С, МПа

120; 80

Тип каротажного кабеля

трехжильный
бронированный
длиной до 5000 м
кодоимпульсная
на базе кода
«Манчестер-2»

Тип телеметрической системы

+80

Напряжение питания постоянного тока, В

Гектар

Тип наземного каротажного регистратора

100

Максимальный диаметр модулей, мм, не более

Длина комплексной сборки

(ГКА-СУ-СГДТ-100-СУ-МАК-9), м, не более

9,4

Длина комплексной сборки (ГКА-СУ-МНК-СУ-ТШ), м, не более

6,0

Комплект поставки

Модуль сканирующего гамма-гамма-дефектомера-толщиномера СГДТ-100*

1 шт.

Модуль многозондового нейтронного каротажа МНК

1 шт.

Модуль акустического каротажа МАК-9

1 шт.

Модуль гамма-каротажа и локатора муфт ГКА

1 шт.

Модуль термометра-шумомера ТШ

1 шт.

Стыковочное устройство

3 шт.

ЗИП для каждого модуля

по 1 комп.

По желанию заказчика в комплект поставки могут быть включены любые сочетания модулей, а также осуществлены поставки отдельных модулей, поскольку они могут работать как автономно, так и в составе сборки модулей.

МНК

МОДУЛЬ МНОГОЗОНДОВОГО НЕЙТРОННОГО КАРОТАЖА В КОМПЛЕКСЕ АМК-2000

Предназначен для измерения объемного водосодержания среды в межтрубном и затрубном кольцевых пространствах обсаженных скважин и нейтронного индекса пористости горных пород по показаниям четырех зондов МНК-Т.

Область применения – обсаженные скважины, оборудованные одной или двумя обсадными колоннами диаметром 140–168 мм (внутренняя колонна) и 246–324 мм (внешняя колонна-кондуктор) и заполненные промывочной жидкостью плотностью 1000–1400 кг/м³.

Комплект поставки – один скважинный модуль. Модуль входит в состав программного управляемого аппаратно-методического комплекса АМК-2000, предназначенного для контроля технического состояния и качества цементирования обсаженных скважин, и может эксплуатироваться как автономно, так и в составе комплексной сборки с модулями СГДТ-100, ГКА, ТШ, МАК-9, входящими в состав АМК-2000.

Основные технические характеристики

Диапазоны измерения:	
нейтронного индекса пористости (коэффициента водонасыщенной пористости) горных пород, %	1–40
объемного водосодержания среды в межтрубном и затрубном пространствах, относительные единицы	0,5–1,0
Пределы основных допустимых погрешностей:	
при измерении нейтронного индекса пористости горных пород в скважинах, оборудованных одной обсадной колонной (относительная погрешность), %	$\pm(5,2+3,8(40/K_n-1))$
K_n значение нейтронного индекса пористости:	
при измерении объемного водосодержания среды в межтрубном и затрубном пространствах (абсолютная погрешность), относительных единиц	0,1
Габаритные размеры модуля, мм:	
длина, не более	3150
диаметр	100
Масса модуля, кг	70
Диапазон рабочих температур, °С	+5...+120
Допустимое гидростатическое давление, МПа	80
Тип телеметрической системы	«Манчестер-2»



МАК-9 (АМК-2000)

МОДУЛЬ АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА

Предназначен для контроля качества цементирования обсадных колонн в обсаженных скважинах, а также для акустического каротажа в необсаженных скважинах.

Область применения – обсаженные скважины, оборудованные колонной с внешним диаметром 140–245 мм, и необсаженные скважины диаметром 120–300 мм.

Комплект поставки – один скважинный модуль с двухчастотным (10 и 20 кГц) излучателем диаметром 100 мм, или с одночастотным излучателем (15 кГц) диаметром 100 мм, или с одночастотным излучателем (20 кГц) диаметром 73 мм.

Модуль входит в состав программного управляемого аппаратно-методического комплекса АМК-2000, предназначенного для контроля технического состояния и качества цементирования обсаженных скважин, и может эксплуатироваться как автономно, так и в составе комплексной сборки с модулями СГДТ-100 (СГДТ-СК), МНК, ГКА, ТШ, входящими в состав АМК-2000.

