



# Методы изучения технического состояния скважин

- Контроль технического состояния скважин актуален на протяжении всего срока эксплуатации: от строительства до ликвидации.
- **Группы методов контроля ТС:**
  1. Методы определения геометрии ствола (Инклинометрия, профилеметрия);
  2. Акустические методы изучения преломленных (АКЦ, ВАК) или отраженных (САТ) ультразвуковых волн;
  3. Пассивная акустика (шумометрия);
  4. Электромагнитные методы (ЛМ);
  5. Радиоактивные методы (гамма-гамма толщинометрия и цементометрия);

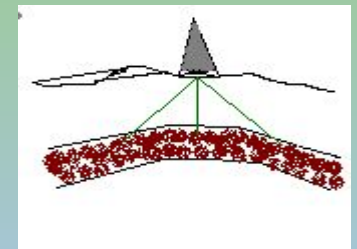
# Инклинометрия скважин

Скважины в зависимости от геологических, геоморфологических и других условий проектируются или вертикальными, или наклонно направленными. Направленное бурение производят в тех случаях, когда кровлю пласта необходимо вскрыть в точках, проекция которых на дневную поверхность смещена относительно устья скважины.

Это требуется:

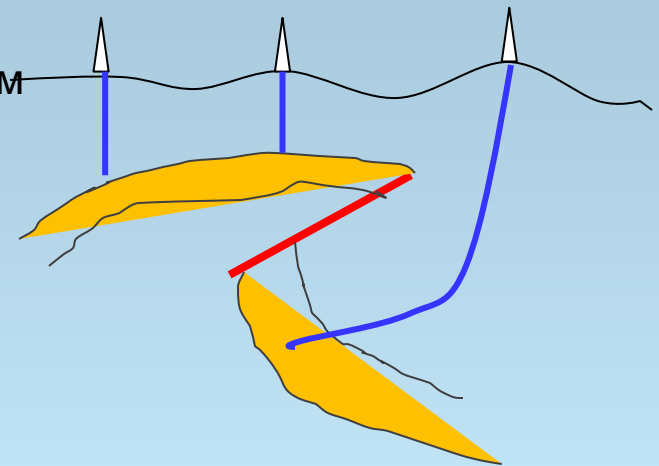


1) при кустовом бурении;



об 2) в случае, когда невозможно разместить  
посредственно над объектом бурения;

3) при вскрытии крутопадающих пластов под надвигом



**Искривление скважин в процессе бурения подчиняется некоторым, присущим данному разрезу или месторождению, закономерностям.**

**В настоящее время выделены *главные* и *второстепенные* факторы, приводящие к искривлению скважин.**

***Основные факторы* – это комплексные системные характеристики протекания процесса бурения, осуществляемого тем или иным способом.**

- 1) Наличие ориентированного перекоса забойной компоновки бурового инструмента при вращательном бурении.**
- 2) Неравномерное разрушение породы на забое при ударном, ударно-вращательном и вращательном бурении.**
- 3) Эксцентричная фиксация вращающегося снаряда в желобе, образовавшемся в наклонной скважине при СПО.**

К **второстепенным факторам** относятся особенности геолого-технических и технико-технологических условий бурения.

К **геолого-техническим факторам** относятся:

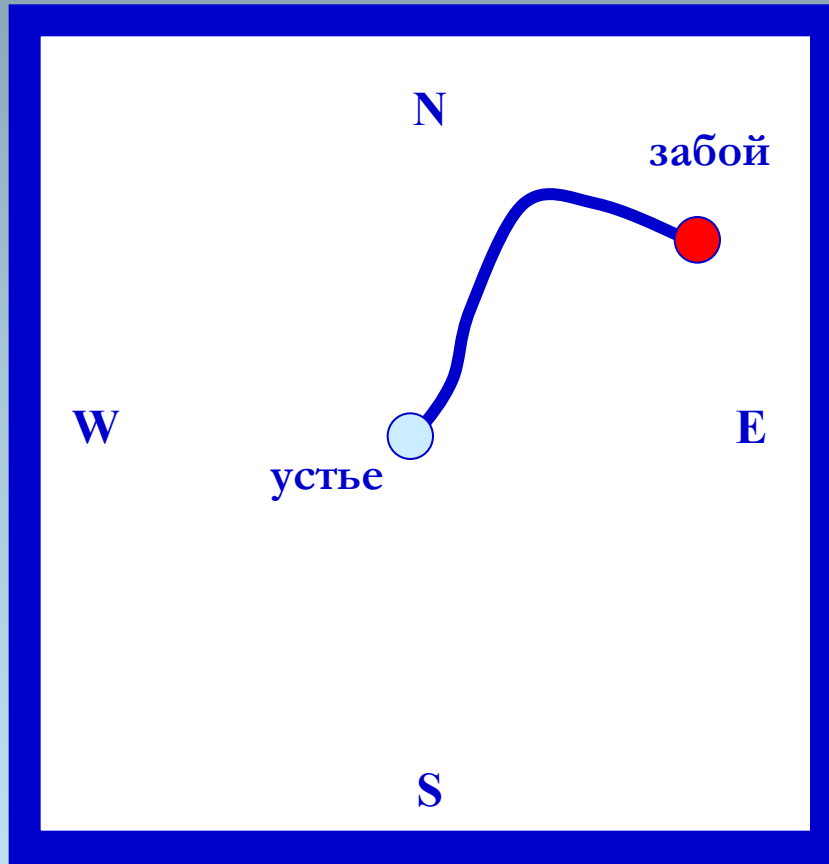
- 1) **анизотропность** прочностных свойств горных пород, обусловленная их структурно-текстурными особенностями, наличием ориентированной трещиноватости;
- 2) **переменяемость** слоев и пропластков горных пород по прочности;
- 3) **чрезмерная крепость пород**, требующая для своего преодоления осевых нагрузок на забой, многократно превышающих жесткость скважинных компоновок бурового снаряда;
- 4) **механическая непрочность горных пород**, приводящая к чрезмерному разбуриванию ствола скважины и потере устойчивости в нем скважинных компоновок или к образованию пространственно ориентированных желобов при СПО.

К **технико-технологическим** факторам относятся:

- 1) использование нежестких, а также эксцентричных или искривленных скважинных компоновок;
- 2) чрезмерная осевая нагрузка в крепких породах;
- 3) вращение снаряда с частотой, обуславливающей особое цикличное вращение снаряда вокруг своей оси и оси скважины с преобладающей односторонней подработкой стенок скважин.

# Инклинометрия скважин

Азимутальная ориентировка  
ствола скважины

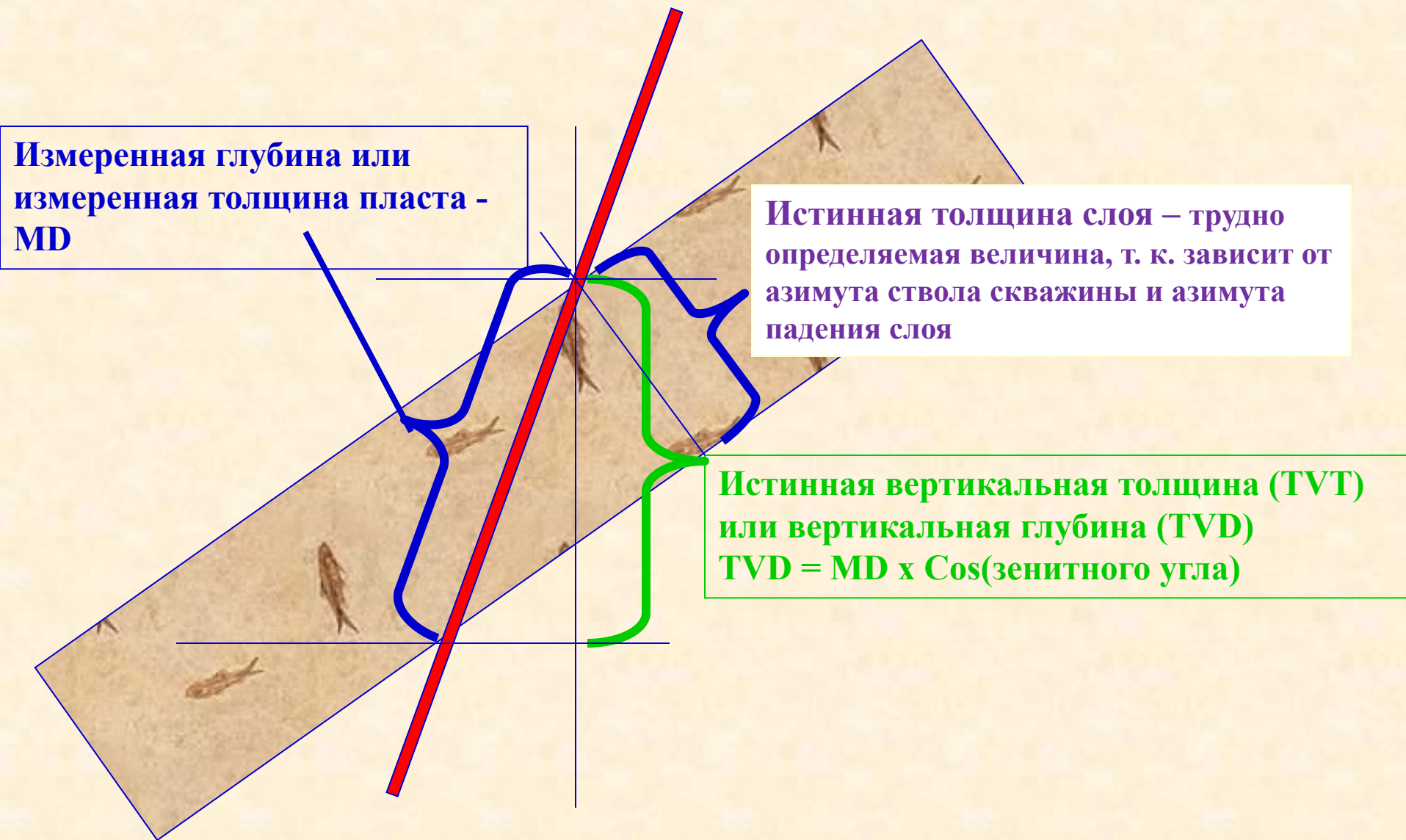


Вертикальное  
отклонение ствола  
скважины





# Отклонение скважины и толщина слоя



Инклинометрия (каротаж пространственного положения ствола скважины) проводится для корректировки траектории скважины в процессе бурения наклонно-направленных стволов и проверки соответствия фактической траектории ствола скважины проектной.

**Регистрируемые параметры:**

зенитный угол

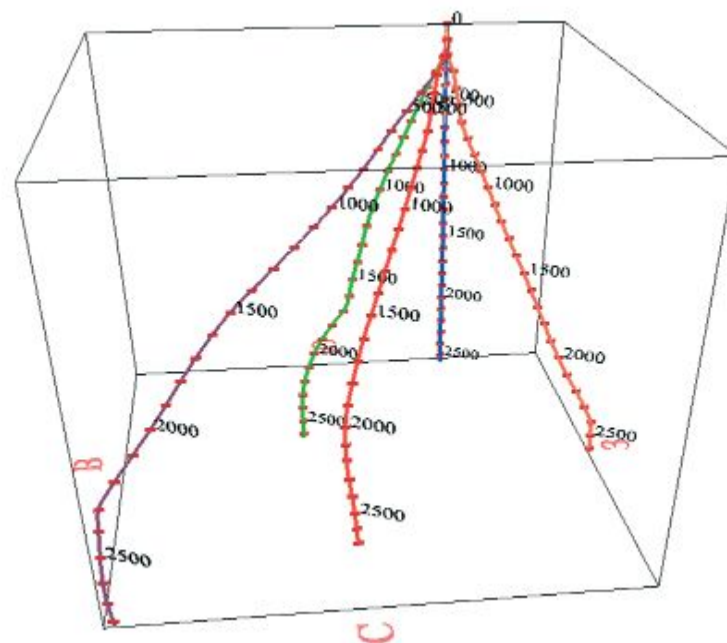
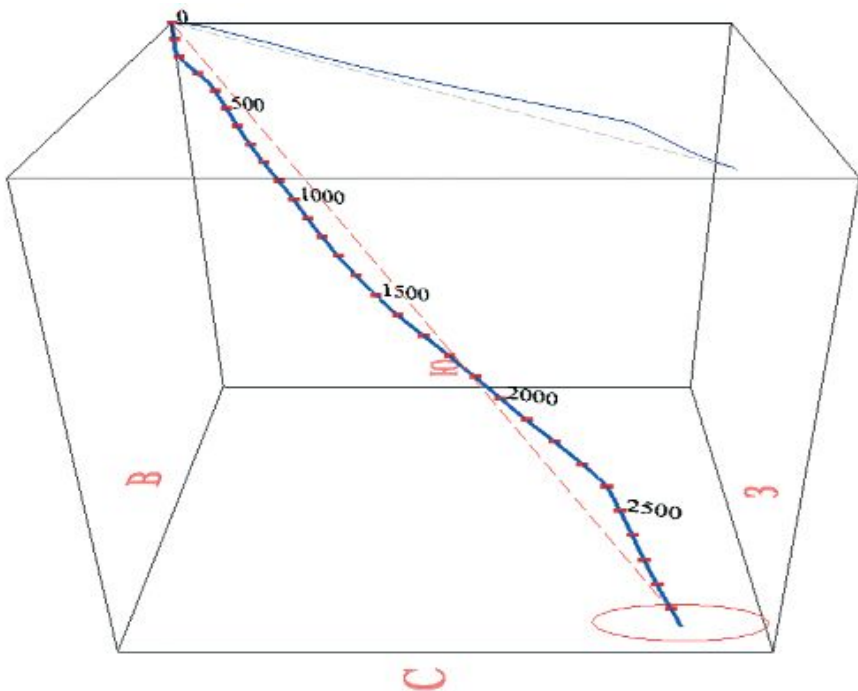
азимут

**Единицы измерения:**

градусы

градусы

Инклинометры ИНМ, ИМММ, ИОН применяются в необсаженных скважинах. Возможно проведение измерений в буровом инструменте из немагнитных материалов (ЛБТ). Гирскопические инклинометры могут применяться в обсаженной скважине.





## Данные инклинометрии

<b>Месторождение:</b>		<b>XXX</b>	
<b>Скважина №</b>	<b>XXX</b>	<b>Куст:</b>	<b>xxx</b>
<b>Категория скважины</b>		<b>эксплуатационная</b>	
<b>Заказчик:</b>	<b>XXX</b>		
<b>Подрядник:</b>	<b>XXX</b>		

### Сведения о проведенных исследованиях

<b>Альтитуда стола ротора, м</b>	<b>62.40</b>	по заявке
<b>Магнитное склонение, градус:</b>	<b>21.58</b>	
<b>Диаметр скважины по долоту, м</b>	<b>0.295</b>	
<b>Глубина башмака кондуктора, м</b>	<b>549.5</b>	по заявке
<b>Текущий забой, м</b>	<b>1519.00</b>	

№	Интервал, количество точек и дата исследования		Тип прибора, номер, дата поверки		Характеристика замера			Фамилии			
	Ствол	ЛБТ	УБТ	Начальник партии	Представит. Заказчика						
1	10.0-530.0	53	12.02.2011	ИГН-73 N 0509224	09.01.2011	4	откр. ств	0			
2	500.0-620.0	13	20.02.2011	ИОН 020202	01.12.2010		откр. ств	0	0		
3	620.0-1510.0	91	20.02.2011	ИМА N 2	07.02.2011		откр. ств	0	0		

### Результат обработки

Глубина м	Зенитный угол градус	Азимут магн. градус	Азимут геогр. градус	Удлинение м	Смещение м	Дирекционный угол смещения, градус	Абсолютная глубина, м	Вертикальная глубина, м	Интенс.		
									+Север +Юг м	+Восток -Запад м	гр./10 м
10.00	0.39	34.21	55.79	0.00	0.00	302.02	52.40	10.00	0.00	0.00	0.51
20.00	0.37	34.21	55.79	0.00	0.10	337.63	42.40	20.00	0.10	0.00	0.85
30.00	1.06	314.04	335.62	0.00	0.20	356.28	32.40	30.00	0.20	0.00	0.74

На глубине - 1190.00м максимальный зенитный угол 57.15градус  
 На глубине - 620.00м максимальная интенсивность кривизны 1.95градус/10 м

