

Акустический каротаж

Г
И
С

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК



- ♦ Акустический каротаж основан на изучении полей упругих колебаний в звуковом и ультразвуковом диапазонах частот. АК можно подразделить на методы **естественных** и **искусственных** акустических полей.

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Методы **естественных полей** изучают колебания, создаваемые различными естественными (технологическими) причинами. Сюда относятся:

- ♦ а) метод выделения газоотдающих интервалов в скважинах путем регистрации шумов, возникающих при поступлении газа или нефти в ствол скважины (шумометрия);
- ♦ б) методы изучения шумов при бурении с целью определения характера проходимых пород по спектру колебания инструмента;
- ♦ в) метод определения горизонтальной проекции текущего забоя на земную поверхность путем установления точки с максимумом мощности колебаний на поверхности земли.

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Основное применение получили методы искусственных акустических полей, в которых изучают распространение волн от излучателя, расположенного в скважинном приборе. Существуют две основные технологии метода:

- ♦ а) основанная на изучении времени прихода (скорости распространения) волн и называемая акустическим методом по скорости волн;
- ♦ б) основанная на изучении затухания амплитуды колебаний и называемая акустическим методом по затуханию волн.

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

- ♦ **Физические основы акустического метода.** Наиболее простой способ акустических исследований - каротаж скорости, когда автоматически регистрируется кривая изменения времени пробега прямой или головной волны между двумя приемниками. Поскольку расстояние между приемниками постоянно, то кривая времени является фактически обратным графиком изменения скорости. При каротаже по затуханию измеряется амплитуда упругой волны и ослабление сигнала между двумя приемниками.
- ♦ Скорость распространения упругих волн зависит от упругих модулей пород, их литологического состава, плотности и пористости, а величина затухания - от характера заполнителя пор, текстуры и структуры породы. На акустических диаграммах высокими значениями скоростей распространения упругих волн выделяются плотные породы - магматические, метаморфические, скальные, осадочные. В рыхлых песках и песчаниках скорость тем ниже, чем больше пористость. Наибольшее затухание (наименьшая амплитуда сигнала) наблюдается в породах, заполненных газом, меньше затухание в породах нефтенасыщенных, еще меньше - у водонасыщенных.
- ♦ При удалении от излучателя энергия волн и амплитуда колебаний уменьшаются вследствие расхождения, а также из-за процессов поглощения энергии, рассеяния на микронеоднородностях горной породы. Уменьшение энергии E и амплитуды A плоской волны происходит по законам: $A=A_0 \cdot e^{-ar}$, $E=E_0 \cdot e^{-2ar}$.
- ♦ При распространении волн в системе скважина-пласт закон ослабления имеет вид $E=E_0 \cdot e^{-2ar/rn}$. Коэффициент затухания a увеличивается с ростом коэффициента пористости горных пород, с ростом их глинистости и особенно трещиноватости. $a_{PB} < a_{PH} < a_{PG}$, $a_{SB} < a_{SH} < a_{SG}$.

Проведение акустических исследований и интерпретация их результатов

Акустические исследования проводят в скважинах, заполненных буровым раствором, который необходим для создания акустического контакта излучателей и приемников зонда с окружающей средой. Разгазирование бурового раствора способствует резкому повышению затухания волн и может вызвать искажение диаграммы, особенно для большего из зондов.

Регистрация диаграмм интервального времени t и коэффициента α (или отношения A_1/A_2) — наиболее распространенная форма представления данных акустического метода, предусмотренная во всех типах серийной аппаратуры.

В середине отдельного пласта малой толщины ($h < s$ или $h < l$) также имеется площадка постоянных значений, но измеряемые величины здесь не равны истинным. Так, измеренное интервальное время

$$t = (h/s)t_{пл} + (1-h/s)t_{вмг}$$

где $t_{пл}$ и $t_{вмг}$ истинные параметры для пласта и вмещающих пород.

Рассмотренные непрерывные диаграммы регистрируют обычно для первых вступлений волн, т. е. продольных преломленных волн. Выделение волн других типов и определение их характеристик

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Если диаметр скважины непостоянен, форма кривых усложняется. На границах каверн возникают ложные максимумы. Их протяженность для трехэлементного зонда равна меньшей из двух величин—длине базы s или протяженности каверны $h_{\text{кав}}$ (рис.).