Кроме того, модуль МАК-9 может эксплуатироваться в составе комплексной сборки с модулями ГК (ГК-С), НГК-60, 2ННК-Т, 2ННК-НТ, ГПК-ЛП, входящими в состав АМК МАГИС, предназначенного для исследований необсаженных скважин.

Основные технические характеристики

Формула зонда	И 1,0 П1 0,5 П2
Диапазон измерений интервального времени распространения упругих волн, мкс/м	120–600
Диапазон измерений коэффициента затухания упругих волн, дБ/м	3–30
Предел основной относительной погрешности измерений интервального времени, %	$\pm 3,0$
Предел основной абсолютной погрешности измерений коэффициента затухания в диапазоне:	
от 3 до 15 дБ/м, дБ/м	$\pm 1,5$
от 15 до 30 дБ/м, дБ/м	$\pm 3,0$
Тип телеметрической системы	кодоимпульсная на базе кода «Манчестер-2»
Напряжение питания постоянного тока, В	50
Потребляемый ток, мА, не более	200
Диапазон рабочих температур, °С	+5...+120
Допустимое гидростатическое давление, МПа	80
Габаритные размеры модуля, мм:	
длина	3960
диаметр (без учета центраторов)	100 (73)
Масса модуля, не более, кг	85

ТШ (АМК-2000)

МОДУЛЬ ТЕРМОМЕТРА-ШУМОМЕРА



Предназначен для определения места поступления воды в скважину и ухода из нее; для определения местонахождения отдающих и поглощающих воду пластов; для определения за колонных перетоков с поступлением жидкости в скважину и без поступления жидкости в скважину, а также для измерения абсолютной температуры в обсаженных и необсаженных скважинах.

Область применения – обсаженные скважины с внутренним диаметром эксплуатационной колонны 100 мм и более.

Комплект поставки – один скважинный модуль. Модуль ТШ может эксплуатироваться как автономно, так и в комплексной сборке с модулем гамма-каротажа и локации муфт ГКЛ. Совместно с модулем ГКЛ может использоваться для привязки интервалов перфорации. Модуль работает на трехжильном каротажном кабеле длиной до 5000 м с наземной каротажной регистрирующей системой «Гектор».

Основные технические характеристики

Диапазон регистрации уровня акустических шумов в интервале частот от 0,1 до 5 кГц (поддиапазоны: 0,1-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-5), дБ	60
Пределы основной абсолютной погрешности при измерении температуры, °С	±1
Показатель тепловой инерции, определенный на воде, с	1,5
Питание, В, мА	50; 60
Тип телеметрической системы	«Манчестер-2»
Диапазон рабочих температур модуля, °С	+5...+120
Допустимое гидростатическое давление, МПа	80
Габаритные размеры модуля, мм:	
длина	1260
диаметр	80
Масса модуля, кг	25
Скорость каротажа, м/ч	600

ГКЛ (АМК-2000)

МОДУЛЬ ГАММА-КАРОТАЖА И ЛОКАТОРА МУФТ

Предназначен для измерения мощности экспозиционной дозы (МЭД) естественного гамма-излучения, для отбивки забоя скважины, привязки интервалов перфорации, для локации муфт и измерения напряжения на головке модулей АМК-2000. Совместно с модулем ТШ может использоваться для определения места негерметичности обсадных колонн и за колонного пространства. Кроме того, может использоваться при исследовании скважин методом радиоактивных изотопов. Одновременная регистрация ГК с АМ обеспечивает взаимную привязку геологического разреза муфт и обсадных колонн.

Область применения – обсаженные скважины внутренним диаметром эксплуатационной колонны 110 мм и более.