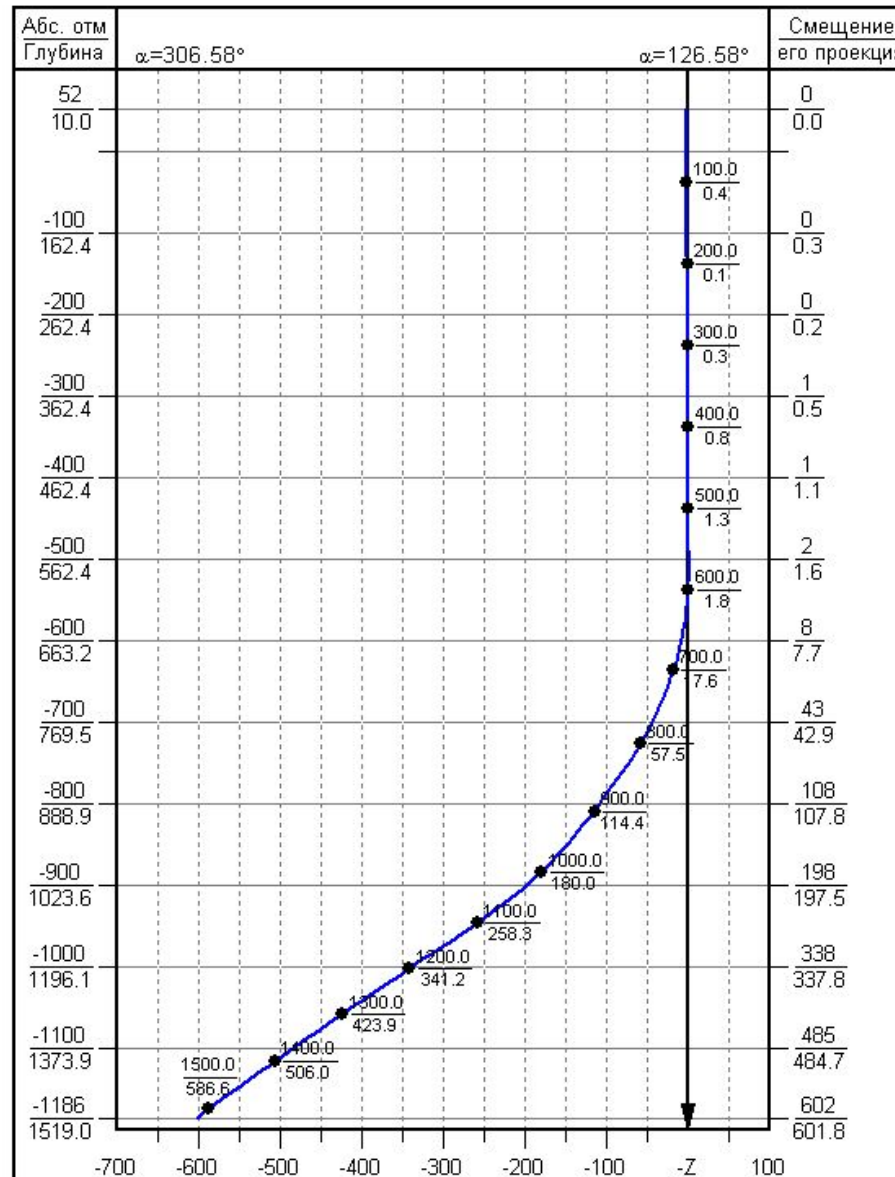
### Проектные и фактические данные

Имя пласта	Глуби-на (м)	Абс.от-метка, м	Угол градус	Азимут, градус	Удлинение м	Проектные данные			Фактические данные		
						Смещение, м	Д.У.С., градус	Радиус допуска	Смещение, м	Д.У.С., градус	Факт. отход
Забой	1519	1185.73	53.1	286.63	270.87	600	306.58	25	601.86	307.64	11.22

# Вертикальная проекция ствола скважины

Мерт 1 : 8000 Мгор 1 : 8000

Дирекционный угол 126.58°

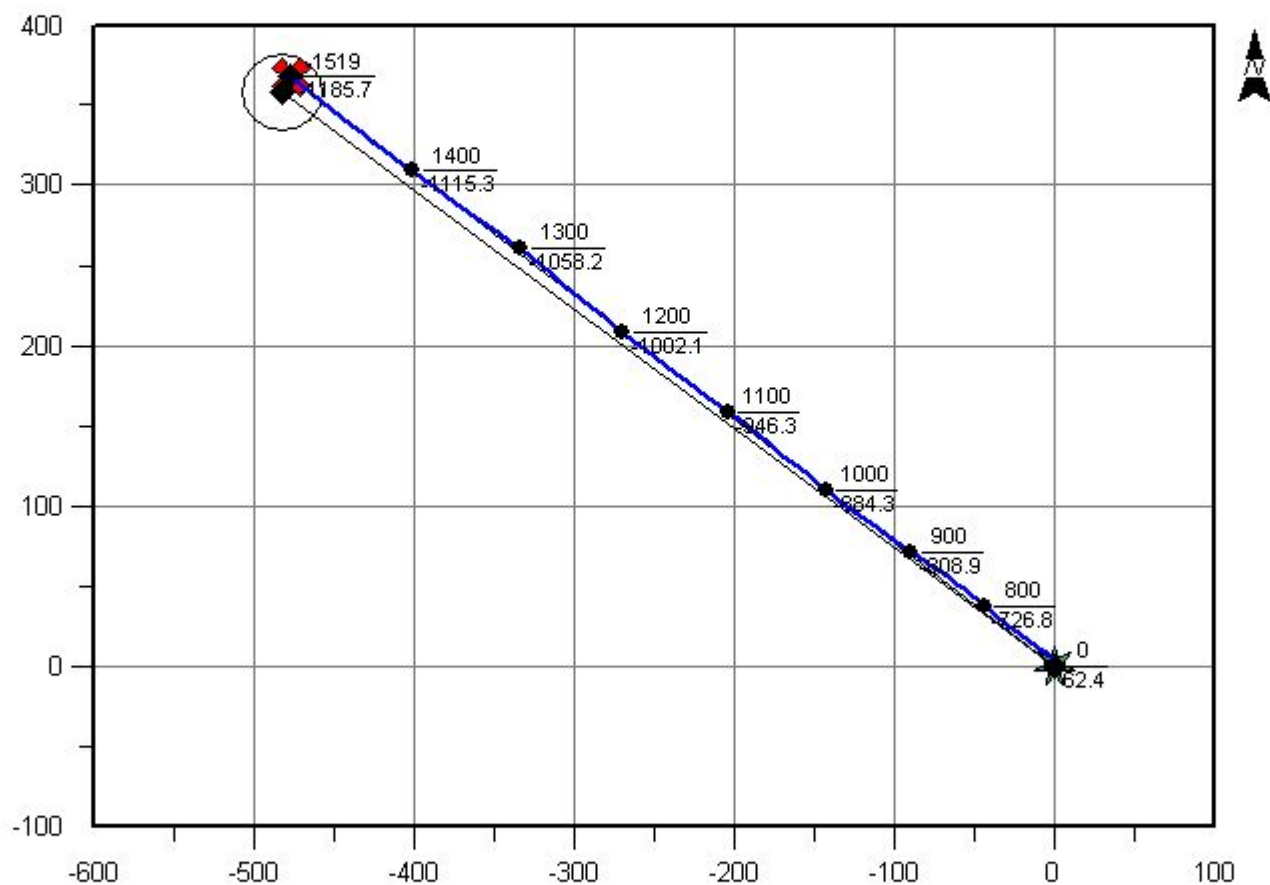


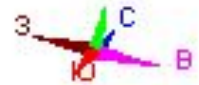
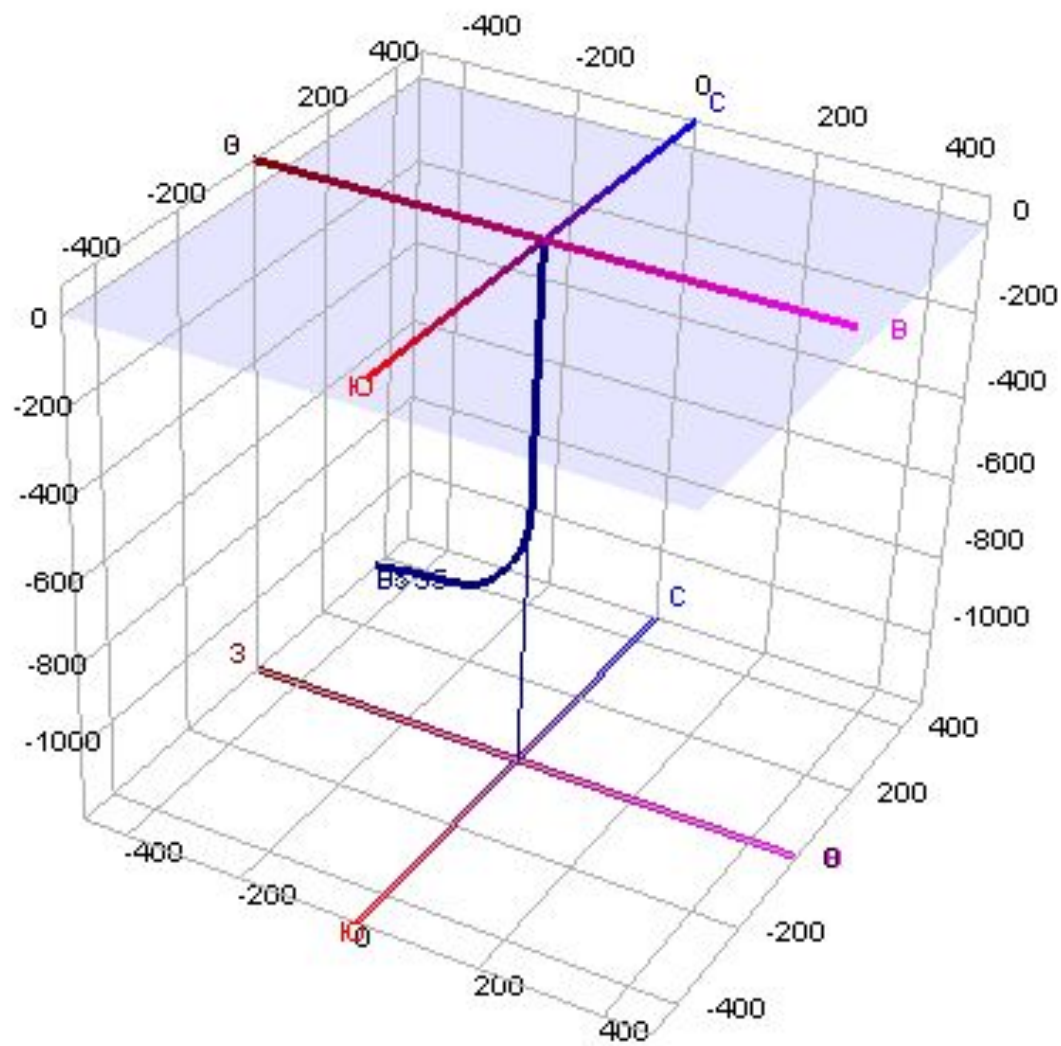
## План скважины

М 1 : 5000

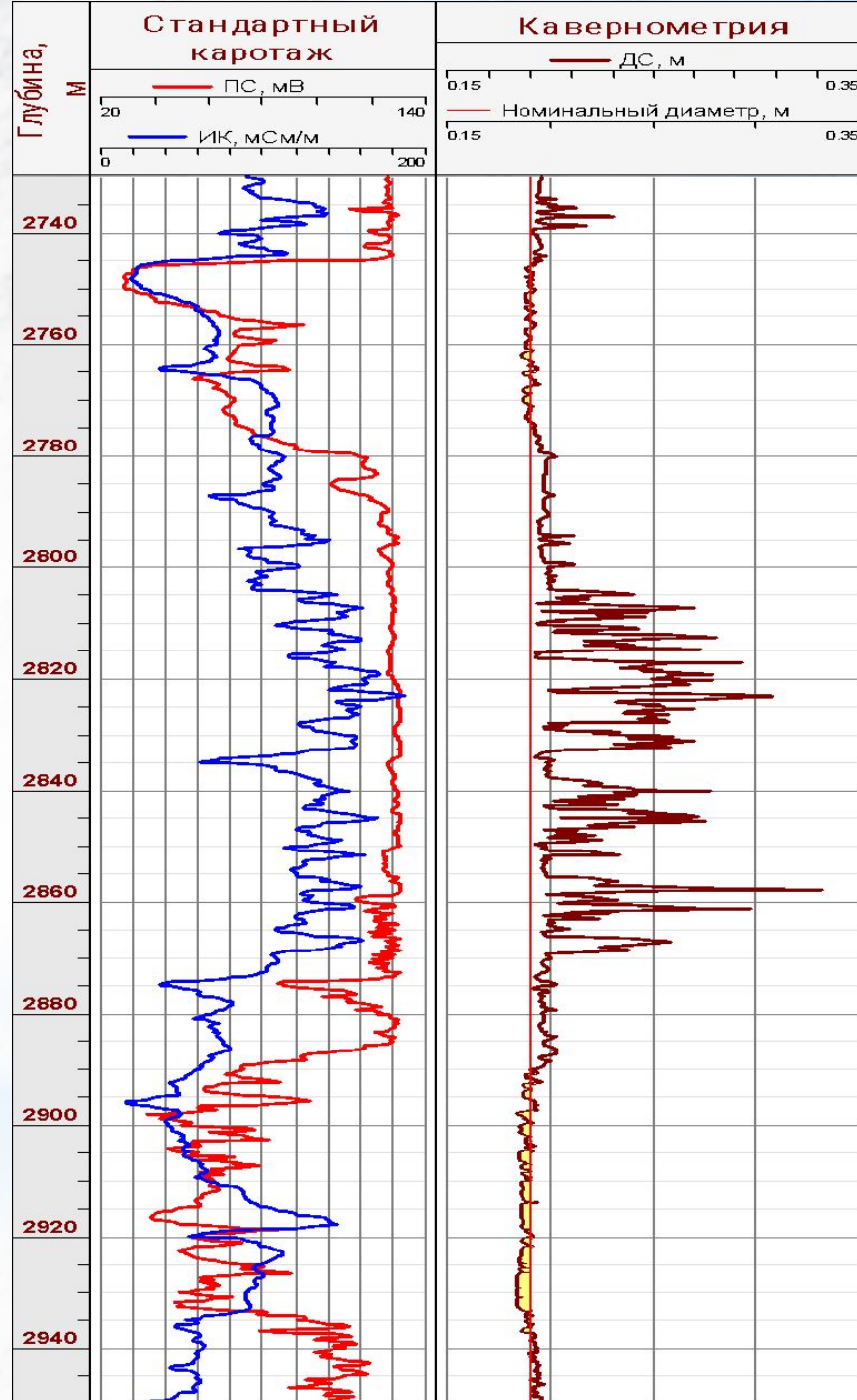
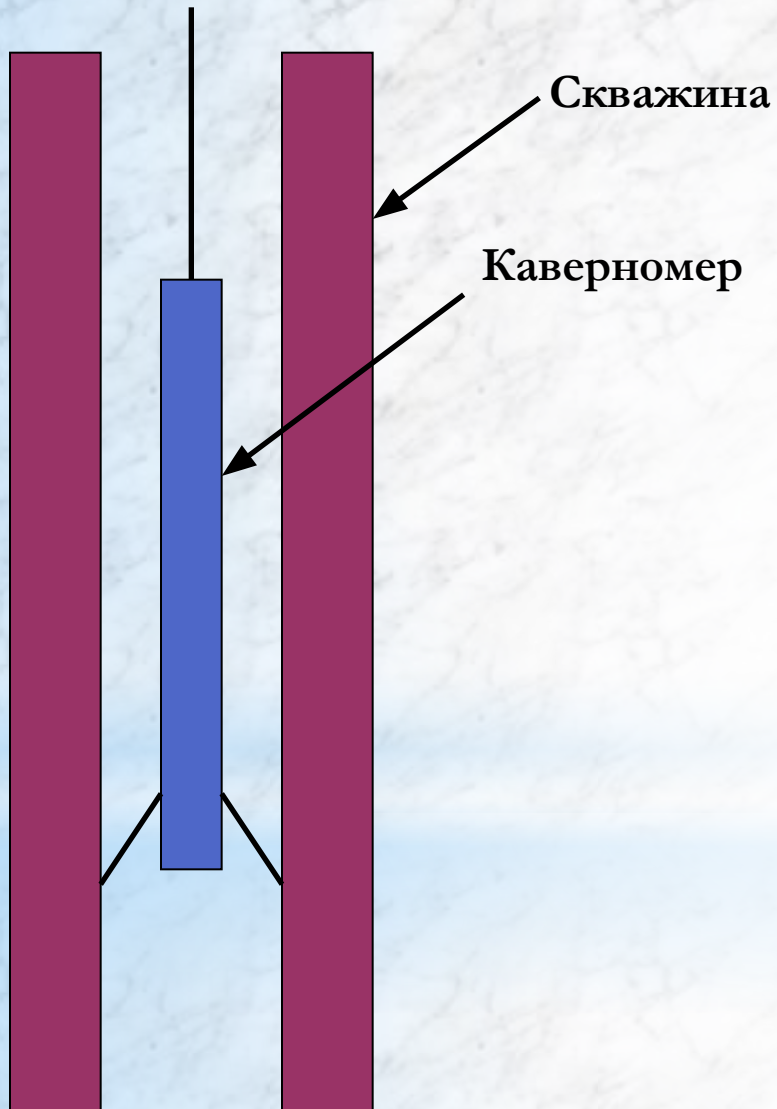
Удли. 270.87 м Смещ. 601.9 м Д.У.С. 307.64 град Альт. 62.40 м

Пласт	Глубина, м	Абс. отм., м	Факт. координаты		Проект. координаты	
			Смещ., м	Д.У.С., град	Смещ., м	Д.У.С., град
◆ Забой	1519.0	-1185.73	601.9	307.64	600.0	306.58





# Кавернометрия скважин





Данные о фактическом диаметре скважины необходимы для решения следующих задач:

- ✓ оценки прихватоопасности желобов, сальников, глинистых и шламовых корок, интервалов выкрашивания и вывала пород;
- ✓ учета геометрии ствола при аварийных работах, связанных с извлечением из открытого ствола посторонних предметов;
- ✓ выбора интервалов установки пакеров испытателя пластов, испытателей на кабеле и сверлящего керноотборника на кабеле;
- ✓ выбора интервалов для установки башмака, центраторов и турбулизаторов обсадной колонны;
- ✓ определения объема затрубного пространства для расчета количества тампонажной смеси; уточнения геологического разреза, в том числе выделения коллекторов по появлению глинистых корок;
- ✓ учета диаметра ствола при интерпретации данных БКЗ, БК, ГК, НК и др. методов.

Исследованию кавернометрией-профилеметрией подлежат все скважины без исключения

Измеряемая величина — диаметр скважины в миллиметрах (мм).

