

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Национальный горный университет

Кафедра геофизических методов разведки

доцент Лозовой А.Л.

Методические указания к лабораторной работе:

**«ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА, ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ И
ГРАДУИРОВКА КАВЕРНОМЕРОВ ТИПА КФМ И СКС-4»**

по дисциплине: «Геофизические исследования скважин»
для студентов специальности 7.07702 «Геофизические
методы поисков и разведки»

Днепропетровск
2011

Устройство каверномеров

Каверномеры КФМ и СКС-4 предназначены для измерения диаметра скважин и применяются с автоматическими и полуавтоматическими каротажными станциями на трехжильном кабеле.

Принцип работы малогабаритного фонарного каверномера показан на рисунке 1.

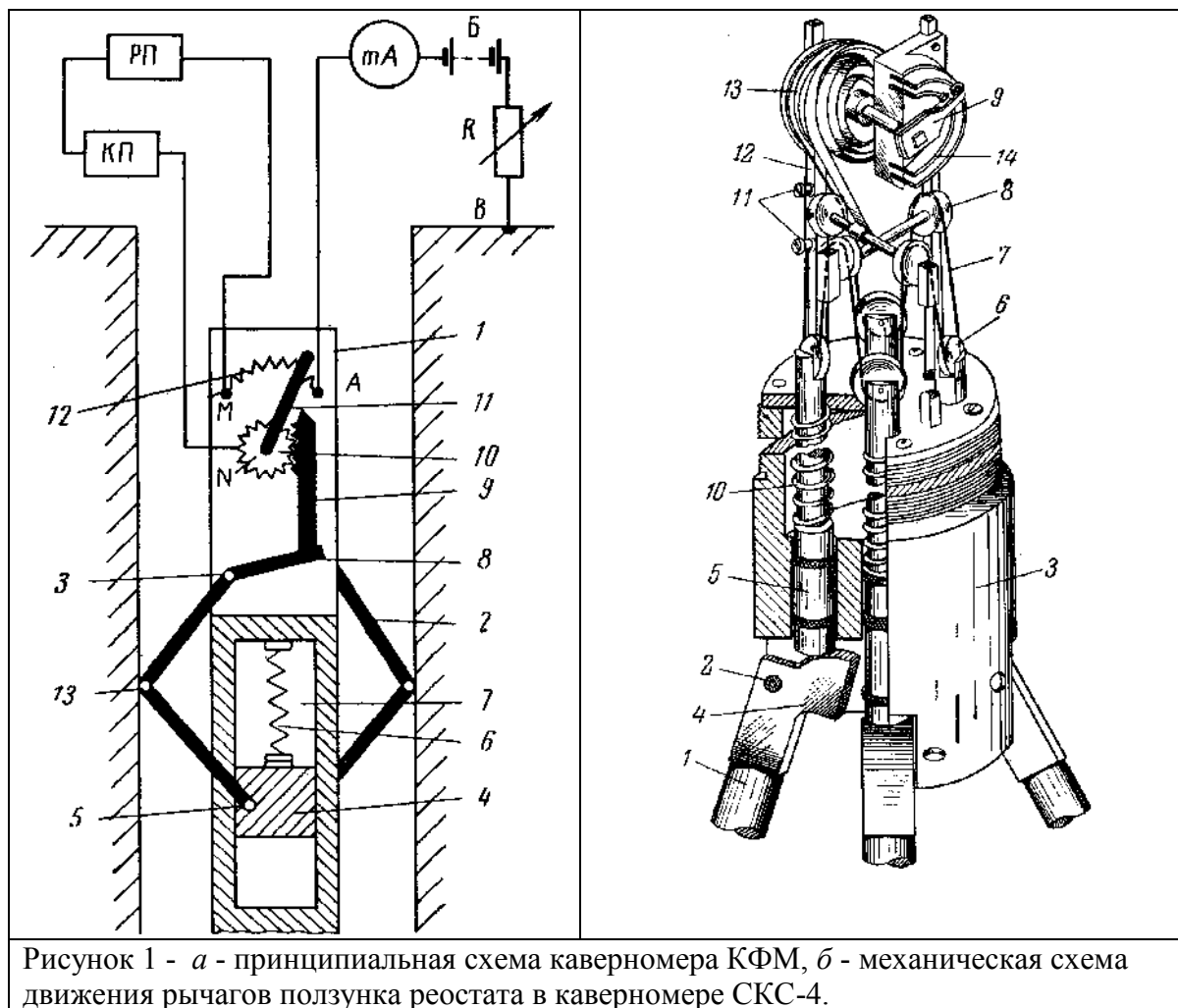


Рисунок 1 - а - принципиальная схема каверномера КФМ, б - механическая схема движения рычагов ползунка реостата в каверномере СКС-4.