Комплект поставки – один скважинный модуль. Модуль ГКЛ входит в состав программно управляемого аппаратурно-методического комплекса АМК-2000, предназначенного для ГИС обсаженных нефтегазовых скважин. Модуль ГКЛ может эксплуатироваться как самостоятельно, так и в комплексной сборке с другими модулями (ТШ, СГДТ-100, МАК-9, МНК и др.). Модуль работает на трехжильном каротажном кабеле длиной до 5000 м с наземной каротажной регистрирующей системой «Гектор».

Основные технические характеристики

Диапазон измерения МЭД, мкР/ч	1-400
Чувствительность, имп./мин./мкР/ч	1400
Предел основной относительной погрешности измерения МЭД, %	15
Питание, В, мА	50; 70
Тип телеметрической системы	«Манчестер-2»
Диапазон рабочих температур модуля, °С	+5...+120
Допустимое гидростатическое давление, МПа	80
Габаритные размеры модуля, мм:	
длина	1350
диаметр	89
Масса модуля, кг	28
Скорость каротажа, м/ч	800

Особенности:

Благодаря использованию высокочувствительных детекторов обеспечивается высокая чувствительность к гамма-излучению в обсаженных скважинах. Магнитная система обеспечивает повышенную чувствительность к неоднородностям колонны. Контроль напряжения на головке прибора способствует высокой надежности всех модулей АМК-2000.



МАК-3

АППАРАТУРА АКУСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ КОНДУКТОРОВ

Предназначена для контроля качества цементирования технических колонн, кондукторов и направлений, а также для исследований необсаженных скважин большого диаметра.

Область применения – обсаженные и необсаженные скважины с внутренним диаметром 200–500 мм.

Комплект поставки аппаратуры содержит скважинный прибор и блок управления МАК-2.

Возможна поставка отдельных частей комплекта.

БУ позволяет работать как со скважинным прибором МАК-3, так и с другими трехэлементными приборами серии МАК (МАК-2, МАК-4)

Основные технические характеристики

Диапазон измерений интервального времени распространения упругих волн, мкс/м

120–600

Диапазон измерений коэффициента затухания упругих волн, дБ/м

3–25

Предел основной относительной погрешности измерений интервального времени, %

±3.0

Предел основной абсолютной погрешности измерений коэффициента затухания в диапазоне:

от 3 до 15 дБ/м, дБ/м

±1.5

от 15 до 30 дБ/м, дБ/м

±2.5

Диапазон рабочих температур скважинного прибора, °С

+5...+120

Допустимое гидростатическое давление, МПа

80

Габаритные размеры скважинного прибора, мм:

длина

4500

диаметр (без учета центраторов)

100

Масса скважинного прибора, кг

95

Потребляемая мощность, Вт

25

Тип коротажного кабеля – трехжильный бронированный длиной до 5000 м.

СГДТ-СК

МОДУЛЬ СКАНИРУЮЩЕГО ГАММА-ГАММА-ЦЕМЕНТОМЕРА-ТОЛЩИНОМЕРА

Предназначен для измерения плотности вещества за обсадной колонной в сканирующем режиме по 6 радиальным направлениям и толщины стенки труб обсадной колонны с привязкой результатов измерений к апсидальной плоскости, а также для регистрации естественного гамма-излучения горных пород по каналу ГК.

Область применения – обсаженные скважины, оборудованные колонной с внешним диаметром 146–194 мм и заполненные промывочной жидкостью плотностью 1000–1400 кг/см³.

Комплект поставки – один скважинный модуль.

Основные технические характеристики

Диапазоны измерения:

плотности вещества в заколонном пространстве, кг/м³

1000–2000

толщины стенки труб обсадной колонны, мм

5–12

установочного угла (угла между апсидальной плоскостью и плоскостью, проходящей через продольные оси модуля и детектора, условно принятого за начальный), град.

5–360

Пределы основных допускаемых абсолютных погрешностей при измерении:

плотности вещества в заколонном пространстве, кг/м³

±150

толщины стенки труб обсадной колонны, мм

±0.5

установочного угла, град.