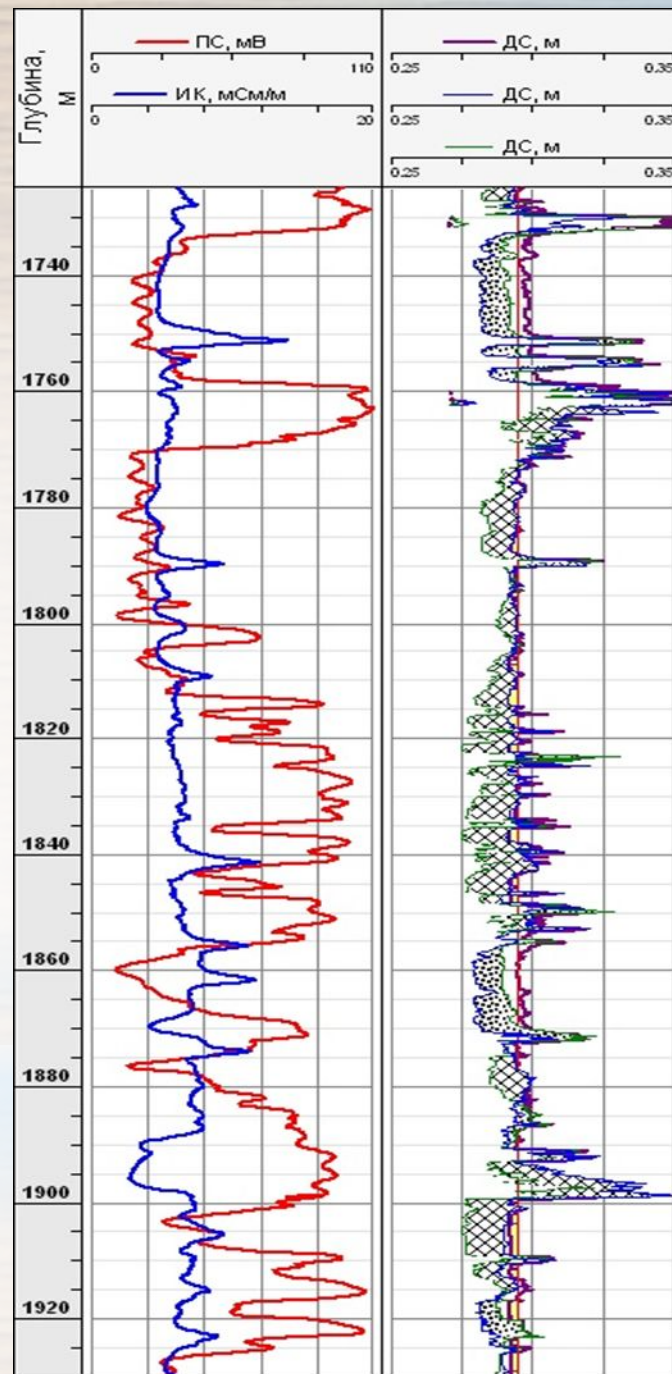


**В бурящихся скважинах несоответствие формы открытого ствола круглому сечению свидетельствует о наличии желоба, который образуется в результате разрушения горных пород буровым инструментом и его замковыми соединениями в процессе бурения и при спуске-подъеме инструмента.**

**В этих зонах наблюдаются затяжки бурового инструмента, которые могут привести к прихватам, возникают трудности при спуске обсадных колонн, могут возникнуть заколонные перетоки.**

**Желоб в разрезе скважин выделяют с помощью профилемеров.**

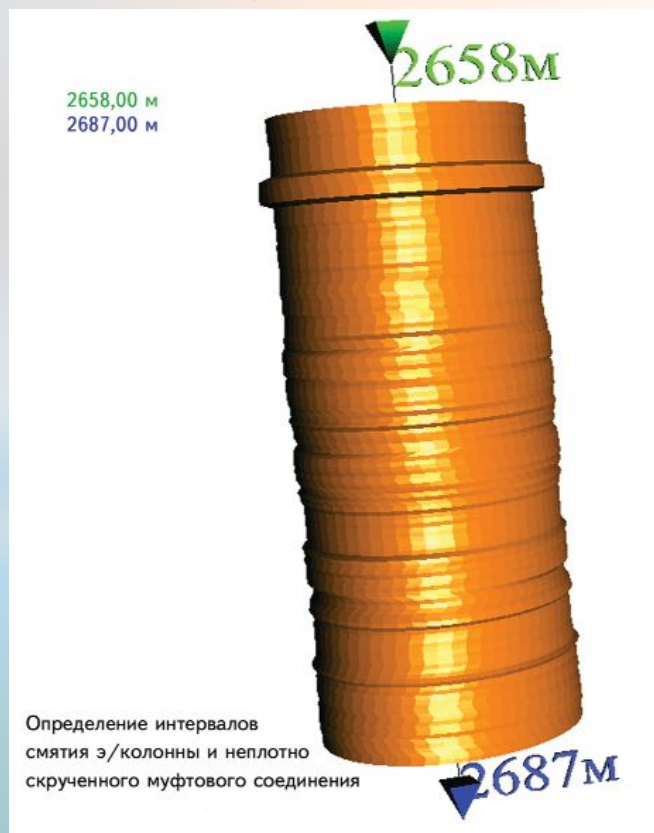
**Скважинный каверномер-профилемер позволяет одновременно непрерывно регистрировать три кривые: кавернограмму и две кривые для диаметров скважины в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях.**







- \* **Эффективным методом выявления таких повреждений обсадных труб, как разрывы, рассоединения, смятие и износ внутренней поверхности, может служить трубная профилометрия (прибор ПТС-4), в основу которой положено измерение геометрических характеристик внутреннего профиля трубы.**
- При определении технического состояния эксплуатационной колонны прибором ПТС-4 проводится одновременная непрерывная регистрация восьми радиусов с высокой разрешающей способностью, позволяющей оценить степень износа колонны, ее эллипсовидность.**



#### **Технические особенности:**

- управление приводом рычажной системы многократно;
- диапазон измерения восьми радиусов от 55 до 170мм;
- погрешность измерения радиусов не более 1,2 мм.

#### **Применение:**

- ✓ определение интервалов и характера смятия обсадных колонн;
- ✓ выделение неплотно скрученных муфтовых соединений;
- ✓ определение внутреннего диаметра колонны;
- ✓ выделение интервалов перфорации, зон коррозии и износа обсадной колонны;
- ✓ определение формы сечения обсадной колонны

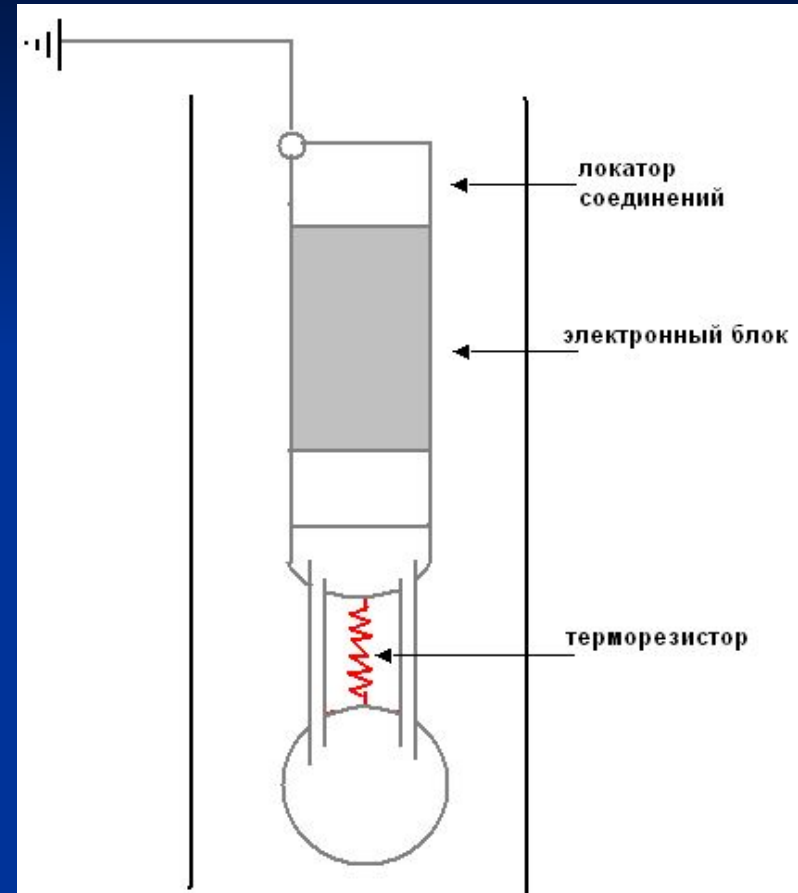
# ТЕРМОМЕТРИЯ

- **Метод заключается в изучении естественных и искусственных тепловых полей в скважине в установившемся и неустойчивом режимах. Измеряемая величина — температура (разность температур) — в градусах Цельсия (°C). Сокращение - *T* или *Терм.***
- **Измерение естественных полей выполняют:**
  - **в установившемся режиме с целью определения естественной температуры пород, геотермического градиента, геотермической ступени;**
  - **в неустойчивом режиме для сопровождения бурения и каротажа — определения температурного режима работы бурового инструмента и скважинных приборов;**
  - **получения информации для учета температуры при интерпретации данных каротажа.**
- **Разница полей, измеренных на этих режимах, зависит от времени пребывания скважины в покое. Она тем больше, чем меньший промежуток времени прошел после прекращения циркуляции промывочной жидкости в стволе скважины и других тепловых воздействий — заколонных перетоков, дросселирования нефти, газа и воды, прохождения фронта вод, закачиваемых в пласт, и т.д.**
- **Измерения искусственных полей ведут для:**
  - **оценки технического состояния обсаженных скважин — определения высоты подъема цемента; выделения интервалов затрубных перетоков; контроля интервалов перфорации; исследований герметичности обсадных колонн и фонтанных труб;**
  - **сопровождения процесса эксплуатации скважин в комплексе с другими методами определения «притока-состава» — выделения интервалов и профилей притоков и приемистости; установления обводненных интервалов в добывающих скважинах; прослеживания температурного фронта закачиваемых вод; исследования нагнетательных скважин; определения интервалов внутриколонных перетоков; контроля за внутрислоевым горением, паротепловым воздействием и термозаводнением.**
- **Результаты измерений, в том числе естественных полей, полученные в установившемся режиме, используют при этом в качестве фоновых наблюдений.**

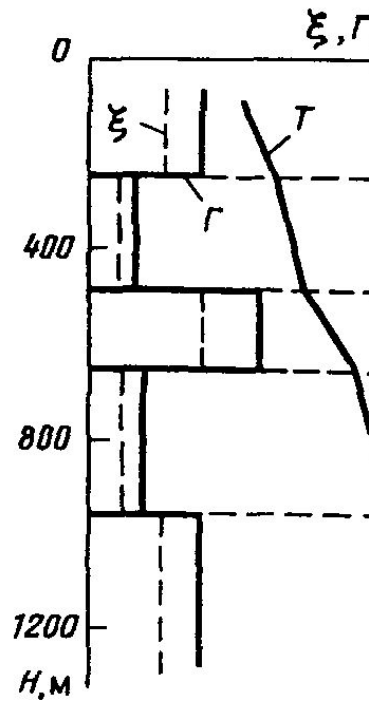
# Скважинный термометр

В зависимости от измеряемой величины различают модификации метода: обычную термометрию («термометрия»), при которой измеряют температуру, и дифференциальную термометрию, когда измеряют разность температур.

Для измерения температуры применяют термометр сопротивления, спускаемый на геофизическом кабеле, максимальный ртутный термометр и глубинный самопишущий термометр, опускаемые на бурильных трубах в составе ИПТ.



Термометр сопротивления комплексируют с приборами остальных методов ГИС. Он является частью технологического блока в сборках модулей



Геотермическими исследованиями скважин установлено, что на континентах температура пород до глубин 10—40 м подвержена периодическим (суточным, сезонным и годовым) колебаниям, связанным с изменением интенсивности солнечного излучения. (В водных толщах — морских и океанических — годовые колебания температур распространяются до глубин 300 м и более).

Слои, в которых колебания суточных и годовых температур становятся незначительными, названы слоями постоянных суточных и годовых температур, или нейтральными слоями. Температура нейтрального слоя принимается равной среднегодовой температуре поверхности Земли  $T_T$ . Ниже этого слоя повсеместно наблюдается закономерное возрастание температуры с глубиной, определяемое внутренним теплом Земли. Основным источником тепловой энергии в недрах Земли принято считать энергию, возникающую при распаде радиоактивных элементов; дополнительными источниками

Диаграммы изменения удельного теплового сопротивления пород  $\xi$ , геотермического градиента  $\Gamma$  и температуры глубины скважины

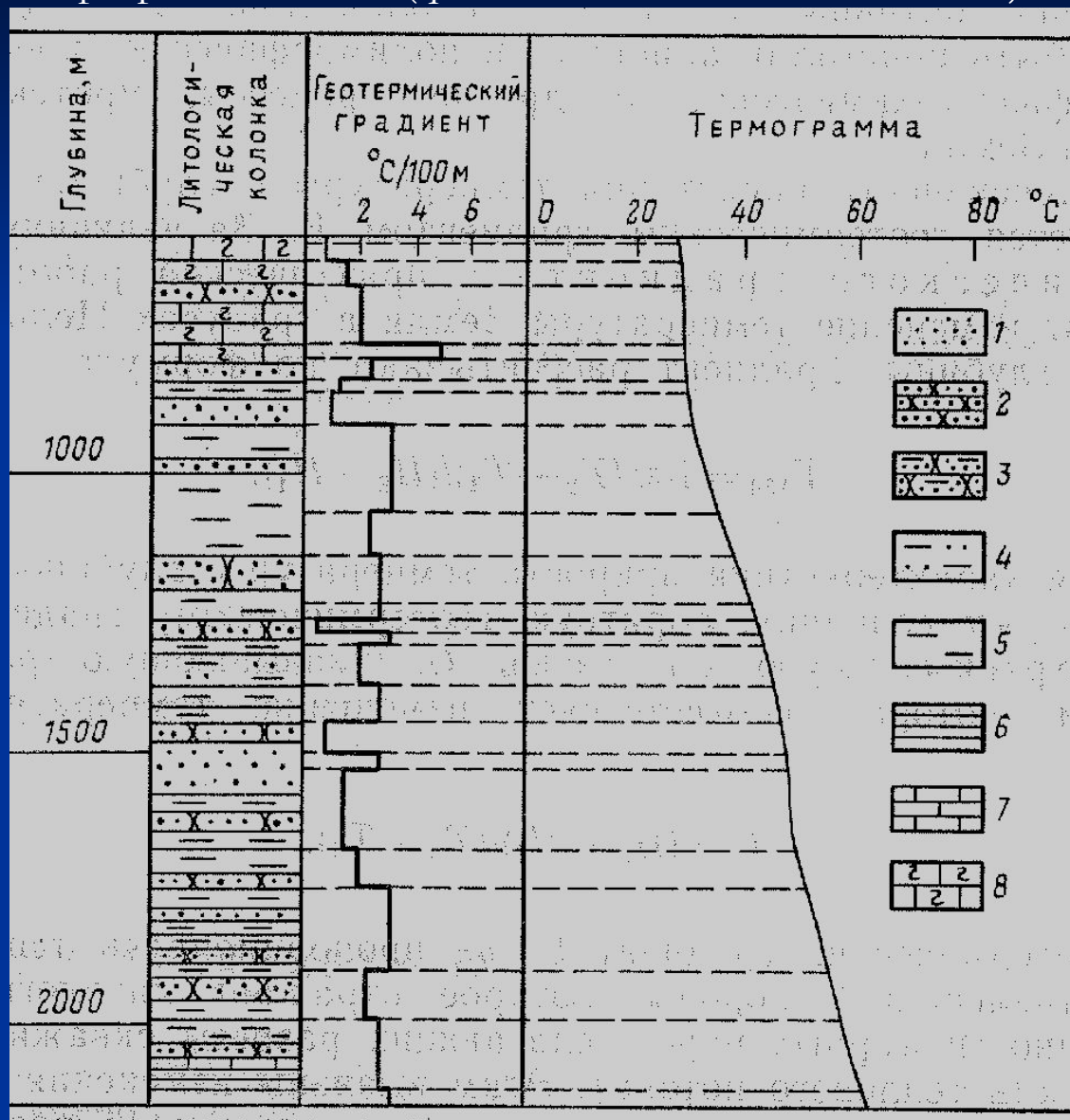
быть кристаллизационные и полиморфические превраще- физико-химические и другие процессы, протекающие и Земли.

Интенсивность нарастания температуры с глубиной характеризуется геотермическим градиентом  $\Gamma$ . За величину геотермического градиента в практической работе принимают изменение температуры Земли в градусах Цельсия на м глубины. Градиент рассчитывают по формуле

$$\Gamma_{100} = 100 (T_2 - T_1) / (H_2 - H_1). \quad (\text{VII.1})$$



Геотермический градиент  $\Gamma = q/\xi$  пропорционален тепловому сопротивлению породы ( $\xi$ ), которое отражает литологические особенности горных пород, слагающих разрез скважин ( $q$  - плотность теплового потока).



Распределение естественного теплового поля в толще земной коры зависит главным образом от литологического, тектонического и гидрогеологического факторов, на изучении которых основано решение следующих задач:

*1. Литолого-тектонические и гидрогеологические задачи региональной геологии:*

- a) определять естественную температуру пород на заданной глубине
- b) коррелировать разрезы скважин при региональных исследованиях
- c) прогнозировать тектоническое строение территории, не изученной с помощью бурения
- d) получать гидрогеологическую и мерзлотную характеристики исследуемых регионов.

Для этого используют термограммы естественного теплового поля

*2. Детальное исследование разрезов скважин*

Для этого определяют тепловые свойства пород по данным термических исследований с установившемся и неуставившемся тепловым режимом.

*3. В комплексе с другими параметрами пород*

- a. Литологическое расчленение разрезов скважин
- b. Выявление коллекторов
- c. Поиски полезных ископаемых

Для этого необходимы диаграммы детальной термометрии.

- Температура – энергетический параметр системы, следовательно любое изменение системы из-за режима работы скважины, уменьшения или увеличения давления, промывки, нарушения целостности колонны приводит к изменению температуры.