Каверномер КФМ применяется для измерений в скважинах малого диаметра (70-250 мм) и рассчитан для работы при температуре до 60°C и давления до 600 кг/см^2 . Диаметр корпуса прибора 60 мм, длина 1200 мм, вес 30 кг.

Каверномер состоит из корпуса, фонаря и датчика. Датчик расположен внутри верхней части корпуса, фонарь – на нижней части корпуса.

Фонарь каверномера образован тремя парами рычагов 2 (рис 1, а). Верхние концы рычагов посажены на неподвижные оси 3, нижние концы укреплены на осях 5, которые вместе с ползунком 4 могут перемещаться во внутренней части 7 корпуса. Ползунок 4 соединен с верхней частью корпуса спиральной пружиной 6, благодаря которой в свободном состоянии рычаги фонаря раскрыты. При перемещении фонаря по скважине, благодаря действию пружины 6, точки шарнирных соединений 13 рычагов плотно прижимаются к стенкам скважины, устанавливая корпус 1 каверномера строго по центру скважины. Один из рычагов фонаря снабжен кулачком 8.

При изменении диаметра скважины при помощи кулачка перемещается шток 9 с зубчатой рейкой. Зубья рейки входят в зацепление с зубчатой шестерней 10 ползунка 11 потенциометра, благодаря чему последний перемещается по реохорду 12 потенциометра.

Через реохорд $I2$ по цепи $B - A - M$ – корпус прибора – земля протекает электрический ток от батареи B . Сила ла тока регулируется сопротивлением R и контролируется миллиамперметром mA . Под действием тока на участке реохорда между точкой M и верхним концом ползунка $I1$ возникает разность потенциалов, которая, как видно на рис. 1, a , будет увеличиваться с увеличением диаметра скважины.

Кинематическая схема передачи изменения диаметра фонаря на ползунок потенциометра рассчитана таким образом, что возникающая между точками M и N разность потенциалов пропорциональна диаметру скважины.

Разность потенциалов между точками M и N передается по жилам кабеля на регистрирующий прибор $РП$. Компенсатор поляризации $КП$, включенный в измерительную цепь, служит для установки нулевой линии записи кавернограммы.

Каверномер СКС-4 предназначен для измерений в скважинах большого диаметра (90-760 мм) и рассчитан на работу при температуре до $80^{\circ}C$, давлении до 500 кг/см^2 . Диаметр корпуса прибора 82 мм, длина 1921 мм, вес 33 кг.

Конструктивные отличия каверномера СКС-4 от рассмотренного выше прибора КФМ заключаются в устройстве рычагов и системы передачи отклонения рычагов на ползунок потенциометра (рис. 1, b).

Каверномер СКС-4 имеет четыре рычага I , расположенные в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Рычаги закреплены на неподвижных осях 2 корпуса 3 прибора. Каждый рычаг имеет два плеча – длинное I и короткое 4 . Длинное (нижнее) плечо рычага представляет собой металлический стержень, конец которого перемещается вдоль стенки скважины. Короткое (верхнее) плечо перемещает шток 5 , связанный с ползунком 9 потенциометра. Шток под действием специальной пружины 10 нажимает на кулачок и тем самым прижимает нижний конец длинного плеча рычага к стенке скважины. Шток в верхней части имеет ролик 6 .

Передача перемещения рычагов на ползунок потенциометра осуществляется при помощи тросика 7 , который огибает четыре неподвижных ролика 8 , закрепленных на стойках, и четыре подвижных ролика 6 , закрепленные на штоках. Один конец тросика закреплен винтами 11 на стойке 12 , другой конец наматывается на барабан 13 , жестко скрепленный с осью ползунка 9 потенциометра 14 .

Форма кулачков и система передачи рассчитаны таким образом, что общий поворот ползунка пропорционален сумме отклонений длинных плеч рычагов от их начального положения.

Схема питания реохорда потенциометра и измерение разности потенциалов полностью аналогичны схеме, изображенной на рис. 1, a для каверномера КФМ.

В отличие от прибора КФМ, каверномер СКС-4 в рабочем положении (с раскрытыми рычагами) может перемещаться лишь в одном направлении – вверх по скважине. По этой причине спуск прибора осуществляется при сложенных рычагах. На забое рычаги освобождаются. Для их освобождения применяют несколько способов. Наиболее часто применяется специальное кольцо, иногда с наружными выступами, которое надевается на концы рычагов. При подъеме прибора с забоя кольцо вследствие трения о стенку скважины соскальзывает и освобождает их.

Градуировка каверномеров

Градуировка каверномеров с помощью АЭС-900(1500) производится с целью определения нулевого диаметра d_0 и постоянной C . Диаметр d_0 соответствует положению прибора при сложенных рычагах. Постоянная C каверномера на трехжильном кабеле показывает величину изменения диаметра (в см), соответствующую изменению сопротивления измерительного потенциометра на 1 Ом .