±5

Габаритные размеры модуля, мм

длина, не более

2820

диаметр

110

Масса модуля, кг

110

Диапазон рабочих температур, °С

-10...+120

Допустимое гидростатическое давление, МПа

60

Тип телеметрической системы

«Манчестер-2»

СГДТ-НВ

ГАММА-ПЛОТНОМЕР-ТОЛЩИНОМЕР СКВАЖИННЫЙ (ЦИФРОВОЙ ВАРИАНТ)

Предназначен для контроля технического состояния и качества цементирования нефтегазовых скважин, оборудованных колоннами диаметром 146–168 мм, методом рассеянного гамма-излучения двухзондовой установкой, содержащей шесть взаимно экранированных детекторов (зонд плотномера) и один детектор с круговой коллимацией (зонд толщиномера), а также детектор канала ГК:

- глубина исследуемых скважин до 5000 м;
- максимальная рабочая температура 120° С;
- предельное давление 60 МПа;
- передача информации в аналоговом или цифровом виде;
- диапазон измерения объемной плотности в затрубном пространстве 1000–2000 кг/м³;
- диапазон измерения толщины стенки обсадной колонны 5–12 мм.

Основные технические характеристики

Ток питания прибора, мА	150±15
Потребляемая мощность, ВА, не более	15
Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении:	
плотности вещества в затрубном пространстве, кг/м ³	±140
толщины стенки обсадной колонны, мм	±0,45
Тип каротажного кабеля	трехжильный бронированный длиной до 5000 м
Скорость движения прибора в режиме измерения, м/ч, не более:	600
при обзорных исследованиях	600
при детальном исследовании	400
Габаритные размеры и масса прибора без вытеснителей, с зондом ГК, мм:	
диаметр	110
длина	2500
Масса, кг	95

СГДТ-СВ

СКВАЖИННЫЙ ГАММА-ПЛОТНОМЕР-ТОЛЩИНОМЕР СКАНИРУЮЩИЙ С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЗОНДОВОЙ УСТАНОВКОЙ

Предназначен для определения двухзондовой установкой ГПК с вращающимся коллиматором плотности вещества в заколонном пространстве и толщины стенки обсадной колонны в сканирующем режиме с привязкой результатов измерений к апсидальной плоскости скважины.

Область и условия применения

Диаметр исследуемых скважин, мм	190–216
Диаметр труб обсадных колонн, мм	146–168
Плотность бурового раствора, кг/м ³	1000–1400
Тип кабеля	трехжильный бронированный каротажный до 5000 м
Источник гамма-излучения	Cs-137 активностью $(1,28 \pm 0,33) \cdot 10^{10}$ Бк

Основные технические характеристики

Габаритные размеры, мм:	
диаметр	110
длина, не более	3200
Масса, кг, не более	115
Ток питания измерительной схемы при напряжении на кабельной головке 50 В, мА	110±10
Питание электродвигателя – переменное напряжение, В	220
Потребляемый ток, мА, не более	250
Скорость вращения экрана детектора большого зонда, об./мин.	9–15
Диапазон рабочих температур, °С	-10...+120
Допустимое гидростатическое давление, МПа	60
Тип телеметрической системы	кодоимпульсная на базе кода «Манчестер-2»

Регистрируемые параметры

- скорость счета импульсов по каналу малого зонда в имп./мин.;
- интегральная скорость счета импульсов по каналу большого зонда в имп./мин.;
- скорости счета большого зонда в 6–32 секторах по периметру поперечного сечения скважины в имп./мин.;
- угол относительно апсидальной плоскости скважины в градусах;
- число оборотов экрана детектора большого зонда с коллиматором на 1 м протяжки в об./мин.

Расчетные параметры

- плотность вещества в заколонном пространстве в диапазоне от 1000 до 2000 кг/м³ с погрешностью не более ±150 кг/м³ – интегральная и в 6–32 секторах по периметру поперечного сечения скважины;
- толщина стенки обсадной колонны в диапазоне от 5 до 12 мм с погрешностью не более ±0,5 мм – интегральная;
- эксцентриситет обсадной колонны в относительных единицах (диапазон 0–1).