***1. В перфорированных пластах:***

Выделение интервалов притока (приемистости);

Выделение отдающих (поглощающих) пластов;

Установление интервалов обводнения.

***2. В неперфорированных пластах:***

Прослеживание местоположения температурного фронта закачиваемых вод.

***3. При контроле технического состояния скважин:***

Выявление затрубных циркуляций;

Определение мест негерметичности обсадной колонны.

# ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ

## **Факторы, определяющие качество цементирования обсадных колонн:**

Соответствие фактической высоты подъема цемента ее проектной высоте

Равномерность распределения цемента в затрубном пространстве и отсутствие в нем трещин, пустот и других дефектов

Сцепление цементного камня с обсадной колонной и породой

### **Методы оценки качества цементирования**

- **Термометрия**
- **Метод радиоактивных изотопов**
- **Акустический цементомер (АКЦ)**
- **Гамма-гамма цементомер (ГГКЦ)**



# Методы оценки качества цементирования: термометрия

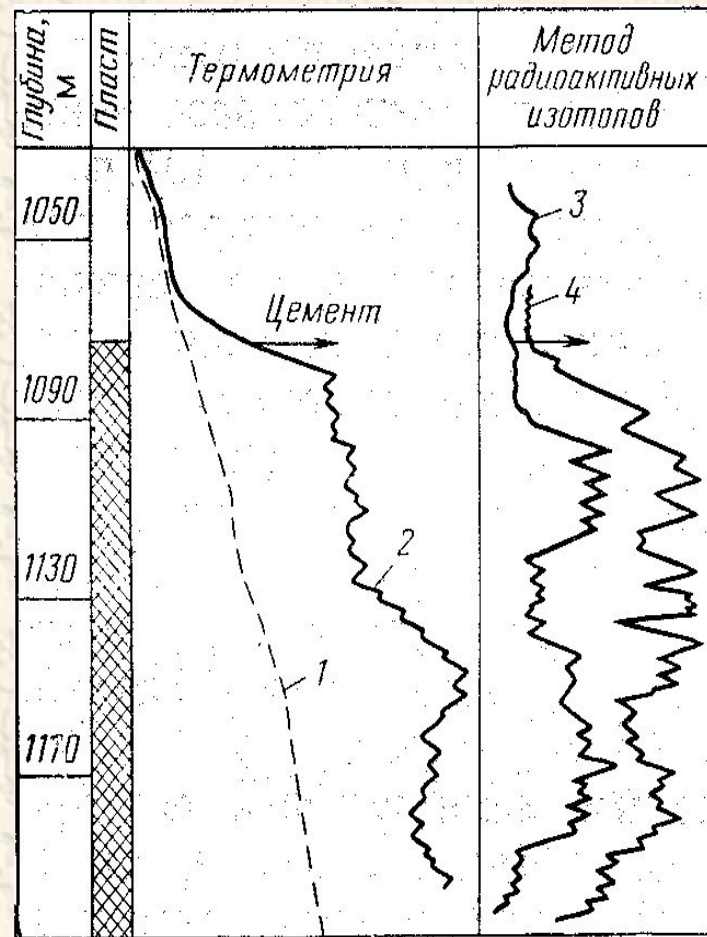
Затвердевание цементного раствора – экзотермическая реакция. **Определение верхней границы подъема цемента**  
 Время, за которое цементный раствор достигает максимальной температуры, обычно 8-16 часов в зависимости от типа и качества цемента. Тепло, которое выделяет цемент, изменяет тепловое поле скважины, что и отражается на термограмме.

1 – геотерма, 2 – термограмма после цементирования скважины;  
 3 – диаграмма естественной гамма-активности, 4 – диаграмма гамма-активности после цементирования с введением радиоактивных изотопов.

Однако у метода термометрии есть недостатки:

- 1) незначительный радиальный градиент температуры не позволяет контролировать равномерность распределения цемента за колонной;
- 2) время проведения исследований ограничено периодом затвердевания цемента.

Название	Химический элемент	Вещество	Энергия гамма-излучения, МэВ	$T_{1/2}$
Кобальт	$^{60}\text{Co}$	$\text{CoCl}_2$	1.1.-1.3	5.3 года
Цинк	$^{65}\text{Zn}$	$\text{ZnCl}_2$	1.14	250 дней
Цирконий	$^{95}\text{Zr}$	$\text{Zr}(\text{C}_2\text{O}_4)$	0.39-1.0	65.3 дня
Железо	$^{59}\text{Fe}$	$\text{FeCl}_3$	1.1-1.3	45 дней
йод	$^{131}\text{I}$	$\text{NaI}, \text{KI}$	0.08-0.5	8.1 день





# Методы оценки качества цементирования: термометрия

*Для определения высоты подъема цемента за обсадной колонной измерения проводят от устья до забоя скважины после затвердевания цемента, но не позже чем через двое суток после цементировании колонны для нормально схватывающихся цементов и через 15-20 ч для быстросхватывающихся цементов. Оптимальное время исследований для нормально схватывающихся цементов — через 15-30 ч после окончания заливки.*

**Запрещается проведение любых работ в скважине перед измерениями во избежание нарушения температурного режима.**

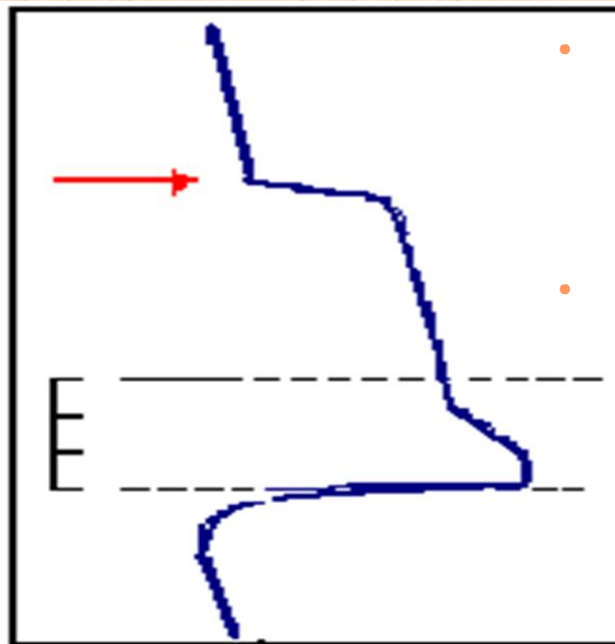
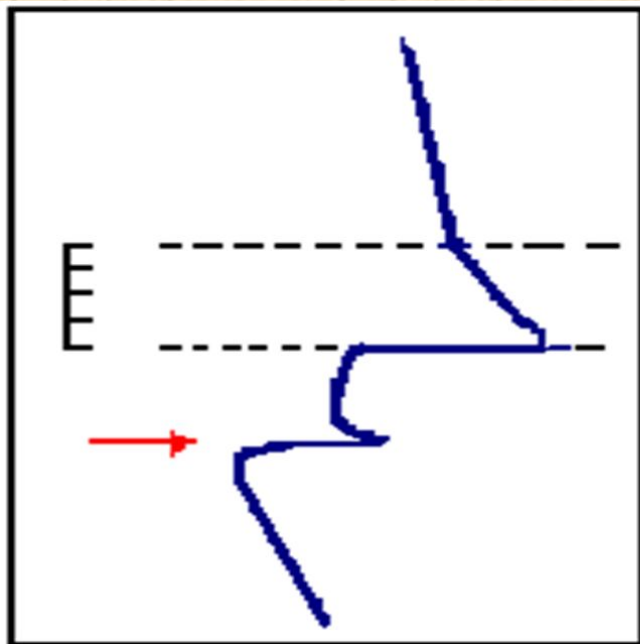
**Эффективность определения высоты подъема цемента по температурной аномалии снижается в высокотемпературных скважинах, при использовании низкосортных цементов (глино- и гельцементы), в случае загрязнения цементного раствора или односторонней заливки.**

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН

Термометрия является одним из основных методов в полном комплексе исследований скважин при контроле за разработкой нефтяных месторождений.

Данные термометрии используются при решении практически всех задач контроля.

При контроле технического состояния скважин термометрия используется для выявления затрубных циркуляций и определения мест негерметичности обсадной колонны и лифтовых труб.



- Место нарушения герметичности колонны
  - а) ниже интервала перфорации
  - б) выше интервала перфорации

Метод гамма-гамма-цементометрии обсаженных скважин основан на измерении плотности среды в затрубном пространстве непрерывно по периметру колонны либо по ее образующим через 60, 90 или 120°.

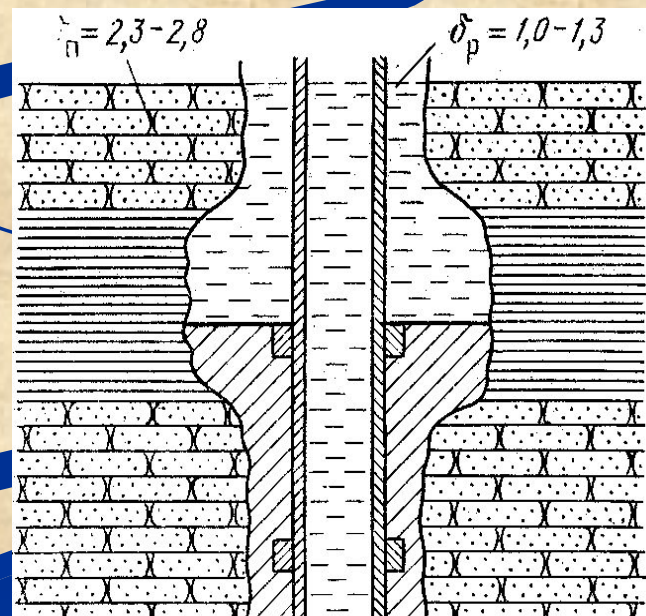
Применяют для:

- установления высоты подъема цемента за колонной;
- определения границ сплошного цементного камня, зоны смешивания цемента и промывочной жидкости и чистой промывочной жидкости;
- выделения в цементном камне каналов и каверн, при условиях, что они захватывают не менее 10 % от площади сечения затрубного пространства, различие плотностей промывочной жидкости и цементного камня составляет более 0,5-0,7 г/см<sup>3</sup>, диаметр колонны меньше диаметра скважины не менее чем на 50 мм;
- оценки эксцентриситета обсадной колонны относительно оси скважины.

Зонды:

## Методы оценки качества цементирования: ГГКЦ

1. Гамма-гамма толщиномер – зонд малой длины (10 см); источник мягкого излучения (туллий-170); измеряемая интенсивность определяется толщиной обсадной колонны. По диаграмме определяют местоположение муфт, пакеров, цементирующих фонарей; выявляют дефекты в обсадных трубах.
2. Гамма-гамма цементомер - зонд средней длины (40 см); источник средних энергий (цезий-137). Позволяет изучать плотностные характеристики среды в затрубном пространстве.
3. Гамма-гамма дефектомер – регистрирует изменение интенсивности рассеянного гамма-излучения по периметру колонны.





# Гамма-гамма дефектометрия-толщинометрия

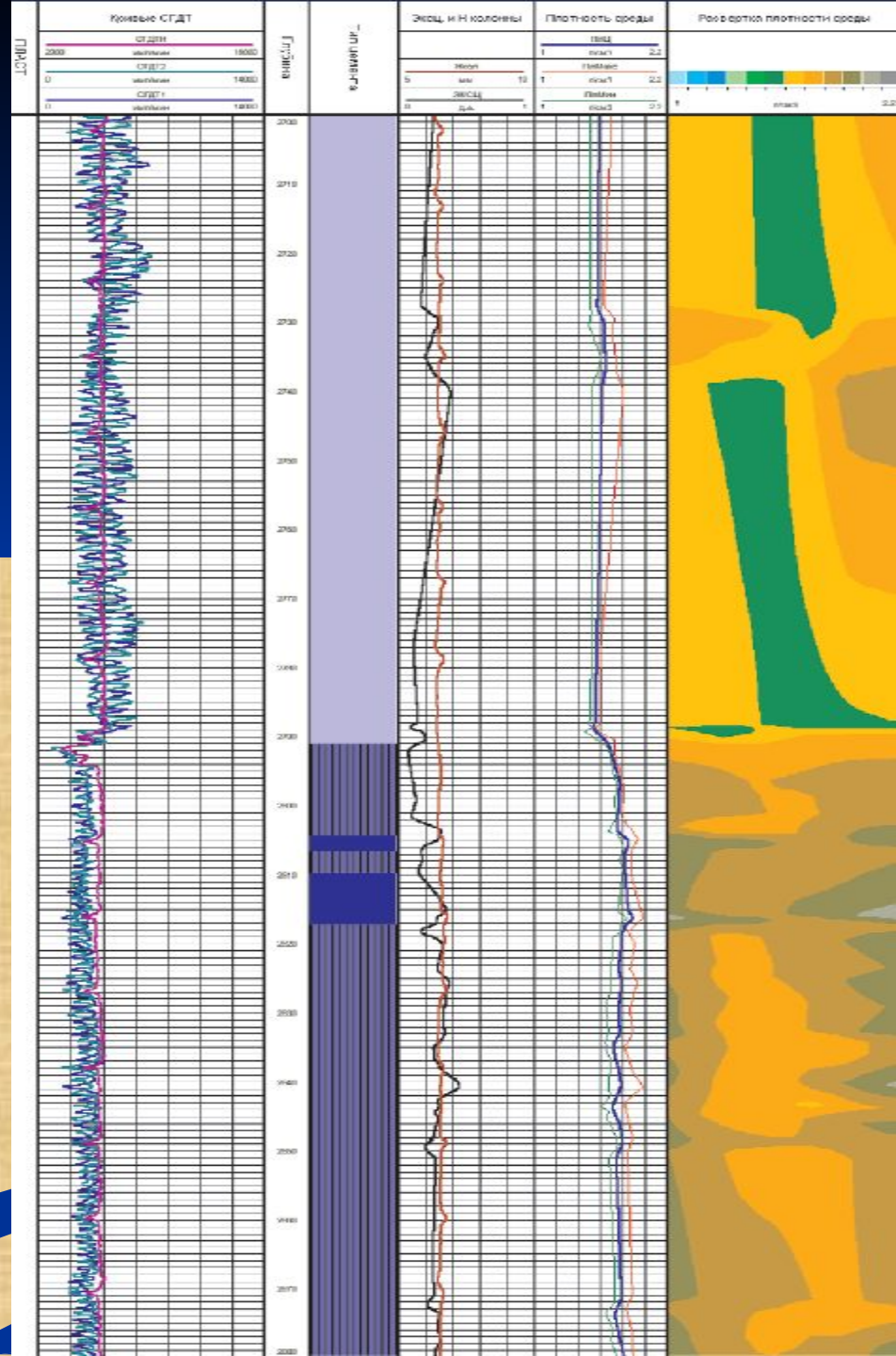
основана на зависимости интенсивности рассеянного гамма-излучения от плотности вещества, заполняющего затрубное пространство обсаженных скважин в интервале исследования.

Регистрируемые параметры

- интенсивность рассеянного гамма-излучения по периметру колонны (имп./мин)
- интегральная кривая (имп./мин)
- две селективные кривые через  $180^\circ$  (имп./мин)
- толщина стенки колонны (мм)

## Применение:

- определение высоты подъема тампонажной смеси в затрубном пространстве;
- определение интервалов, содержащих различные тампонажные смеси (чистый цемент, гельцемент и др.);
- определение характера заполнения затрубного пространства тампонажной смесью;
- определение эксцентриситета колонны в скважине;
- определение средней по периметру толщины стенки труб обсадной колонны;
- определение местоположения соединительных муфт, центрирующих фонарей, специальных пакеров и т.п.







## Акустическая цементометрия (АКЦ)

**Что показывает:**

1) **Время пробега волны по породе** -  $T_p$  (мкс/м) – время пробега волны на единицу длины =  $1/V$

2) **Амплитуду колебаний – энергию волны  $A$  (дБ) – децибел** (регистрируется  $A_k$  и  $A_p$  – амплитуды наблюдаемой волны в колонне и породе соответственно)

3) **Коэффициент поглощения (ослабление) – уменьшение амплитуды колебаний волны по мере удаления от приёмника -  $\alpha$  (дБ)**

$$\alpha = 1/\Delta L \ln (A_1/A_2)$$

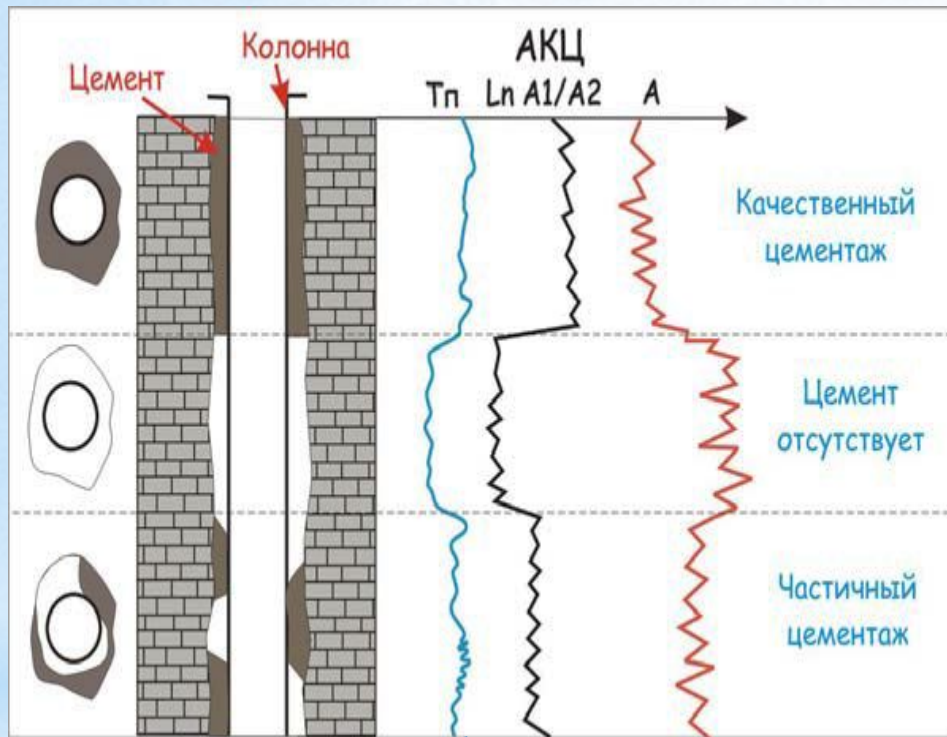
**Что можно определить:**

1) **Определение высоты подъёма цемента**

2) **Характер сцепления цемента с колонной и породой**



Оценка качества цементирования акустическим методом основана на различии скорости распространения упругой волны и на изменении амплитуды в зависимости от механических свойств окружающей среды. В скважине возбуждают упругие колебания и приемником, удаленным на некоторое расстояние от источника, регистрируют время прихода и амплитуду преломленной продольной волны. По мере распространения упругой волны происходит перераспределение ее энергии между контактирующими средами: обсадной колонной, цементным камнем и горной породой.



