

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ФГБУ «ГНМЦ»  
Минобороны России

«  В.В.Швыдун  
2017 г.

## Уровнемеры буйковые E3 Modulelevel

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Мытищи

2017 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ
3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ
4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ
5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ
6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры буйковые E3 Modulelevel (далее – уровнемеры), изготовленные Magnetrol International n.v., Бельгия, и устанавливает правила и методы их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками 5 лет.

## 1 Операции поверки

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Первичная поверка	Периодическая поверка
1. Внешний осмотр	6.1	да	да
2. Опробование	6.2	да	да
3. Определение метрологических характеристик	6.3 ÷ 6.6	да	да

## 2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки в лаборатории (имитационным методом) применяют следующие эталонные средства измерений и вспомогательное оборудование.

Гири класса F<sub>2</sub> по ГОСТ OIML K 111-1-2009 массой до 3 кг или набор калиброванных (аттестованных) грузов, вес которых приведен в таблице 2:

Таблица 2.

Условное обозначение груза	Вес, г	Количество, шт.
T <sub>a</sub>	567	1
T <sub>b</sub>	340	1
T <sub>c</sub>	1550	1
T <sub>d</sub>	326	4
T <sub>e</sub>	590	1

Весы электронные, класс точности по ГОСТ Р 53228-2008 – средний, ВПИ – 3 кг;

Стенд для поверки уровнемера E3 Modulelevel (рисунок 1);

Калибратор процессов многофункциональный FLUKE-726 (регистрационный № 52221-12);

Термометр с абсолютной погрешностью и ценой деления не более 1 °С по ГОСТ 28498-90;

Линейка по ГОСТ 427-75, цена деления 1 мм;

Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1;

Установка для поверки уровнемеров УПУ (регистрационный №43144-09), диапазон измерений от 0 до 10 м (поверка с полным демонтажем);

Аспирационный психрометр-барометр по ГОСТ 6853-74;

Рулетка измерительная металлическая с грузом по ГОСТ 7502-98, класс точности 2 или 3 (поверка на месте эксплуатации);

Переносной плотномер ПЛОТ-3Б или ареометр;

Переносной пробоотборник по ГОСТ 2517;

Источник питания, диапазон установки напряжения от 0 до 36 В.

Все эталонные средства поверки должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

Соотношение пределов допускаемых погрешностей эталонного и поверяемого средств измерений должно быть не менее 1:3.

Допускается применение других средств поверки с характеристиками, отвечающими вышеуказанным требованиям.

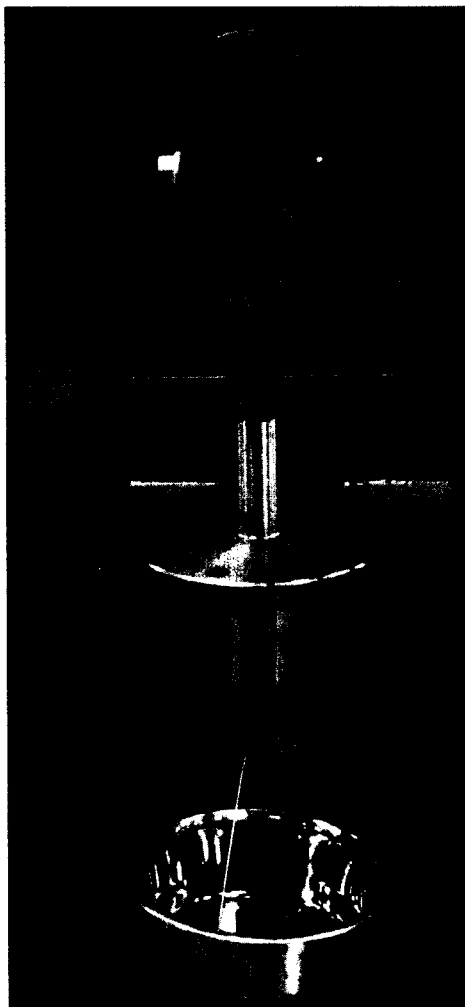


Рисунок 1 – Стенд для поверки уровнемера имитационным методом.

### **3 Требования безопасности и к квалификации поверителей**

3.1 К поверке допускают лиц, изучивших эксплуатационную документацию на уровнемеры и эталонные средства измерений, правила пожарной безопасности, действующие на предприятии, и утвержденные в установленном порядке, а также правила выполнения работ в соответствии с технической документацией, прошедших обучение и инструктаж по технике безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004 и аттестованных в качестве поверителей.