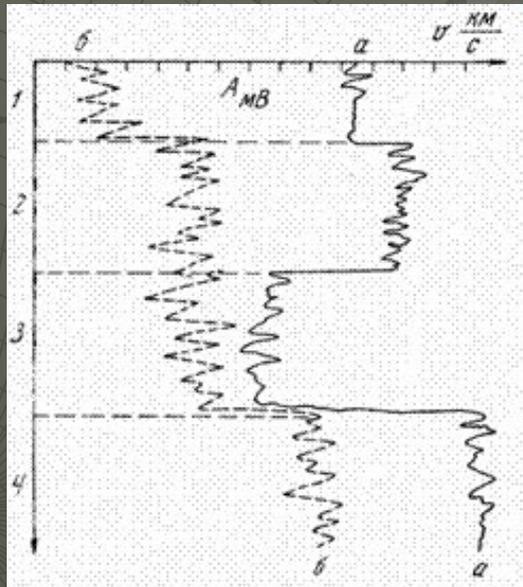
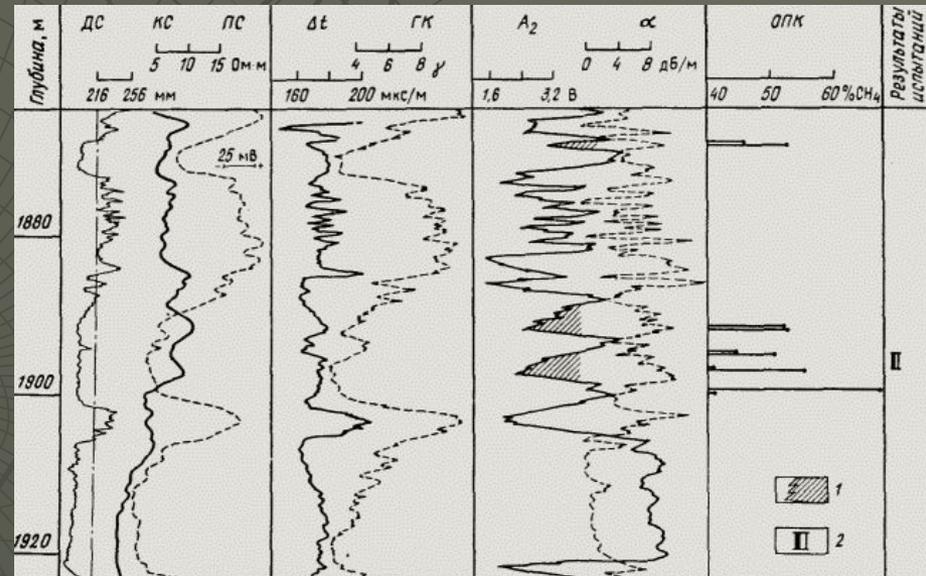


Рис. Общий вид диаграммы скорости (а) и амплитуды (б) при акустическом каротаже: 1 - породы средней пористости, сухие; 2 - породы средней пористости, влажные; 3 - породы высокой пористости; 4 - породы низкой пористости, плотные

Область применения акустического метода

Акустический метод применяется для расчленения разрезов скважин по плотности, пористости, коллекторским свойствам, а также для выявления границ газ - нефть, нефть - вода и определения состава насыщающего породы флюида. Кроме того, по данным этого метода можно судить о техническом состоянии скважин и, в частности, о качестве цементации обсадных колонн.



Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Область применения акустического метода

- ♦ Результаты, полученные акустическим методом, используют при литологическом расчленении разреза, выделении коллекторов, определении их пористости и характера насыщения, контроля обводнения залежей при их разработке и при решении некоторых других геологических и технических задач.
- ♦ Поскольку радиус зоны исследования АМ не превышает нескольких десятков сантиметров, определение характера насыщения пластов по данным акустического метода возможно лишь при отсутствии зоны проникновения фильтрата в пласт (в основном обсаженные скважины, простоявшие достаточно долго, чтобы зона проникновения успела расформироваться). Чтобы уменьшить влияние крепления, используют колебания низкой частоты. В продуктивных пластах, как указано выше, значения α_r выше, а α_z ниже, чем в водоносных. Поэтому амплитуда волн $P_0P_1P_0$ в продуктивных пластах ниже, а волн $P_0P_1P_0$ выше, чем в водоносных пластах.
- ♦ Эффекты на водонефтяных и газожидкостных контактах могут быть не видны из-за изменений α_r и α_z по причинам, не связанным с характером насыщения пластов. В подобных случаях для повышения надежности разделения продуктивных и водоносных пластов целесообразно двукратное проведение замеров—до и после расформирования зоны проникновения.

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

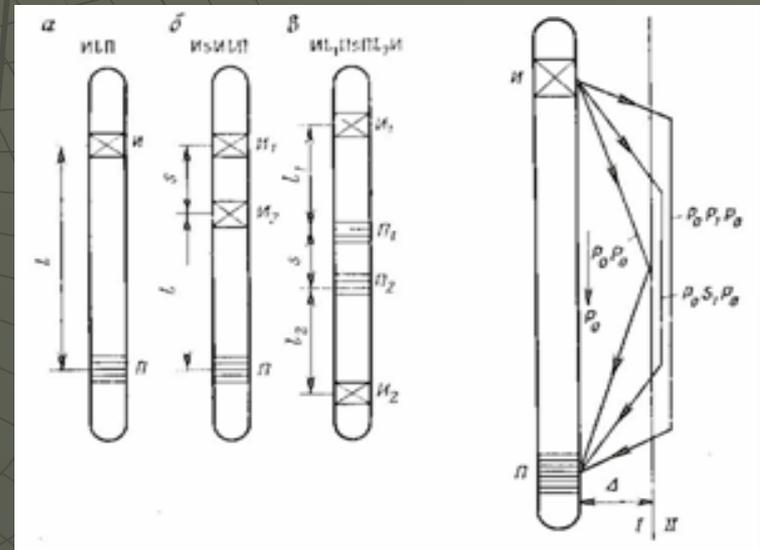
Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Простейший **двухэлементный зонд** акустического метода содержит излучатель упругих колебаний И и приемник колебаний П. Расстояние L между ними называется **длиной зонда**. Для уменьшения влияния скважины и перекоса прибора в скважине применяют трех- и четырехэлементные зонды. Расстояние S между одноименными элементами трехэлементного зонда называют **базой** (определяет вертикальную разрешающую способность метода). Зонды обозначают последовательностью букв И и П (излучатель и приемник), между которыми проставляют расстояния в метрах. Для акустического метода, как и для электрического, справедлив принцип взаимности.