Время Затухание Амплитуда

Как можно определить:

- **колонна свободна** – высокая амплитуда, минимальное затухание и время пробега
- **хороший цементаж** – низкая амплитуда, максимальное затухание и время пробега
- **частичный цементаж** – промежуточные (средние) амплитуда, затухание и время пробега

В случае жесткого сцепления колонны с цементом упругие колебания, распространяясь по колонне, возбуждают колебания в цементном камне. Прохождение волны по цементу характеризуется снижением скорости распространения волны и значительными потерями энергии. В результате возрастает время прохождения волны и снижается амплитуда проходящей волны. При сцеплении цементного камня со стенками скважины время прихода волны определяется свойствами горных пород.

Если колонна обсадных труб не связана с цементом, то упругая волна распространяется непосредственно по металлу колонны со скоростью порядка 5200 м/с и с малой потерей энергии. Амплитуда волны А сохраняется максимальной.



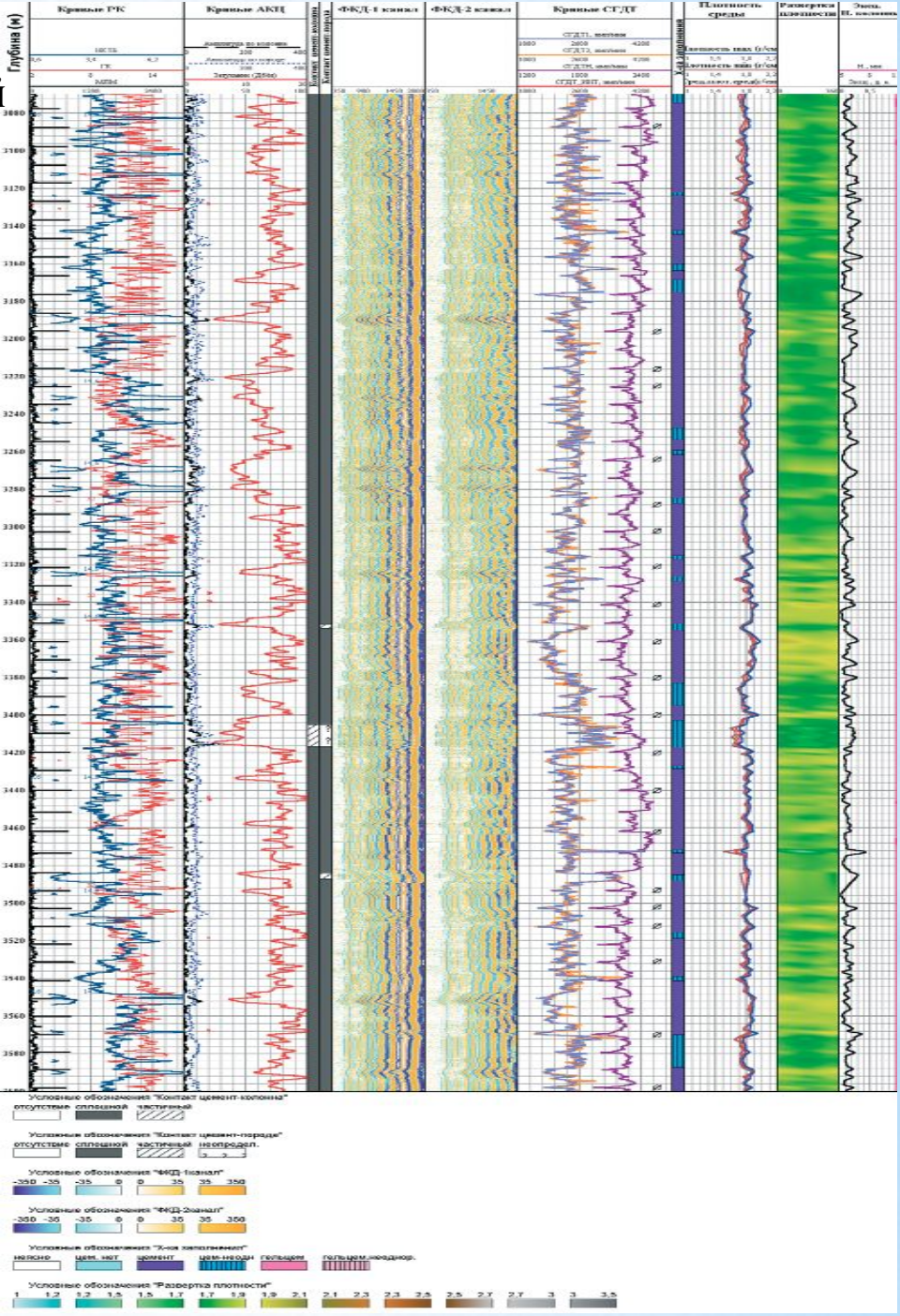
**Акустический метод контроля качества цемента** основан на регистрации полной волновой картины упругих колебаний, распространяющихся по колонне, породе и цементу.

Зарегистрированный волновой сигнал обрабатывается на поверхности для получения кинематических и динамических параметров, характеризующих качество сцепления цемента с колонной и с породой.

**Применение:**

- ✓ точная отбивка верхнего уровня подъема цементного кольца;
- ✓ определение степени сцепления цементного камня с колонной;
- ✓ определение степени сцепления цементного камня с породой;
- ✓ определение интервалов отсутствия цементного камня (в том числе малопрочного).

*применяется в обсаженных скважинах с любым типом раствора (кроме разгазированного)*





# Перфорация

- Перфорация – это создание в стальной колонне, цементном камне и горной породе каналов (отверстий) для того, чтобы пластовый флюид поступал в скважину.
- Глубина каналов – 70-200 мм
- Диаметр каналов – 8-25 мм
- Плотность перфорации – 10-20 отверстий на 1 м
- Размеры канала определяются физическими свойствами горных пород, техническим состоянием скважины, пластовым давлением и типом применяемой аппаратуры.

**Кумулятивная**

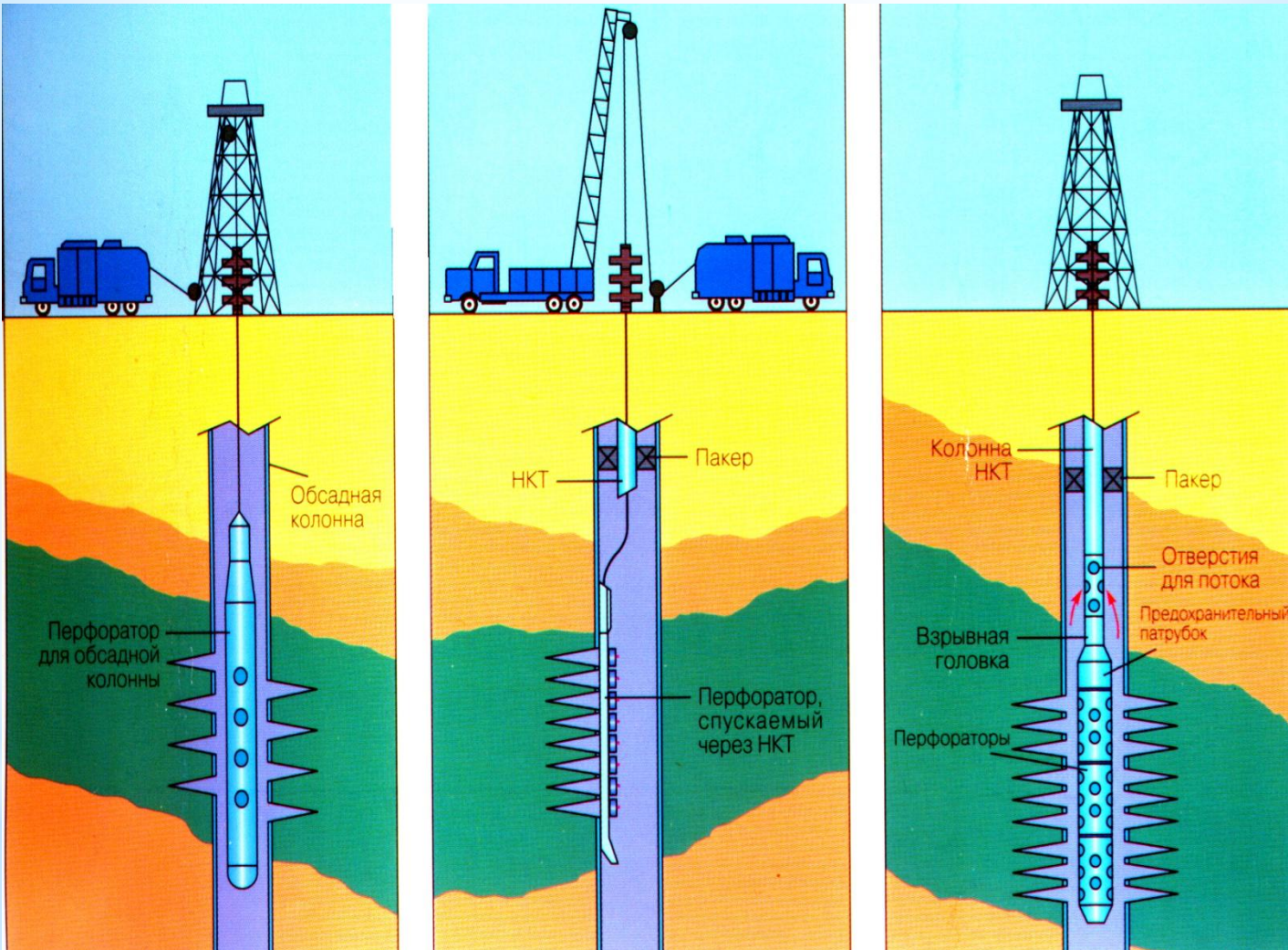
**Пулевая**

**Пескоструйная**

**Сверлящая**

**Химическая**



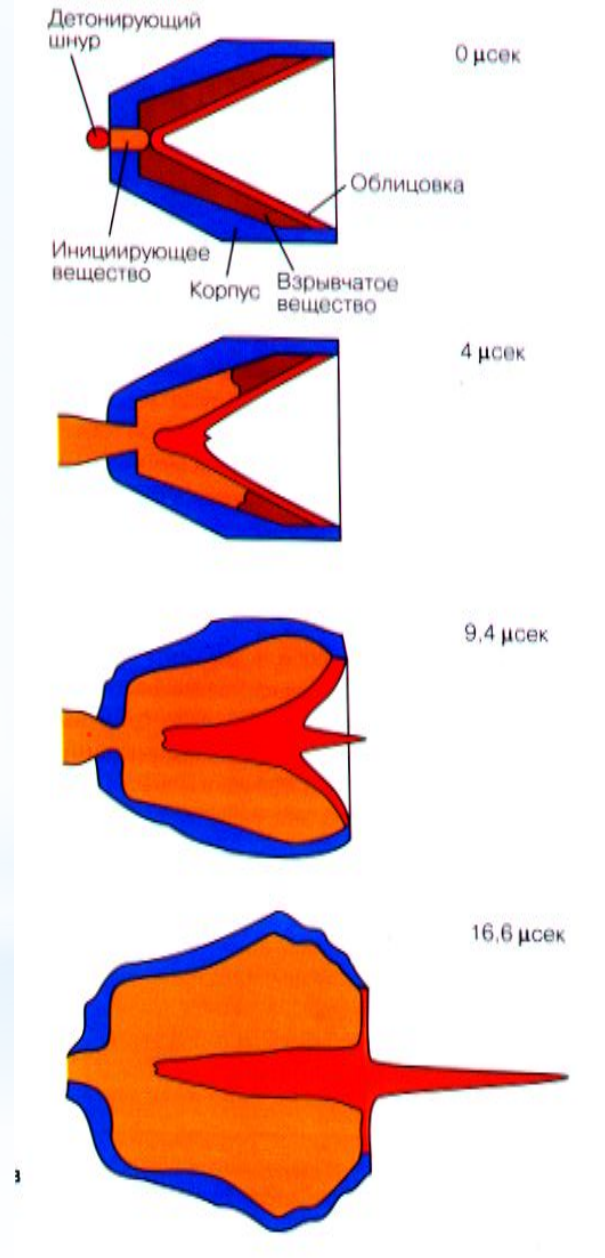


**ЮВ**

1 – корпусной, 2 – малогабаритный, 3 – на НКТ

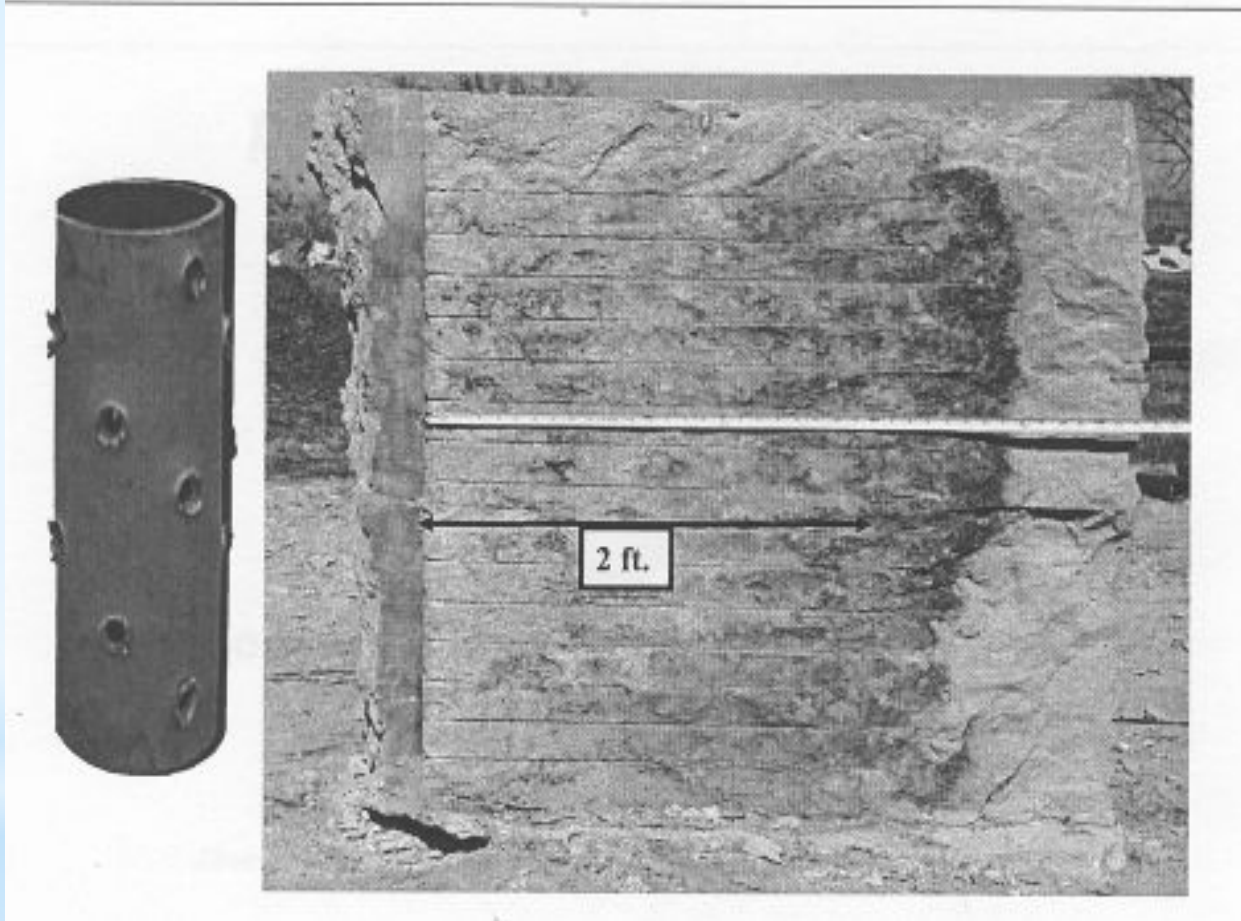
\* **Схематичное представление детонации  
кумулятивного заряда**

- Выстреливаются заряды в металлической оболочке, проникающие через обсадку, цемент и породу
- Скорость - 6700 м/с
- При столкновении генерирует давление 680 000 атм





# Пример перфорированной колонны и бетонного куба



## **Корпусные перфораторы многократного использования типа ПК+105**

Кумулятивные корпусные перфораторы многократного использования имеют прочный толстостенный корпус из высоколегированной стали, неразрушаемый и малодеформируемый при взрыве кумулятивных зарядов. Для прохода кумулятивных струй стенки корпуса перфоратора снабжены расположенными по спирали под углом  $90^\circ$  ступенчатыми окнами, которые герметизируются дюралюминиевыми дисками и затем резиновыми пробками. Резьба на концах корпуса, предназначенная для свинчивания с наконечником и головкой, позволяет соединять между собой два или три корпуса и, следовательно, спускать одновременно за один рейс в скважину удвоенное или утроенное число зарядов. При отстреле перфоратор оказывает малое фугасное воздействие на крепь скважины, обеспечивает минимальную засоряемость скважины осколками зарядов. Данный тип перфораторов спускается в скважину только на геофизическом кабеле, имеет хорошую проходимость за счёт большого собственного веса в скважинах, заполненных раствором большой плотности.