3.2 Монтаж электрических соединений должен проводиться в соответствии с ГОСТ 12.3.032 и «Правилами устройства электроустановок» (раздел VII).

### **4 Условия поверки**

4.1 При проведении поверки в лаборатории (имитационным методом) должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха	от 15 до 25 °С
- относительная влажность воздуха	от 50 до 80 %
- атмосферное давление	от 84 до 107 кПа
- напряжение питания постоянного тока	от 12 до 36 В

4.2 При проведении поверки отсутствуют тряски, вибрации, магнитные поля и удары, влияющие на работу уровнемеров и эталонных СИ.

4.3 Условия эксплуатации эталонных средств измерений должны соответствовать требованиям их эксплуатационной документации.

## 5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки уровнемер, демонтированный с трансформатором в соответствии с инструкцией (Приложение Б), выдерживают не менее двух часов в помещении (лаборатории) в условиях проведения поверки;

5.2 Устанавливают уровнемер на калибровочный стенд E3 Modulelevel, рисунок 1.

5.3 Включают эталонные средства измерений и выдерживают во включенном состоянии не менее времени, указанного в их эксплуатационной документации.

5.4 Подключают миллиамперметр к выходу уровнемера согласно руководству по эксплуатации;

5.5 Включают питание уровнемера и выдерживают его во включенном состоянии не менее 30 минут.

## 6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр.

6.1.1 При внешнем осмотре уровнемера устанавливают:

- соответствие комплектности требованиям эксплуатационной документации фирмы-изготовителя;

- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики уровнемера, а также препятствующие проведению поверки.

Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются вышеперечисленные условия.

6.2 Опробование.

6.2.1 Проверяют версию программного обеспечения (ПО) уровнемера.

С показывающего устройства уровнемера считывают номер версии программного обеспечения, рисунок 2.

Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если номер версии, отображаемый на дисплее электронного блока уровнемера, соответствует указанному в разделе **Программное обеспечение** в Описании типа (Приложение к свидетельству № \_\_\_\_\_ об утверждении типа средств измерений).

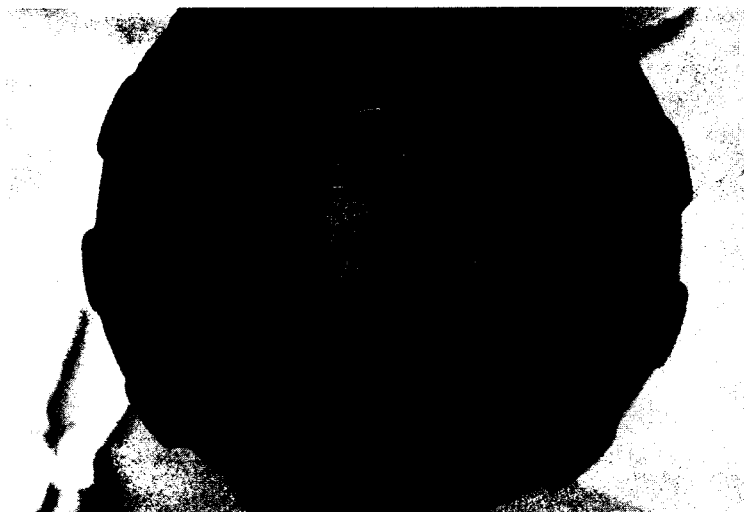


Рисунок 2 – Версия ПО на дисплее уровнемера.

### 6.3 Определение метрологических характеристик уровнемера (полный демонтаж).

#### 6.3.1 Определение массы буйка.

Определяют массу буйка на весах. Результаты проверки считают положительными, если измеренное значение массы буйка уровнемера отличается от значения, приведенного в технической документации не более чем на 1 г.

#### 6.3.2 Определение объема буйка.

Определяют объем буйка расчетным методом по результатам измерений его геометрических размеров. Результаты проверки считают положительными, если полученное значение объема буйка уровнемера отличается от значения, приведенного в технической документации не более чем на  $1 \text{ см}^3$ .

#### 6.3.3 Определение абсолютной и приведенной погрешности при измерении уровня.

При поверке уровнемера с применением эталонной установки:

включают эталонную установку и фиксируют на ней нулевую контрольную отметку;

включают поверяемый уровнемер и устанавливают на нем нулевую контрольную отметку.

Поправку на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонного средства измерений уровня в нулевой контрольной отметке вычисляют по формуле:

$$\Delta_0 = H_0^э - H_0^у \quad (1)$$

где  $H_0^у$  – показание поверяемого уровнемера, мм;

$H_0^э$  – показание эталонной уровнемерной установки, мм.