Форма представления результатов

- в цифровом виде;
- в виде аналоговых диаграмм;
- в виде развертки поперечного сечения скважины с привязкой к апсидальной плоскости с выделением с помощью цветовой индикации локальных дефектов в цементном кольце.

ЦМ (12-20)"

ПРИБОР СКВАЖИННЫЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ

Предназначен для контроля методом рассеянного гамма-излучения качества цементирования обсаженных нефтегазовых скважин.

Применяется для исследования скважин, обсаженных колоннами большого диаметра (более 12").

Прибор оснащен тремя двухзондовыми установками гамма-гамма-каротажа, расположенными под углом 120° относительно друг друга в поперечном сечении скважины и прижимаемыми к внутренней стенке обсадной колонны подпружиненными рычагами.

Комплект поставки – один модуль.

Измеряемые параметры и единицы измерения

Плотность среды в затрубном пространстве, σ_c , кг/м ³	1000–2000
Средняя толщина стенки колонны, h_k , мм	5–12

Основные технические характеристики

Длина, мм	2400
Поперечный размер в сложенном состоянии, мм	240
Масса, кг	130
Ток питания, мА	210
Потребляемая мощность, Вт, не более	10
Макс. рабочая температура, °С	+100
Макс. рабочее давление, МПа	60
Диаметр исследуемых скважин, мм	400–600
Диаметр обсадных колонн, мм	324–508
Скорость каротажа, м/ч:	
при детальных исследованиях	300–400
при обзорных исследованиях, не более	600

Тип источника гамма-излучения – цезий-137 мощностью не менее 30 мкЭкв. Ra (активность до 0,10 Ci).

Количество источников – три.

Детекторы – сцинтилляционные NaI (Ti).

Тип каротажного кабеля – трехжильный бронированный длиной до 5000 м.

Регистрация показаний – в цифровом и аналоговом виде.

Обработка и интерпретация цифровых показаний – автоматизированная с помощью ПЭВМ.

В комплект поставки входит один модуль.

Программа обработки и интерпретации поставляется по отдельному договору.

ЦМ (8-16)"

ПРИБОР СКВАЖИННЫЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ

Предназначен для контроля методом рассеянного гамма-излучения качества цементирования и технического состояния обсаженных нефтегазовых скважин.

Применяется для исследования скважин, обсаженных колоннами большого диаметра (более 8").

Прибор оснащен тремя двухзондовыми установками гамма-гамма-каротажа, расположенными под углом 120° относительно друг друга в поперечном сечении скважины и прижимаемыми к внутренней стенке обсадной колонны подпружиненными рычагами.

Комплект поставки – один модуль.

Измеряемые параметры и единицы измерения

Плотность среды в затрубном пространстве, σ_c , кг/м ³	1000–2000
Средняя толщина стенки колонны, h_k , мм	5–12

Характеристики измеряемых параметров

Обозначение параметра	Диапазон измерения	Основная абсолютная погрешность, не более
σ_c	1000–2000	150
h_k	5,0–12,0	

Основные технические характеристики

Длина, мм	2280
Поперечный размер в сложенном состоянии, мм	195
Масса, кг	100
Ток питания, мА	210
Потребляемая мощность, Вт, не более	10
Макс. рабочая температура, °С	+100
Макс. рабочее давление, МПа	60
Диаметр исследуемых скважин, мм	273–476
Диаметр обсадных колонн, мм	219–426
Скорость каротажа, м/ч:	
при детальных исследованиях	300–400
при обзорных исследованиях, не более	600

Тип источника гамма-излучения – цезий-137 мощностью не менее 30 мкЭкв. Ra (активность до 0,10 Ci).

Количество источников – три.

Детекторы – сцинтилляционные NaI (Ti).

Тип каротажного кабеля – трехжильный бронированный длиной до 5000 м.

Регистрация показаний – в цифровом и аналоговом виде.

Обработка и интерпретация цифровых показаний – автоматизированная с помощью ПЭВМ.

Программа обработки и интерпретации поставляется по отдельному договору.