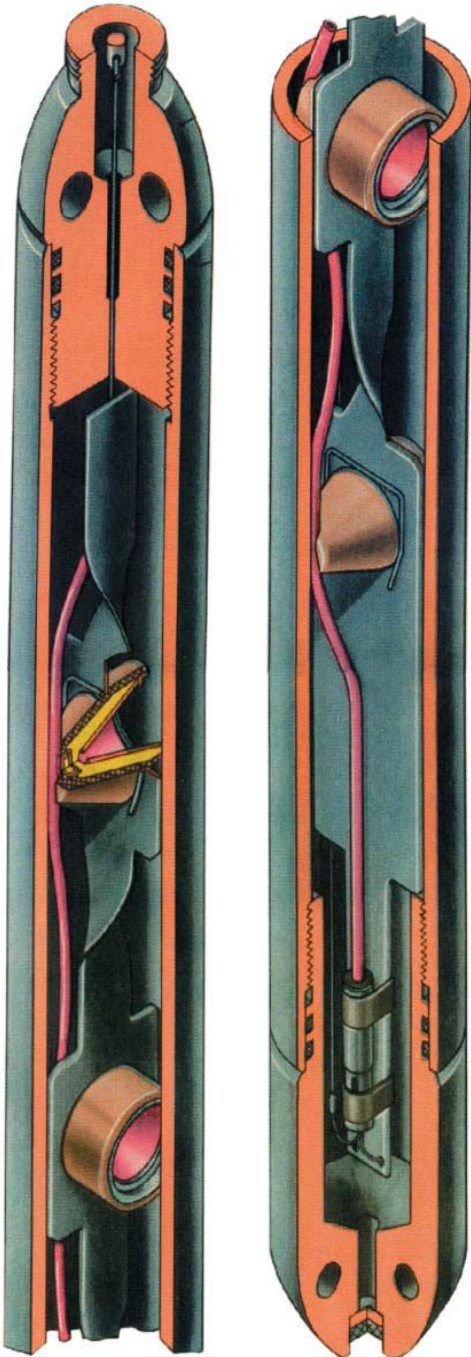
В перфораторах типа ПК-105-7 применяются заряды ЗПК-105У, корпус перфоратора рассчитан на 25 - 30 залпов. Перфораторы ПК-105Э рассчитаны на 50 залпов при условии применения усиленных зарядов: ЗПК-105С-7, ЗПК-105DN, ЗПК-105DN-01, ЗПК-105АТ, ЗПК-105 М, ЗПК-105М-01 с большой пробивной способностью. Наличие в средствах инициирования предохранительной ступени (взрывной патрон ПВПД-Н) исключает срабатывание перфоратора в случае несанкционированной разгерметизации корпуса перфоратора.

**Недостатки:** ограниченная длина сборки перфоратора - не более 3м.

## Корпусные перфораторы однократного использования ПКО-102 , ПК0-89

Предназначены для эффективного вскрытия продуктивных пластов с низкими коллекторскими свойствами в обсаженных эксплуатационных и разведочных скважинах.

Высокая производительность и качество работ. Простота и надёжность в эксплуатации, сборка и снаряжение не требуют специальных приспособлений. Перфораторы типа ПКО обладают большей пробивной способностью, чем перфораторы типа ПК-105, лучшей проходимостью за счёт меньшего диаметра корпуса, отсутствия засорения скважины осколками зарядов.





**\* Корпусные одноразовые перфораторы, спускаемые на насосно-компрессорных трубах ПНКТ1-89, ПНКТ-73, ПКТ-89СМ**

Предназначены для вскрытия протяжённых пластов в вертикальных, наклонно-направленных и горизонтальных скважинах в условиях депрессии и с пониженным уровнем жидкости в скважине. В перфораторах типа ПНКТ, ПКТ применяются те же заряды, что и в перфораторах типа ПКО.

Кумулятивные перфораторы на насосно-компрессорных трубах состоят из головки перфоратора с ударным механизмом и корпуса перфоратора с кумулятивными зарядами и средствами инициирования.

Перфоратор ПКТ-89СМ состоит из инициирующей головки и зарядных секций : верхней , нижней и промежуточных. Зарядные секции могут различаться по длине (1, 2, 3, 4, 6 м) и, соответственно, по количеству зарядов. Между зарядными секциями могут находиться секции-пропуск, которые не содержат кумулятивных зарядов и служат для передачи детонации между зарядными секциями. Секции-пропуск также могут отличаться по длине. Эта особенность перфоратора обуславливает вскрытие нескольких продуктивных пластов одновременно. Максимальная сборка перфоратора ПКТ-89СМ до 200м.



# БЕСКОРПУСНЫЕ ПЕРФОРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

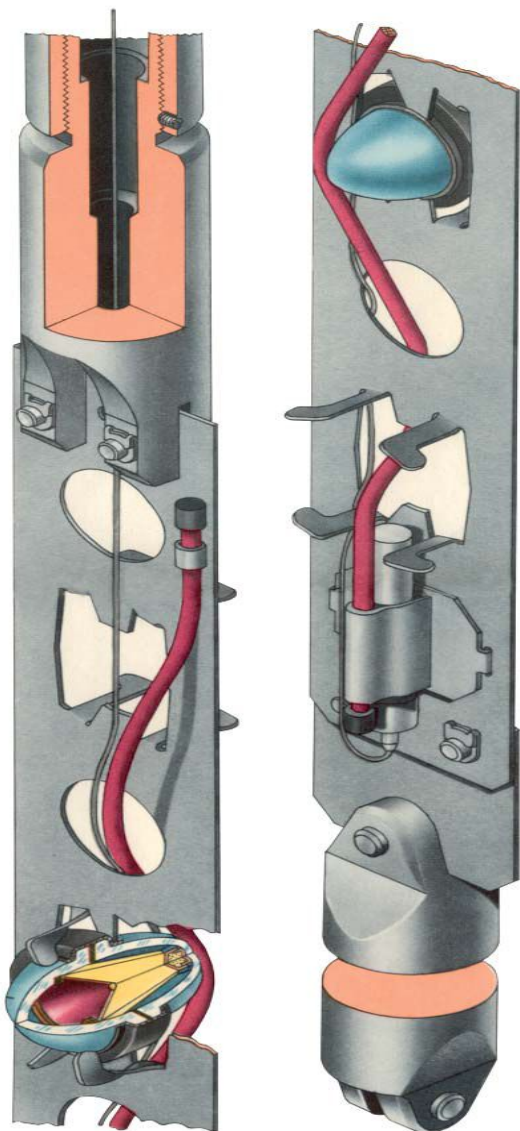
## \* Бескорпусные перфораторы типа ПКСУЛ-80

### Преимущества:

Удобны в обращении, позволяют за один спуск вскрыть пласт большой мощности. Достаточная гибкость перфоратора позволяет спускать его в скважины малого диаметра и проходить через суженные места обсадной колонны. Относительно малая засоряемость перфорационных каналов. Ленточные перфораторы позволяют использовать соответствующее число не оснащённых зарядами лент при сплошном ДШ, что является необходимым условием для вскрытия за один спуск разобщённых пластов. По деформации гнёзд в лентах перфоратора можно судить о работе каждого заряда.

### Особенности:

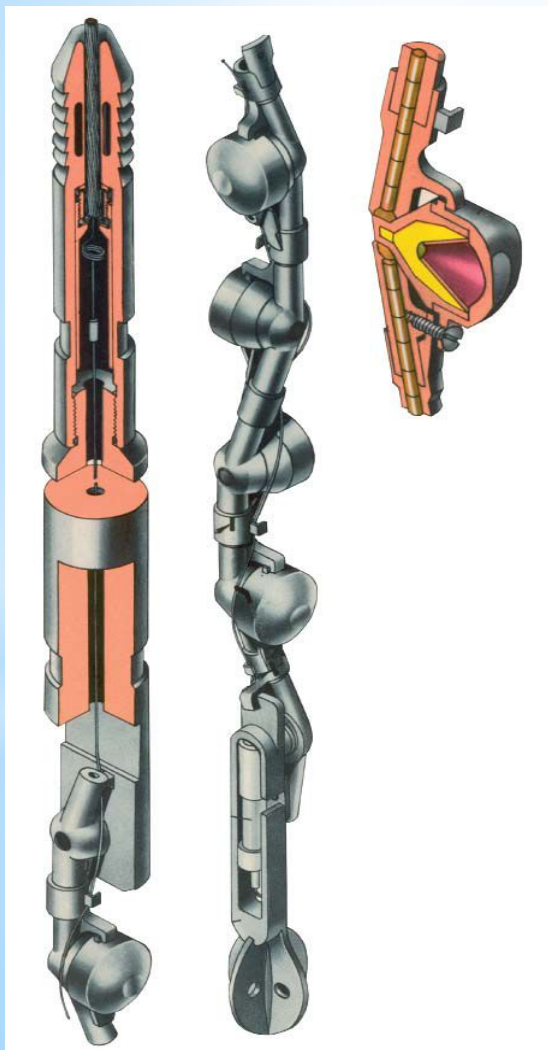
Кумулятивные бескорпусные ленточные перфораторы не имеют общего корпуса, кумулятивные заряды помещены в индивидуальные герметичные оболочки из прочного, но хрупкого материала и вместе со средствами детонирования (герметичный взрывной патрон, влагостойкий детонирующий шнур) смонтированы в каркасе, удобном для спуска в скважину



# РАЗРУШАЮЩИЕСЯ ПЕРФОРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

## Малогабаритные разрушающиеся перфораторы ПР-43, ПР-54

Предназначены для вскрытия продуктивных пластов при спущенных НКТ и герметизированном устье скважины.



### Особенности:

Высокая производительность при работе с лубрикатром за счёт полного разрушения перфоратора и извлечения из скважины только кабельной головки.

Малая трудоёмкость при сборке перфоратора на устье скважины, удобство в обращении.

Возможность проведения перфорации в широком диапазоне гидростатического давления и в газовой среде.

Встроенная детонационная цепь, отсутствие необходимости комплектации перфоратора детонирующим шнуром.

## **Малогабаритные бескорпусные перфораторы ПРК-42С, ПРК-54С с извлекаемым каркасом и универсальными зарядами**

Предназначены для вскрытия продуктивных пластов при спущенных НКТ и герметизированном устье скважины.

### **Основные преимущества:**

- ✓ возможность проведения перфорации в широком диапазоне гидростатического давления и в газовой среде;
- ✓ возможность спуска через НКТ и вскрытия пластов при депрессии и загерметизированном устье, удобство в обращении;
- ✓ малая трудоёмкость при сборке перфоратора, сравнительно небольшая засоряемость скважины осколками зарядов;
- ✓ создание чистых перфорационных каналов без песка, высокая пробивная способность относительно габарита перфоратора;
- ✓ высокая производительность при работе с лубрикатором;
- ✓ повышенная проходимость в наклонных скважинах с тяжёлыми и вязкими растворами за счёт достаточной собственной массы.

Для вскрытия крутонаправленных и горизонтальных скважин используется метод доставки перфораторов типа ПРК через колонну НКТ путём продавки с помощью цементирующего агрегата. Возможность контроля полноты срабатывания всех зарядов.

### **Недостатки:**

- ограничение в длине спускаемой сборки (3-5 м);
- невозможность применения на депрессии при вскрытии интервалов более 5 метров.



## МОДУЛЬНЫЕ ИЗВЛЕКАЕМЫЕ ПЕРФОРАТОРЫ

### Перфораторы модульные извлекаемые ПМИ48, ПМИ54, ПМИ90

Разработаны для вторичного вскрытия нефтяных и газовых скважин.

#### **Особенности :**

Полная заводская сборка модулей перфоратора.

Высокая прочность и гибкость соединения модулей.

Высокая эргономичность.

Сохранность целостности обсадной колонны и цементного камня.

Отсутствие засорения ствола скважины и перфорационного канала.

Практически неограниченная длина сборки при спуске в горизонтальные скважины.

Высокая производительность работ при сборке перфораторов на скважинах.

Высокая эффективность вскрытия скважин.





## ВЗРЫВНЫЕ

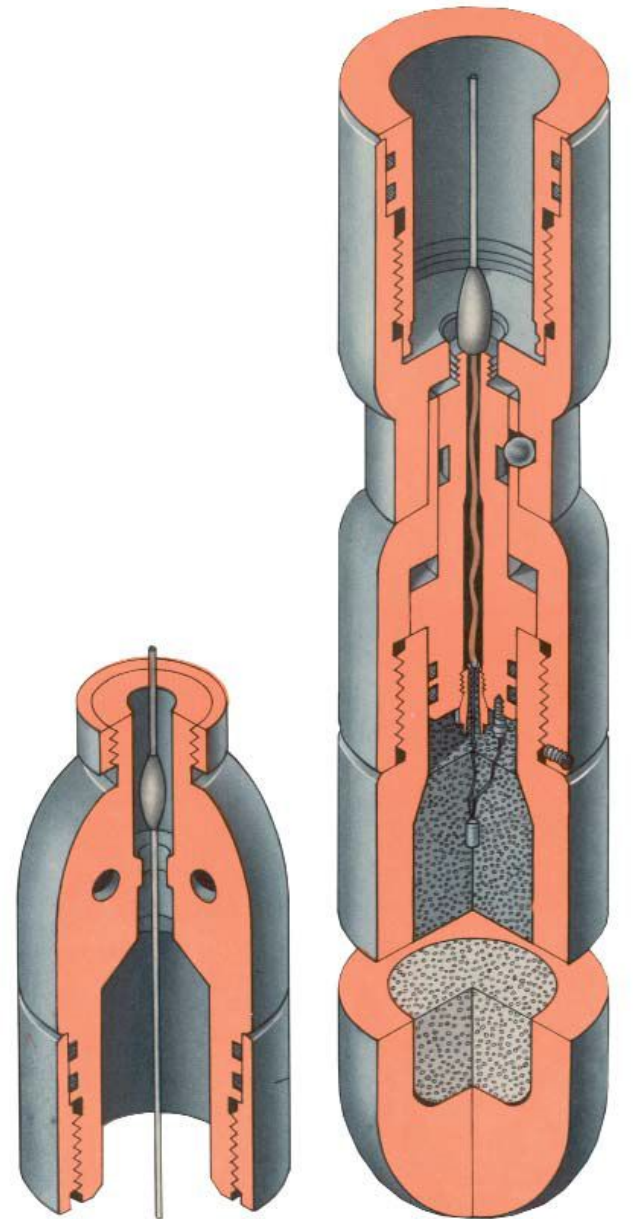
## ПАКЕРЫ

### Взрывные пакеры ВП-92, ВП-110, ВП-118, ВП-135

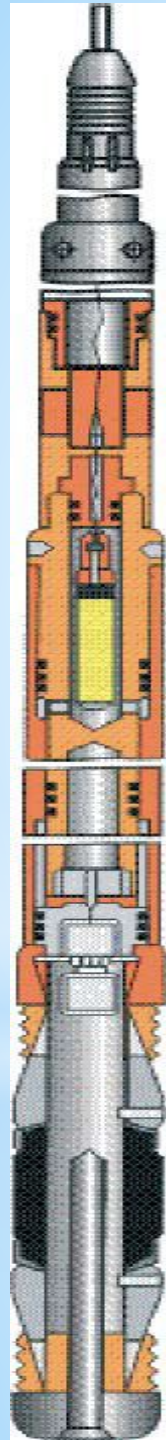
Взрывные пакеры предназначены для установки в скважинах, закрепленных обсадной колонной, для разобщения пластов в разведочных и эксплуатационных скважинах при их поочередном испытании снизу вверх, изоляции интервала или его части в эксплуатационных и нагнетательных скважинах. Наиболее целесообразно применение пакеров с одновременной заливкой цемента желонкой

#### Особенности:

Взрывные пакеры имеют корпус, изготовленный из алюминиевого сплава, который на заданной глубине скважины при срабатывании деформируется под действием давления пороховых газов до прочного сцепления со стенками обсадной трубы. Взрывные пакеры снабжены узлом автоматического отцепления от геофизического кабеля с кабельной головкой, грузом и переходником, которые извлекаются из скважины и используются многократно. В качестве заряда используют дымный порох, массу которого для каждого типа размера пакера рассчитывают по специальным графикам в зависимости от внутреннего диаметра, толщины стенки обсадной трубы и гидростатического давления в интервале установки.



## Взрывной пакер ВПШ



### Назначение:

Установка разобщающих мостов в закрепленных интервалах скважин.

### Особенности:

Спуск в скважину на кабеле и на трубах.

Хорошая проходимость в скважине благодаря уменьшенному наружному диаметру.

Возможность ликвидации разбуриванием.

Унификация с другими типами взрывных пакеров.

# Взрывной пакер ПВЦ

## Назначение:

Проведение изоляционных работ в закрепленных интервалах скважин.

## Особенности:

Исправление негерметичного цементного кольца с целью изоляции посторонней воды, поступающей по фильтру из нижележащих или вышележащих пластов.

Устранение в эксплуатационной колонне дефектов, которые могут не только обусловить поступление воды в ствол, но и явиться причиной нарушения нормальной эксплуатации скважин.

При использовании в качестве разобщающего моста пакер способен выдерживать перепад давления сверху и снизу до 30 МПа без дополнительной заливки цементного моста в течение не менее 72 часов. Устанавливается как на каротажном кабеле, так и на НКТ при помощи посадочной камеры.