Абсолютную погрешность уровнемера определяют в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости. Число измерений на каждой проверяемой отметке должно быть не менее трех.

Повышают уровень жидкости в уровнемерной установке до каждой контрольной отметки, устанавливаемой по установке (скорость повышения и уменьшения уровня, не более  $0,004 \text{ м/с}$ ), затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, регистрируют показания со средств измерений. Результаты измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

Определяют значение абсолютной погрешности уровнемера  $\Delta_{yi}$  по формуле (2):

$$\Delta_{yi} = H_{yi} - H_{эi} - \Delta_0 \quad (2)$$

где  $H_{yi}$  – значение уровня, измеренное поверяемым уровнемером, мм;

$H_{эi}$  – значение уровня, измеренное уровнемерной установкой (рулеткой), мм;

$\Delta_0$  – поправка в нулевой точке.

За основную абсолютную погрешность поверяемого уровнемера принимают наибольшее значение, определенное по формуле (2).

Основную приведенную погрешность  $\delta$ , % вычисляют по результатам измерений, получаемых при приближении к измеряемому параметру как от меньших его значений к большим (прямой ход), так и от больших значений к меньшим (обратный ход), по формуле (3):

$$\delta = \frac{\Delta_{yi}}{H_{эi}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

Результаты поверки считают положительными, если в каждой контрольной точке значение погрешности, рассчитанной по формуле (3), не превышает установленного предела  $\pm 0,5 \%$ .

#### 6.4 Определение метрологических характеристик уровнемера (имитационный метод).

Определение метрологических характеристик уровнемера проводится методом, основанном на имитации выталкивающей силы, действующей на чувствительный элемент (бук), эквивалентной весу настроечных грузов (гирь).

Поверку уровнемера выполняют в лабораторных условиях, не прикрепляя бук. При этом следует игнорировать сообщения «No Level Signal» / «STATUS SecFltHi» (Отсутствует сигнал уровня / Состояние SecFltHi).

##### 6.4.1 Проверяют функционирование уровнемера.

Для этого изменяют массу грузов, подвешиваемых вместо буйка и контролируют изменение значений уровня на дисплее уровнемера и значений токового выходного сигнала по эталонному прибору.

##### 6.4.2 Запомнить значения: **Process S.G.**; **Calibration S.G.**; **Level Trim**; **Process temp**;

Установить следующие параметры:

**Process S.G.** – введите значение плотности контролируемой жидкости, равное **Calibration S.G.**;

**Level Trim** – введите значение уровня, равное «0»;

**Process Temp** – введите значение температуры в поверочной лаборатории.

##### 6.4.3 Проверить формирование сигналов ошибки:

- имитация налипания на буйке: для этого потянуть направляющую вниз до упора;

- имитация отсоединения буйка: для этого поднять направляющую вверх до упора.

Результаты проверки считаются положительными, если на дисплее отображается информация об ошибке.

Погрешность определяют в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня и соответствующих выходным сигналам уровнемера, равным:

0; 25; 50; 75; 100 % или 4; 8; 12; 16; 20 мА при прямом и обратном ходе.

Определение погрешности проводят в следующей последовательности:

а) рассчитывают массы грузов, соответствующих 0, 25, 50, 75, 100 % заполнения резервуара (буйковой камеры) по формуле (4):

$$M_{oi} = M_b - \frac{M_{PB}}{100} \cdot X_i - M_{П}, \quad (4)$$

где  $M_b$  – масса буйка, г (по заводскому сертификату калибровки);

$M_{oi}$  – масса, соответствующая весу буйка при погружении в жидкость на  $X_i$ , г;

$M_{PB}$  – разгрузочный вес, г;

$M_{П}$  – вес подвески, г;

$X_i$  – степень погружения буйка в жидкость, %

б) выбрать вес груза в зависимости от диапазона плотности контролируемой среды в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3.

	Диапазон изменения плотности контролируемой среды, г/дм <sup>3</sup>	Вес буйка, г		Разгрузочный вес, г	
			$M_b$		$M_{PB}$
1	0,11 ÷ 0,54	$T_a + 2 \times T_d$	1219	$T_d$	326
2	0,55 ÷ 1,09	$T_a + 2 \times T_d$	1219	$2 \times T_d$	$2 \times 326$
3	1,10 ÷ 2,20	$T_b + 4 \times T_d$	1644	$4 \times T_d$	$4 \times 326$
4	0,55 ÷ 1,09 Высокое давление	$T_c + T_e$	2140	$T_e$	590

На подвеску последовательно навешивают (снимают) грузы массой, равной значениям массы настроечных грузов, рассчитанных для проверяемых значений измеряемого параметра при соответствующей плотности, указанной в паспорте (сертификате) на уровнемер. При этом показания выходного сигнала считывают не менее чем через 10 с.