Сигнал приемника передается на поверхность, где в наземной аппаратуре акустических телевизоров этот сигнал используется для модуляции яркости луча электронно-лучевой трубки, так же как в обычных телевизорах.

В результате на экране ЭЛТ возникает изображение стенок скважины, где достаточно ясно видны трещины, каверны в породах или обсадной колонне.



Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Аппаратура волнового акустического каротажа СПАК-6Д

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

предназначена для исследования разрезов обсаженных и необсаженных скважин по кинематическим и динамическим параметрам продольной, поперечной волны и волны Лэмба-Стоунли.

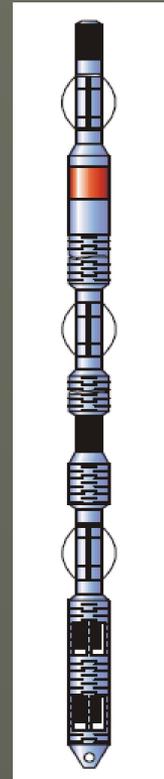
Достоинства и преимущества:

- эффективное разделение вступлений различных типов волн, распространяющихся в скважине;
- повышенная точность определения кинематических и динамических параметров продольных, поперечных волн и волн Лэмба-Стоунли;
- возможность доставки прибора в интервал исследования через колонну бурительных труб с проходным отверстием 90 мм;
- возможность быстрого расчленения прибора на части позволяет легко транспортировать прибор.

Технические характеристики:

Формула зонда ИЗ,2П10,5П2

Максимальная рабочая температура, °С	120
Максимальное гидростатическое давление, МПа	80
Диаметр исследуемых скважин, мм	120-300
Габаритные размеры скважинного прибора, мм:	
диаметр (без учета центраторов)	73
длина не более	5500
Масса прибора, кг	80



Аппаратура волнового акустического каротажа с изменяющейся длиной зонда ВАКИЗ-73

предназначена для измерения кинематических и динамических параметров распространяющихся в околоскважинном пространстве головных и рефрагированных волн различного типа (продольной, поперечной и др.)

Достоинства и преимущества

- эффективное разделение вступлений различных типов волн, распространяющихся в скважине;
- повышенная точность определения кинематических и динамических параметров продольных, поперечных волн и волны Лэмба-Стоунли;
- возможность изучения радиальной неоднородности пород околоскважинного пространства;
- выделение интервалов пород, склонных к нарушению устойчивости стенок скважин, интервалов трещиноватых коллекторов, направления развития трещин при гидроразрыве пласта.

Методика проведения исследования:

- Режим цифровой регистрации волновых картин с использованием 3-х элементного акустического зонда различной длины.
- Режим поточечной цифровой регистрации годографов и амплитудных графиков различных типов волн, распространяющихся в скважине.

Технические характеристики

Диаметр исследуемых скважин, мм 100-400
Максимальное рабочее давление, МПа 80
Максимальная рабочая температура, °С 120
Видимая частота излучаемого сигнала, кГц 20
Полоса пропускания приемно-акустического тракта, кГц 0,5-50

Формула акустического зонда И20,5И10,З..1,8П

Диапазон изменения расстояния между приемником и ближним излучателем, м 0,3-1,8

Габаритные размеры скважинного прибора, мм:

диаметр 73

длина 4500

Масса скважинного прибора, кг 80

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК



Парус-8

Методы
Акустического каротажа

Физические основы
Акустического каротажа

Область применения
акустического метода

Приборы и зонды для
Проведения АК

Технические характеристики

Формула зонда	$\Pi_3 0,25 \Pi_2 0,25 \Pi_1 0,75 \Pi$
Частота излучателей различных диаметров, кГц	
90 мм	16-25
60 мм	25-35
36 мм	35-45
Диапазон измерения интервального времени Δt , мкс/м	120-600
Относительная погрешность измерения интервального времени Δt , %	
	± 3
Абсолютная погрешность измерения коэффициента затухания α , дБ/м	
	± 5
Диаметр исследуемых скважин, мм	46-200
Максимальное гидростатическое давление, МПа	40
Максимальная рабочая температура, °С	100
Габаритные размеры скважинного прибора, мм:	
диаметр	36
длина	3000
Масса скважинного прибора, кг	20