## **Комплект взрывного пакера КВП-2**

### **Назначение:**

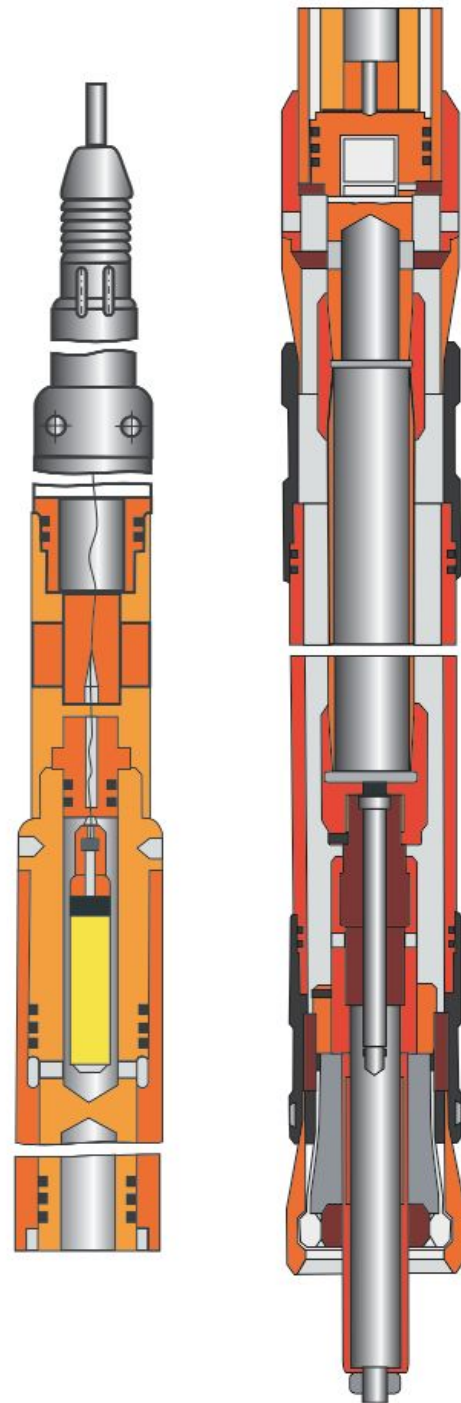
Установка в скважине изолирующего патрубкa с сохранением части проходного сечения скважины, обеспечивающего прохождение насосно-компрессорных труб, геофизических приборов, кумулятивных перфораторов и т.д.

### **Преимущества:**

Спуск на геофизическом кабеле и на трубах.

Высокая степень унификации.

Минимальное время на подготовку работ.







## **ПОРОХОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ПГД-БК**

**Пороховой генератор давления предназначен для создания в скважинах, заполненных жидкостью, давления, обеспечивающего образование остаточных трещин в прискважинной зоне пласта. Устройство генератора, форма и масса его пороховых зарядов позволяют без ограничения зоны горения пакером кратковременно создавать в скважинах давление, равное или превышающее горное давление. Объектами для обработки могут быть пласты-коллекторы, сложенные терригенными или карбонатными породами, фильтрационные свойства которых в прискважинной зоне ухудшены при строительстве или эксплуатации скважин. Не рекомендуется применять генераторы для обработки пластов, сложенных слабоцементированными песчаниками и песками.**

### **Особенности:**

**Генератор давления ПГД-БК-100М применяется в скважинах при гидростатическом давлении до 80МПа и температуре до + 100°С при условии пребывания в скважине при максимальной температуре не более 3 -4 х часов. Генератор ПГД-БК-150 предназначен для применения в скважинах с гидростатическим давлением до 100 МПа и температуре до +150° С преимущественно на глубинах свыше 3 км.**

**Минимальное гидростатическое давление, при котором можно применять генераторы, - 5МПа.**

# ПЕРФОРАТОРЫ-ГЕНЕРАТОРЫ КОМПЛЕКСНЫЕ ПГК102, ПГК110

Предназначены для вскрытия в нефтегазовых скважинах продуктивных пластов с одновременной обработкой перфорационных каналов порохowymi газами.

## Технологические преимущества:

- ✓ Спуск на кабеле и НКТ, в том числе для горизонтальных скважин.
- ✓ Совмещение операций вскрытия и интенсификации притока обработкой порохowymi генераторами давления.
- ✓ Возможность осуществления пропусков для вскрытия нескольких пропластков за один спуск аппарата.
- ✓ Возможность модульной сборки аппарата непосредственно на устье скважины.
- ✓ Возможность работы в кислотных средах.
- ✓ Возможность немедленного освоения скважины.

## Геолого-технические преимущества

Образуемые кумулятивными зарядами каналы и трещины сразу же расширяются давлением газов порохowych зарядов; суммарная поверхность трещин больше, чем при отдельных операциях.

Не происходит снижения проницаемости в период между вскрытием пласта и обработкой порохowymi генераторами давления.

Тепловое и физико-химическое воздействие на призабойную зону пласта.

Комплексный аппарат ПГК-102 представляет собой перфоратор корпусного типа (ПКО-73,

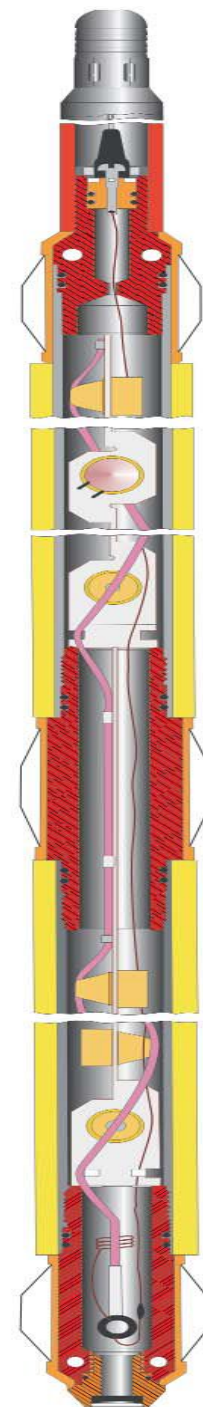
ПКО-89) с надеваемыми на его корпус цилиндрическими твердотопливными зарядами

ЗПК-102, которые воспламеняются под действием кумулятивной струи перфоратора.

Созданные в результате сгорания зарядов ЗПК-102 силовые поля практически одновременно с операцией вскрытия совершают работу по развитию существующих и вновь образованных каналов дренирования в пластах-коллекторах.

Совмещение операций вскрытия и интенсификации притока давлением порохowych газов происходит с разрывом во времени, составляющим доли секунды, что обеспечивает более высокую эффективность вскрытия и обработки пласта, чем при отдельных спусках.

Выбором величины зарядов ЗПК-102 обеспечивается давление в зоне обработки, превышающее горное давление, необходимое для образования новых и развития существующих трещин.





## МАЛОГАБАРИТНЫЕ ПЕРФОРАТОРЫ-ГЕНЕРАТОРЫ МКАВ150/100

Предназначены для вскрытия в нефтегазовых скважинах продуктивных пластов с одновременной обработкой перфорационных каналов пороховыми газами без подъема НКТ.

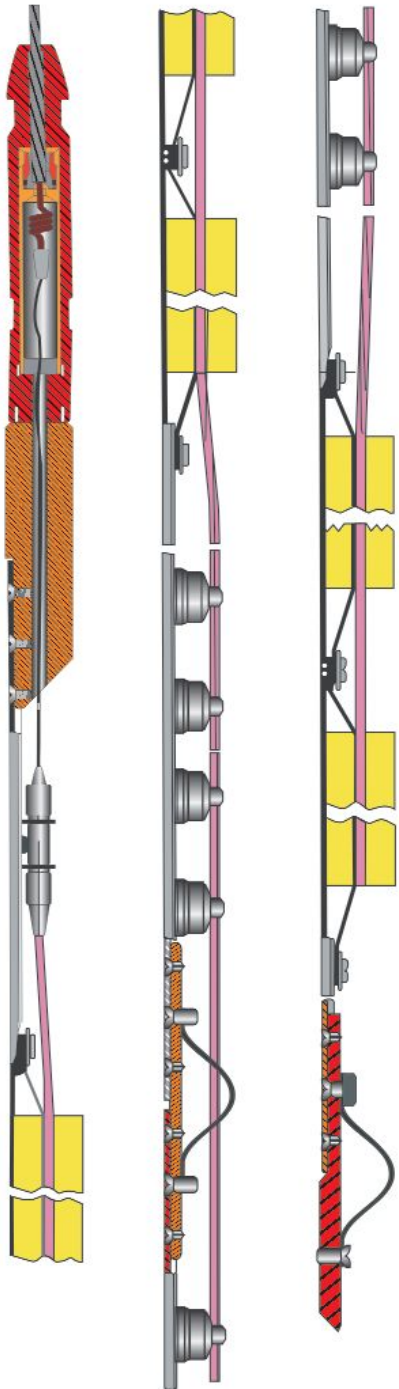
### Технологические преимущества:

- ✓ Совмещение операций вскрытия и интенсификации притока обработкой ПГД без подъема НКТ.
- ✓ Возможность работы в кислотных средах.
- ✓ Возможность немедленного освоения скважины.

### Геолого-технические преимущества:

- Образуемые кумулятивными зарядами каналы и трещины сразу же расширяются давлением газов пороховых зарядов; суммарная поверхность трещин больше, чем при отдельных операциях.
- Не происходит снижения проницаемости в период между вскрытием пласта и обработкой ПГД.
- Тепловое и физико-химическое воздействие на призабойную зону пласта.

Средства инициирования - взрывные патроны типа ПГН-150.



## ТОРПЕДИРОВАН

### ИЕ Торпеды из детонирующего шнура ТДШ

Основное назначение - ликвидация прихвата труб методом встряхивания и отвинчивания. Могут быть использованы как в НКТ, так и в бурильном инструменте. Их широко используют для очистки фильтров в эксплуатационных нефтяных, газовых, водозаборных и дренажных скважинах, для удаления остатков цемента со стенок обсадных труб.

Предельные значения температуры и давления зависят от типа применяемого шнура и средства взрывания. Длина и вес заряда рассчитываются индивидуально для каждого случая по специальным номограммам.

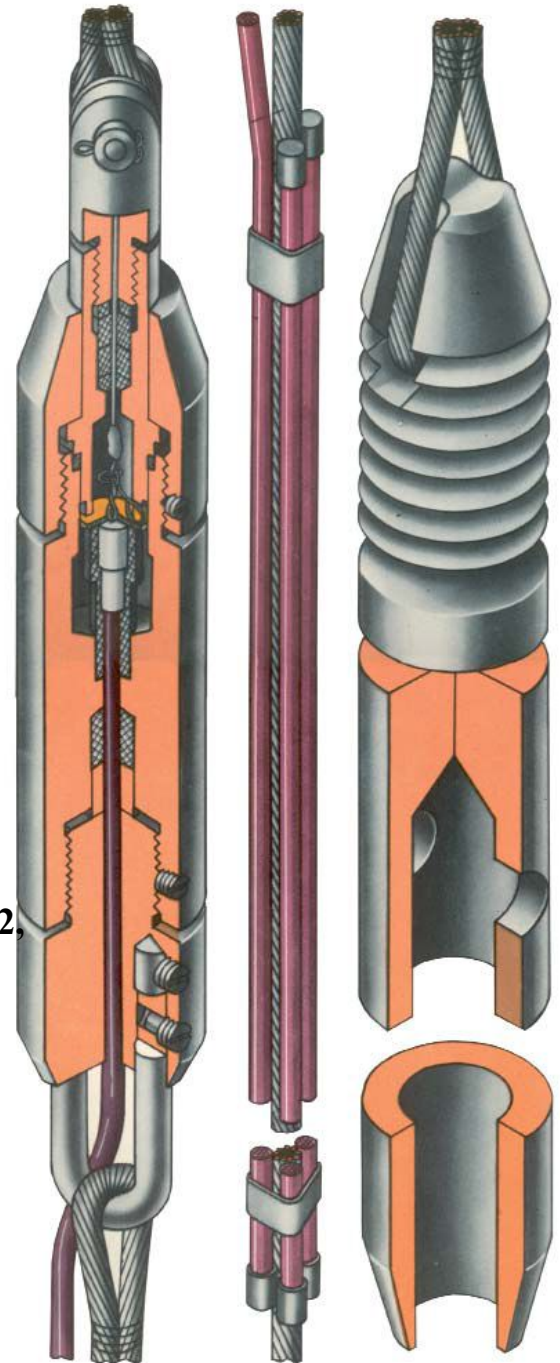
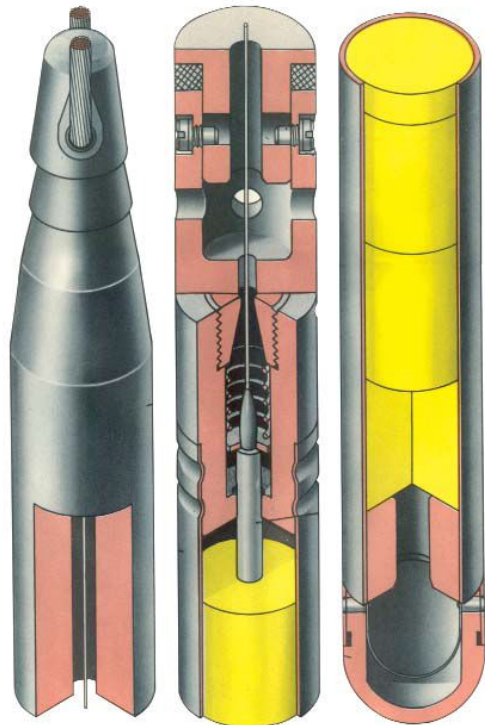
### Торпеды типа ТШ и ТШТ

Предназначены для обрыва прихваченных труб в скважинах, но могут быть использованы для вскрытия пласта и увеличения проницаемости прискважинной зоны, обрыва обсадных труб и т. д. Имеются торпеды следующих типоразмеров: ТШТ-20/22, ТШТ-25/28, ТШТ-35/40, ТШТ-43/48, ТШТ-50/55, ТШТ-65/70, ТШ-84.

Допустимая температура - от 100°С до 230°С.

Допустимое давление - от 50 до 150 МПа, зависит от ВВ, из которых изготовлены заряды.

Тип применяемой торпеды выбирается индивидуально для каждого конкретного случая.





## **Кумулятивные торпеды осевого действия ТКО, ТКОТ**

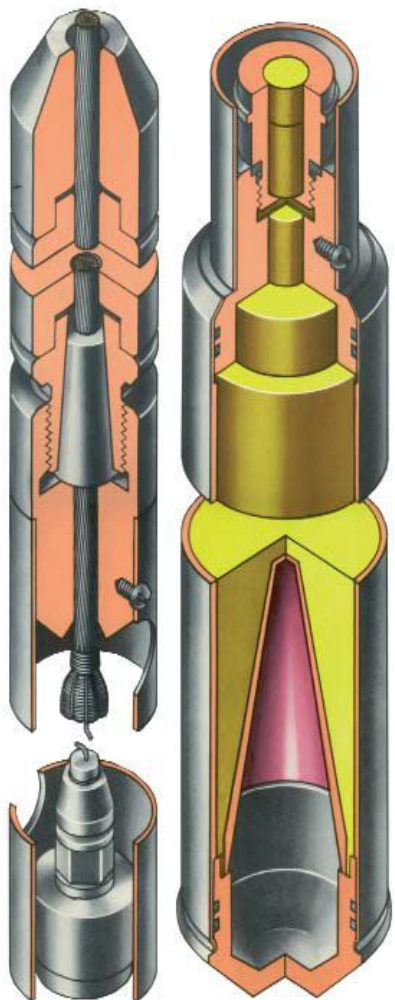
Предназначены для разрушения долот, муфт, трубных переходников и других частей бурового снаряжения оставшихся на забое и мешающих нормальному процессу бурения и ликвидации ряда других аварий. Применяются торпеды ТКОТ-38, ТКОТ-60, ТКОТ-70, ТКОТ-120. Допустимая температура от 120°C до 230°C. Допустимое давление от 60 до 150 МПа, зависит от применяемого ВВ и конструкции. Выбор типа торпеды осуществляется индивидуально для каждого случая.

### **Особенности:**

Кумулятивные торпеды осевого действия типа ТКО и ТКОТ (термостойкие) состоят из герметичного корпуса и заряда взрывчатого вещества со специальной кумулятивной выемкой, облицованной металлической воронкой. Для обеспечения спуска в скважину над торпедой устанавливают груз, соединяемый с ней при помощи тонкостенного переходника.

В торпеде ТКО-120-1 корпус толстостенный нагруженный, выдерживает гидростатическое давление в скважине, защищая ВВ от его действия. Среди торпед типа ТКО и ТКОТ торпедам с нагруженным корпусом соответствуют максимальная (2-3 калибра) глубина пробиваемого в металле канала, невысокое фугасное действие на стенки скважины.

В торпедах типа ТКОТ и ТКО-70-1 корпус тонкостенный разгруженный. Его основная роль - изолировать заряд ВВ от скважинной жидкости. Заряд ВВ находится под воздействием гидростатического давления и опирается на прочную толстостенную металлическую воронку. Среди кумулятивных торпед торпеды с разгруженным корпусом характеризуются минимальной (1,5 - 2 калибра) глубиной пробиваемого в металле канала. Но за счёт увеличения массы ВВ (используют корпус минимальной толщины, не превышающей 1-3мм) эти торпеды по разрушающему действию на металл не уступают торпедам с нагруженным корпусом.



## **ТРУБОРЕЗ**

### **Продольные труборезы типа ТПК ВП ПКОС38**

Предназначены для освобождения верхней части прихваченных насосно-компрессорных и обсадных труб путем продольного перерезания муфт. Труборез типа ТПК состоит из прочной оболочки, выполненной из алюминиевого сплава, головки и наконечника. В корпусе размещаются удлиненный кумулятивный заряд с продольной выемкой и взрыватель **ВП ПКОС-38**. Герметичность корпуса обеспечивается уплотнительными кольцами. Спуск трубореза в скважину осуществляется на кабеле, подсоединенном к локатору трубных муфт. Между корпусом и локатором размещается груз, снабженный продольным желобом для размещения центральной жилы кабеля и двумя отжимающими пружинами, которые при спуске в скважину прижимают корпус трубореза к стенке трубы. При этом кумулятивная выемка заряда направлена в то место трубы, по которому в данный момент осуществляется контакт корпуса трубореза со стенкой трубы. На заданной глубине с помощью локатора муфт осуществляют установку заряда против выбранного муфтового соединения труб.