Перед началом измерений на обратном ходе уровнемер выдерживают не менее 20 с под воздействием наибольшей массы настроечного груза, соответствующей нижнему пределу измеряемого параметра.

Основную приведенную погрешность  $\delta$ , % вычисляют по результатам измерений, получаемых при приближении к измеряемому параметру как от меньших его значений к большим (прямой ход), так и от больших значений к меньшим (обратный ход), по формуле (5):

$$\delta = \frac{I_i - I_{0i}}{16} \cdot 100 \% \quad (5)$$

где  $I_i$  – значение тока, измеренное миллиамперметром (калибратором), мА;  
 $I_{0i}$  – расчетное значение тока, соответствующее массе груза с подвеской, мА.

Значение тока, соответствующее массе груза с подвеской  $M_i$  рассчитывают по формуле (6):

$$I_{0i} = 4 + 16 \cdot \frac{M_\delta - M_i}{M_{PB}} \quad (6)$$

где  $M_\delta$  – масса буйка, г (по заводскому сертификату калибровки);  
 $M_{PB}$  – разгрузочный вес в соответствии с таблицей 3, г;

6.5 Определение метрологических характеристик уровнемера при измерении уровня раздела фаз между несмешиваемыми жидкостями с плотностью  $\rho_2$ ,  $\rho_1$  (имитационный метод).

Определение погрешности проводят в следующей последовательности:

а) рассчитывают массы грузов, соответствующих контрольным точкам 0; 25; 50; 75 и 100 % по формуле (7):

$$M_{0i} = M_\delta - \frac{M_\delta - V_\delta \cdot (\rho_2 - \rho_1)}{100} \cdot X_i - M_{II} \quad (7)$$

где  $V_\delta$  – объем буйка, дм<sup>3</sup> (по заводскому сертификату калибровки);

$M_\delta$  – вес буйка в соответствии со строкой 1 таблицы 3, г;

$M_{II}$  – вес подвески, г;

$M_{0i}$  – масса грузов, соответствующая весу буйка при погружении в жидкость на  $X_i$ , г;

$\rho_2$ ,  $\rho_1$  – плотности жидкостей нижнего и верхнего слоя соответственно, г/дм<sup>3</sup>;

$X_i$  – степень погружения буйка в жидкость с плотностью  $\rho_2$ , %.

Значение выходного тока, соответствующее массе груза с подвеской  $M_i$  рассчитывают по формуле (8):

$$I_{0i} = 4 + 16 \cdot \frac{M_\delta - M_i}{M_\delta - V_\delta \cdot (\rho_2 - \rho_1)} \quad (8)$$

Результаты поверки считают положительными, если в каждой контрольной точке значение погрешности, рассчитанной по формуле (5), не превышает установленного предела  $\pm 0,5$  %.

6.6. Определение метрологических характеристик уровнемера на месте эксплуатации.



Определение погрешности проводят не менее чем при трех значениях уровня жидкости в резервуаре (буйковой камере), равномерно распределенных по всему диапазону измерений, включая минимальное и максимальное значения уровня.

Определение погрешности проводят в следующей последовательности:

- а) измеряют уровень жидкости в резервуаре (буйковой камере) рулеткой с грузом;
- б) измеряют плотность жидкости в резервуаре (буйковой камере) переносным плотномером или ареометром в пробе жидкости, отобранной из резервуара с помощью стационарного или переносного пробоотборника;
- в) считывают значение токового выходного сигнала уровнемера  $I_i$ , мА;
- г) рассчитывают погрешность уровнемера при измерении уровня по формуле (9):

$$\delta H_i = \frac{H_i - H_{эi}}{H_{\max} - H_{\min}} \cdot 100 \% \quad (9)$$

где  $H_{\max}$  - значение уровня, соответствующее выходному току уровнемера 20 мА, мм;

$H_{\min}$  - значение уровня, соответствующее выходному току уровнемера 4 мА, мм;

$H_{эi}$  - уровень жидкости, измеренный рулеткой, мм;

$H_i$  - значение уровня, соответствующее выходному току  $I_i$ , мм.

Значение уровня  $H_i$  рассчитывают по формуле (10):

$$H_i = H_{\min} + \frac{H_{\max} - H_{\min}}{16} \cdot (I_i - 4) + \Delta H_i \quad (10)$$

где  $\Delta H_i$  - поправка на изменение уровня от плотности жидкости при калибровке уровнемера на заводе-изготовителе и на месте эксплуатации, мм.