Выполняют градуировку при помощи специального градуировочного устройства, состоящего из треноги для установки каверномера и нескольких колец с известным диаметром.

Градуировку производят в следующем порядке.

1. Каверномер устанавливают в треноге в вертикальном положении, рычаги полностью складывают и закрепляют.
2. Устанавливают постоянную по напряжению измерительного канала (m), равную обычно 2.5 или 5 мВ/см.
3. При помощи контрольного шунта устанавливают силу тока в приборе, равную паспортному значению.
4. Записывают нулевое положение пишущих устройств при сложенных рычагах.
5. При помощи градуировочных колец рычагам задают несколько известных отклонений, при которых на ленте фиксируются положения пишущих устройств.
6. По результатам измерений строят градуировочный график: по оси абсцисс откладывают значения диаметров колец в см, по оси ординат – соответствующее им отклонения пишущих устройств в см.
7. Путем продолжения кривой до пересечения с осью абсцисс определяют нулевой диаметр d_0 каверномера.
8. Путем выбора двух значений диаметров (d_1 в начале графика и d_2 в конце) и нахождения соответствующих им отклонений l_1 и l_2 (в см) пишущих устройств определяют постоянную каверномера (в мАсм/мВ) по формуле

$$C = \frac{(d_2 - d_1)I}{(l_2 - l_1)m}.$$

Измерения каверномерами на трехжильном кабеле

Кавернометрию станцией АЭКС-900(1500) на скважине проводят в следующем порядке.

1. Проверяют работу измерительного канала станции и устанавливают постоянную по напряжению (m), равную 2.5 или 5 мВ/см.
2. Устанавливают необходимый масштаб записи; в зависимости от детальности исследований и диаметра скважины применяют масштабы 2.5 и 10 см/см. Заданный масштаб записи (M в см/см) устанавливают путем подключения силы тока в питающей цепи таким образом, чтобы выполнялось равенство

$$l_0 = \frac{CR_0}{M}, \text{ где}$$

l_0 - отклонение пишущего устройства измерительного канала в см; C - постоянная каверномера в мАсм/мВ; R_0 - сопротивление контрольного шунта в Ом; M - масштаб записи в °С/см.

3. Определяют цену единицы показаний ГКП в см. При выполненной градуировке ГКП цену единицы его показаний вычисляют по формуле

$$\varepsilon = \frac{M}{m}.$$

4. Перед спуском каверномера выполняют замер при полностью раскрытых рычагах или при насадке на рычаги калибровочного кольца; полученное значение диаметра должно соответствовать фактическому диаметру кольца.

5. Каверномер опускают в скважину: при этом на рычаги прибора СКС-4 надевают насадку, удерживающую рычаги в сложенном состоянии.
6. После достижения каверномером забоя в случае необходимости (при масштабе записи 2 или 5 см/см) в измерительную схему включают ГКП, которым смещают запись влево с таким расчетом, чтобы кривая не выходила за пределы ленты; в журнале или на ленте; в журнале или на ленте отмечают показание ГКП. Рычаги каверномера СКС-4 освобождаются.
7. При подъеме кабеля записывают кавернограмму.

Скорость подъема кабеля при кавернометрии составляет обычно 1500 - 3000 м/час; для каждого нового района ее определяют по результатам опытных работ.

Для контроля за работой прибора выполняют запись во время перемещения каверномера в обсадной колонне скважины. После завершения подъема проводят контрольный замер в калибровочном кольце.

На кавернограмме наносят шкалу для отсчета диаметра и по всей длине номинальный диаметр скважины, за который принимают диаметр долота. При нанесении шкалы сначала определяют значение диаметра для начальной части кривой по формуле

$$d_n = d_0 + Ml + P\varepsilon,$$

где d_0 – начальный диаметр каверномера, определяемый при градуировке; l - начальное отклонение кавернограммы от нулевой линии (когда прибор находился на забое); P – показание ГКП при нахождении прибора на забое.

Остальные операции по разбивке шкалы выполняют исходя из масштаба записи кавернограммы. Обработка и оформление кавернограммы аналогичны обработке диаграмм других методов каротажа.

Задание

1. Индивидуально изучить устройство и принцип действия каверномеров типа КФМ и СКС-4.
2. В составе каротажного отряда (определяется преподавателем) выполнить градуировку каверномера СКС-4.
3. Индивидуально выполнить обработку результатов градуировки двумя способами: графическим и аналитическим (см. приложение 1).

Литература

1. Кунщикова Б.К., Кунщикова М.К. Общий курс геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. М.: Недра, 1972. - 288 с.