При срабатывании заряда образуется продольная кумулятивная струя, которая осуществляет продольный разрез муфты.

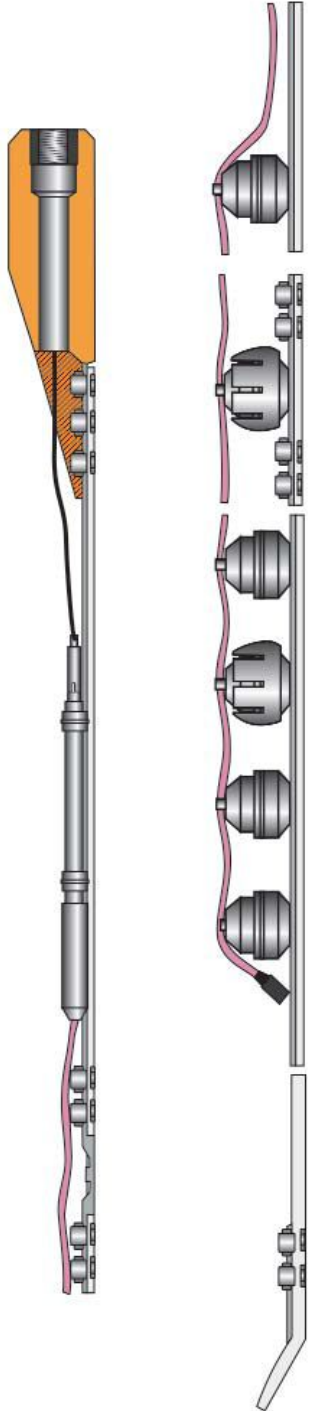
## **Кольцевые труборезы типа ТРК**

**Предназначены для перерезания бурильных труб, НКТ при авариях в скважинах с целью высвобождения прихваченного инструмента.**

**Труборез типа ТРК представляет собой кольцевой кумулятивный заряд поперечно-плоскостного действия, помещённый в стальной корпус. Его герметизацию осуществляют стальной заглушкой. Зарядом трубореза служит плоская шашка ВВ с круговой выемкой, облицованной медью, и с центральным каналом, в котором расположен детонирующий шнур в алюминиевой оболочке. Над отрезком шнура расположен электродетонатор ТЭД-200 . Положение заряда в корпусе фиксируют пружиной. Соединение электродетонатора с кабелем осуществляют через электропровод. Труборез спускают в скважину с помощью груза от фугасной торпеды типа ТШТ, с которым он соединён переходником. При срабатывании заряда трубореза образуется плоская кольцевая кумулятивная струя, которая перерезает стальную трубу.**

**Выбор типа трубореза осуществляется индивидуально для каждого случая.**





## **ПЕРФОРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ФИРМЫ “Titan”**

**Малогабаритные бескорпусные перфораторы, спускаемые  
через НКТ**

### **Назначение:**

Предназначены для вскрытия продуктивных пластов при спущенных НКТ и герметизированном устье скважины

### **Преимущества:**

- ✓ Отсутствие повреждений обсадных труб при производстве ПВР.
- ✓ Высокая плотность отстреливания.
- ✓ Использование перфоратора в комплекте с локатором муфт обеспечивает точность привязки перфоратора к необходимому интервалу и сокращает время ПВР.
- ✓ Высокая производительность при работе с лубрикатором.
- ✓ Отсутствие в схеме отстреливания прерывностей, связанных со стыковкой лент.
- ✓ Высокая пробивная способность.
- ✓ Повышенная проходимость в наклонных скважинах с тяжелыми и вязкими растворами за счет достаточной собственной массы.
- ✓ Возможность использования в скважинах с высоким гидростатическим давлением и высокой температурой.

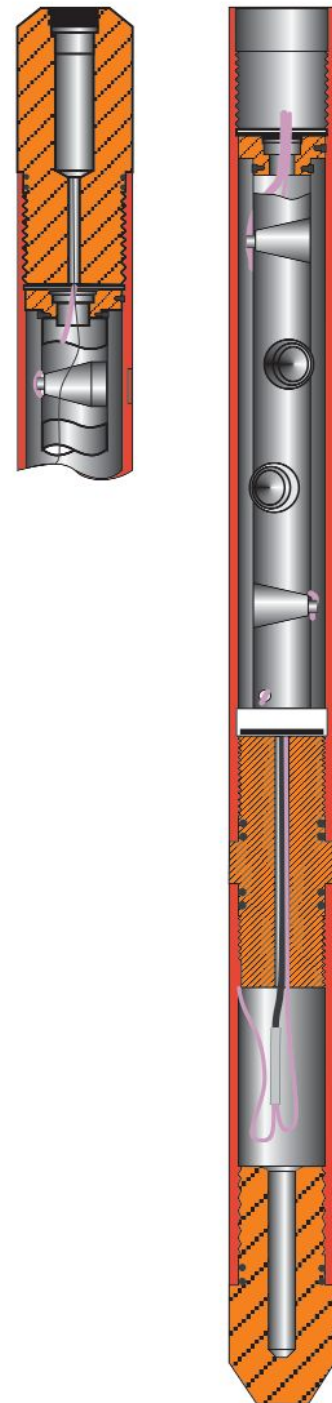


## **Корпусные перфораторы однократного использования (ЕХР)**

Разработаны для вторичного вскрытия нефтяных и газовых скважин.

### **Преимущества:**

- Возможность использования как на геофизическом кабеле, так и на НКТ.
- Высокая прочность корпуса позволяет производить перфорацию с высокой плотностью отстреливания в условиях депрессии и отсутствия гидростатического давления в скважине, что является очень важным фактором при перфорации газовых скважин.
- Сохранность целостности обсадной колонны и цементного камня.
- Отсутствие засорения ствола скважины и перфорационного канала.
- Неограниченная длина сборки при спуске в горизонтальные скважины.
- Использование перфораторов в комплекте с приборами для привязки и контроля перфорации.
- Высокая пробивная способность используемых кумулятивных зарядов.
- Возможность использования в высокотемпературных скважинах.





## Корпусные перфораторы многократного использования

Предназначены для создания технологических отверстий в обсадной колонне, необходимых для закачивания цемента в интервалы некачественного цементирования.

### Преимущества:

- Прочный толстостенный корпус, рассчитанный на длительную эксплуатацию.
- Высокая герметичность окон перфоратора, обеспечиваемая резьбовыми пробками и уплотнительным резиновым кольцом .
- Сохранность целостности обсадной колонны и цементного камня.
- Отсутствие засорения ствола скважины и перфорационного канала.
- Использование перфораторов в комплекте с приборами для привязки и контроля перфорации.
- Высокая пробивная способность используемых кумулятивных зарядов.
- Возможность использования в высокотемпературных скважинах.

## **ПРИВЯЗКА ИНТЕРВАЛОВ ПЕРФОРАЦИИ**

### **Аппаратура для привязки ПВА**

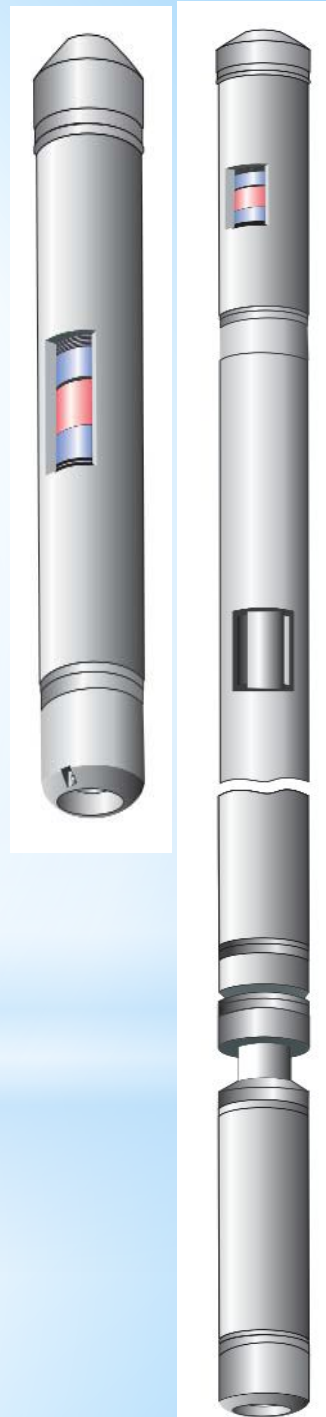
Предназначена для повышения точности привязки прострелочно-взрывных аппаратов к необходимому интервалу отстрела и сокращения числа спуско-подъемных операций за счет совместного спуска прибора с перфоратором.

### **Применение:**

Контроль спуска/подъема перфоратора.

Привязка перфоратора.

Контроль перфорации.





# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПЕРФОРАЦИИ

## Цель геофизического контроля при перфорации

- ❖ *Определение с заданной точностью вскрытого интервала и привязки его к интервалу геологического разреза*
- ❖ *Определение факта и полноты срабатывания перфоратора*
- ❖ *Определения качества гидродинамической связи в системе «скважина- вскрытый пласт»*
- ❖ *Оценка характера воздействия перфорации на цементное кольцо и колонну*

## Традиционные методы контроля перфорации

Локатор муфтовых соединений

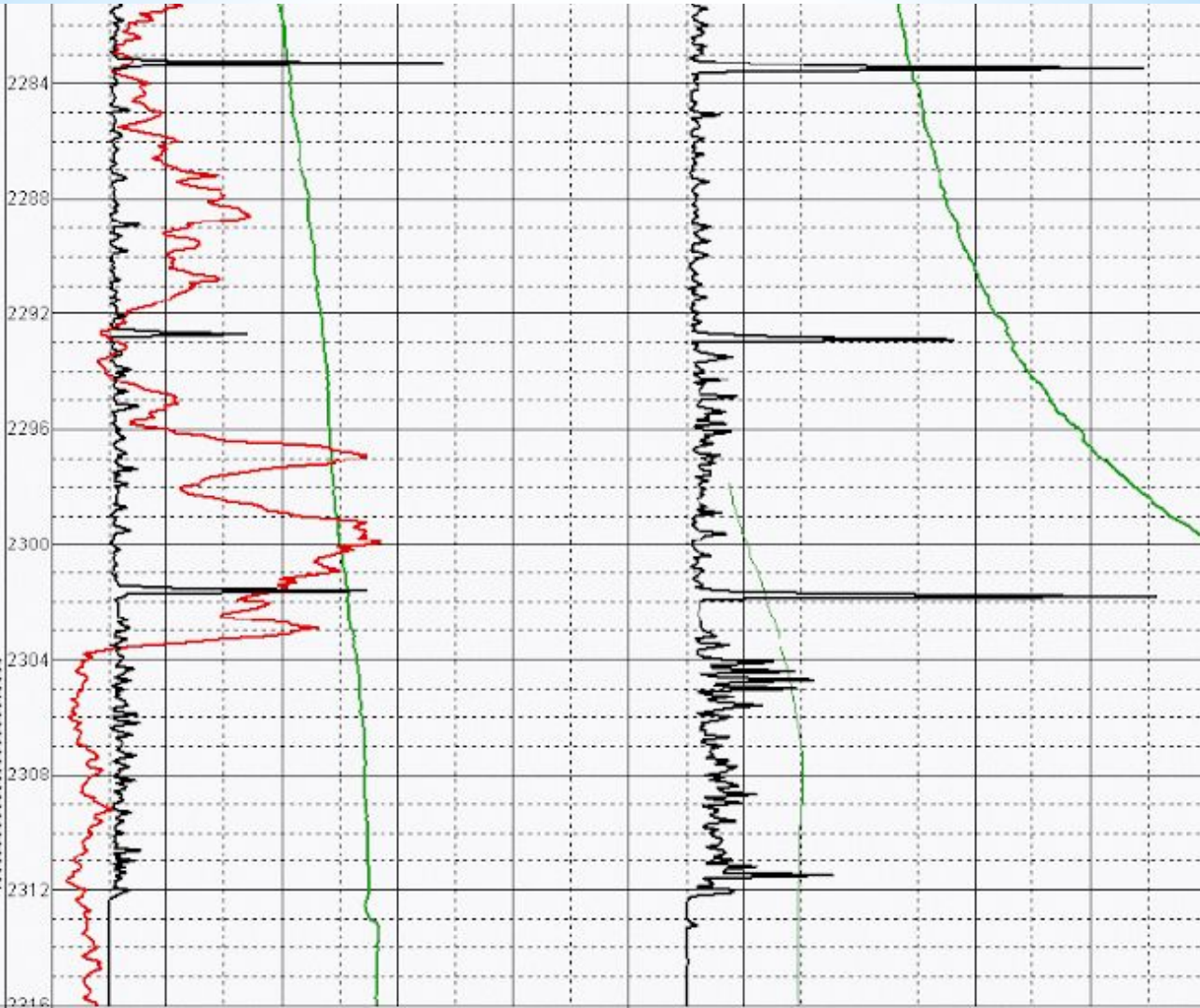
Дефектомер скважинный индукционный

Гамма-гамма дефектомер-толщиномер

Микрокаверномер-профилемер

Акустический дефектоскоп

Аппаратура контроля перфорации (АКП)



2304 - 2312

Тек.лаб.

Констр.

ПДАСТ

Глубина

ГК-ЛМ-Т фоновая запись

Локатор муфт, м					
-500	500	1500	2500	3500	4500
ГК, у.е					
0	50	100	150	200	250
Температура, град С					
27	28	29	30	31	32

ЛМ-Т контрольная запись

Локатор муфт, м					
-500	500	1500	2500	3500	4500
Температура, град С					
27	32	37	42	47	52

-0.2 С.2

## **Электромагнитная локация муфт**

Метод электромагнитной локации муфт (ЛМ) основан на регистрации изменения магнитной проводимости металла бурильных труб, обсадной колонны и насосно-компрессорных труб вследствие нарушения их сплошности.

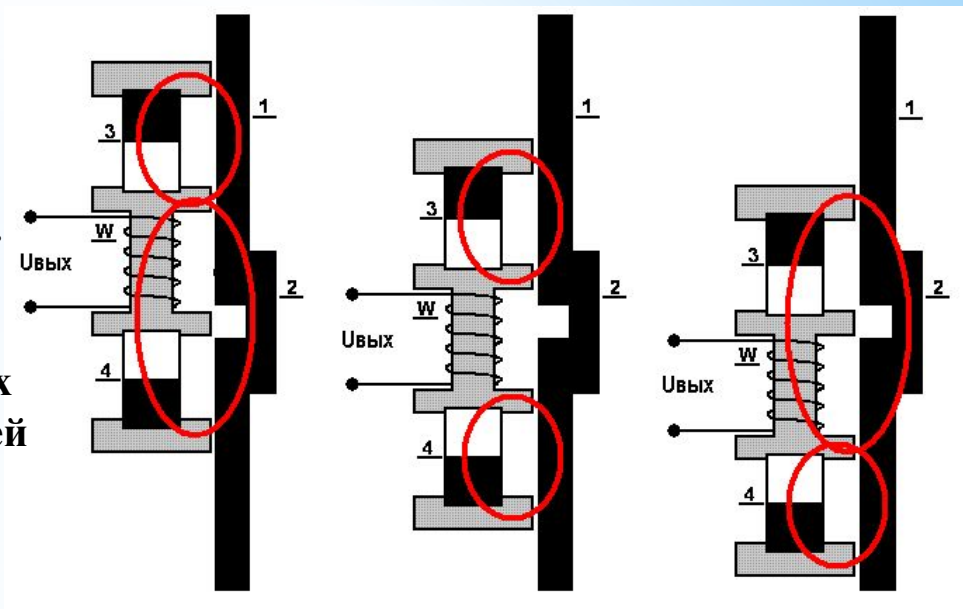
Применяют для:

- ✓ установления положения замковых соединений прихваченных бурильных труб;
- ✓ определения положений муфтовых соединений обсадной колонны;
- ✓ точной привязки показаний других приборов к положению муфт;
- ✓ взаимной привязки показаний нескольких приборов;
- ✓ уточнения глубины спуска насосно-компрессорных труб;
- ✓ определения текущего забоя скважины;
- ✓ в благоприятных условиях — для определения интервала перфорации и выявления мест нарушения (разрывы, трещины) обсадных колонн.

Контроль вскрытия пластов бескорпусными кумулятивными перфораторами более эффективен, чем для корпусных перфораторов. Интервал перфорации невозможно установить в намагниченных трубах обсадной колонны и при изменении толщины стенки колонны за счет коррозии.



**Принцип работы локатора муфт основан на регистрации напряжения  $U_{\text{вых}}$  катушки  $W$ , намотанной на железном сердечнике с двумя щечками. Напряжение наводится путем изменений магнитного потока через катушку. Изменения магнитного потока через сердечник катушки возникают при попеременном перераспределении магнитных потоков постоянных магнитов 3 и 4 от верхней щечки к нижней и наоборот во время прохождения прибором нарушения целостности трубы, в данном случае расстояния между концами труб в муфтовом соединении.**



*Форма сигнала локатора муфт определяется следующим.*

В момент времени *a* верхняя часть поля нижнего магнита перераспределяется с нижней щечки сердечника катушки на верхнюю, создавая изменение магнитного поля внутри катушки  $W$ .

Затем в момент времени *b* поле нижнего магнита возвращается на нижнюю щечку, и сразу же нижняя часть поля верхнего магнита перераспределяется с верхней щечки на нижнюю. В момент времени *c* поле верхнего магнита возвращается на верхнюю щечку.

*Амплитуда сигнала*  
пропорциональна числу витков катушки, мощности магнита, степени изменений магнитных характеристик стенки скважины и скорости движения скважинного прибора.