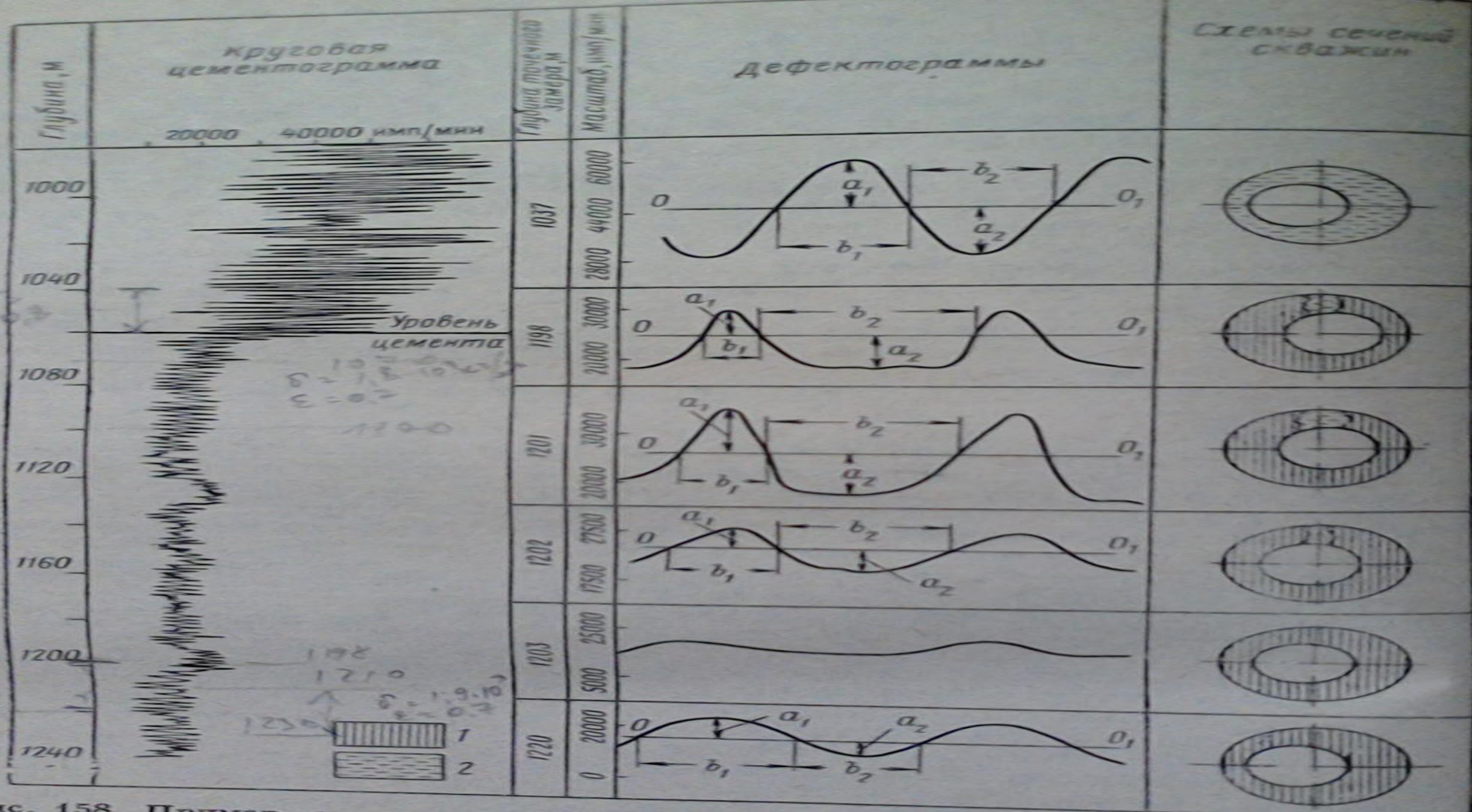


Рис. 158. Пример определения качества цементирования обсадной колонны по данным круговой цементограммы (скорость вращения прибора 60 об/мин) и дефектограммы (скорость вращения прибора 1 об/мин)

1 — цемент; 2 — гравий