Значение поправки  $\Delta H_i$  рассчитывается по формуле (11):

$$\Delta H_i = H_{эi} \cdot \left( \frac{\rho}{\rho_k} - 1 \right) \quad (11)$$

$\rho_k$  - плотность жидкости при калибровке уровнемера, г/см<sup>3</sup>;

$\rho$  - плотность жидкости в резервуаре (буйковой камере), г/см<sup>3</sup>.

Результаты поверки считают положительными, если в каждой контрольной точке выполняется условие  $|\delta H_i| \leq \delta H_0$ . Значение  $\delta H_0$  рассчитывают по формуле (12):

$$\delta H_0 = 0,5 + 0,056 \cdot T \quad (12)$$

где  $T$  – температура окружающей среды при проведении поверки, °С.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 В случае положительных результатов поверки уровнемер признается годным к эксплуатации и на него выдается свидетельство о поверке, форма которого приведена в приложении 1 к документу «Порядок проведения поверки СИ, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному Приказом № 1815 от 2 июля 2015 г.

7.2 В случае отрицательных результатов поверки уровнемер признается непригодным, не допускается к эксплуатации и на него выдается извещение о непригодности, форма которого приведена в приложении 2 к документу «Порядок проведения поверки СИ, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденному Приказом № 1815 от 2 июля 2015 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Форма протокола поверки

Дата проведения поверки \_\_\_\_\_  
 Место проведения поверки \_\_\_\_\_  
 Наименование и серийный номер СИ \_\_\_\_\_

Плотность жидкости, г/см<sup>3</sup> \_\_\_\_\_  
 Уровень жидкости, соответствующий, мм

- 4 мА
- 20 мА

Результаты поверки:

- 1 Внешний осмотр
  - 1.1 Результаты внешнего осмотра \_\_\_\_\_
- 2 Опробование
  - 2.1 Результаты опробования \_\_\_\_\_
  - 2.2 Номер версии ПО \_\_\_\_\_
- 3 Определение метрологических характеристик
  - 3.1 Определение массы буйка уровнемера \_\_\_\_\_
  - 3.2 Определение объема буйка уровнемера \_\_\_\_\_
  - 3.3 Определение метрологических характеристик уровнемера

Степень погружения буйка $X_i$ , %	Масса груза (гирь) $M_{0i}$ , г	Ток, мА		$\delta$ , %
		показания эталонного СИ	аналоговый выход уровнемера	
0				
25				
50				
75				
100				
Обратный ход				
100				
75				
50				
25				
0				

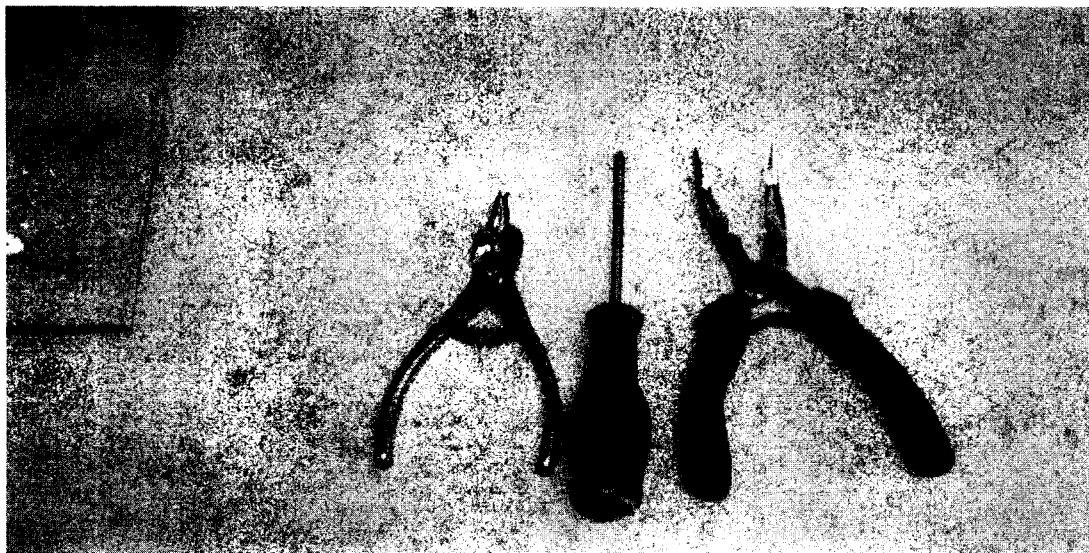
Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель (подпись) отпечаток клейма

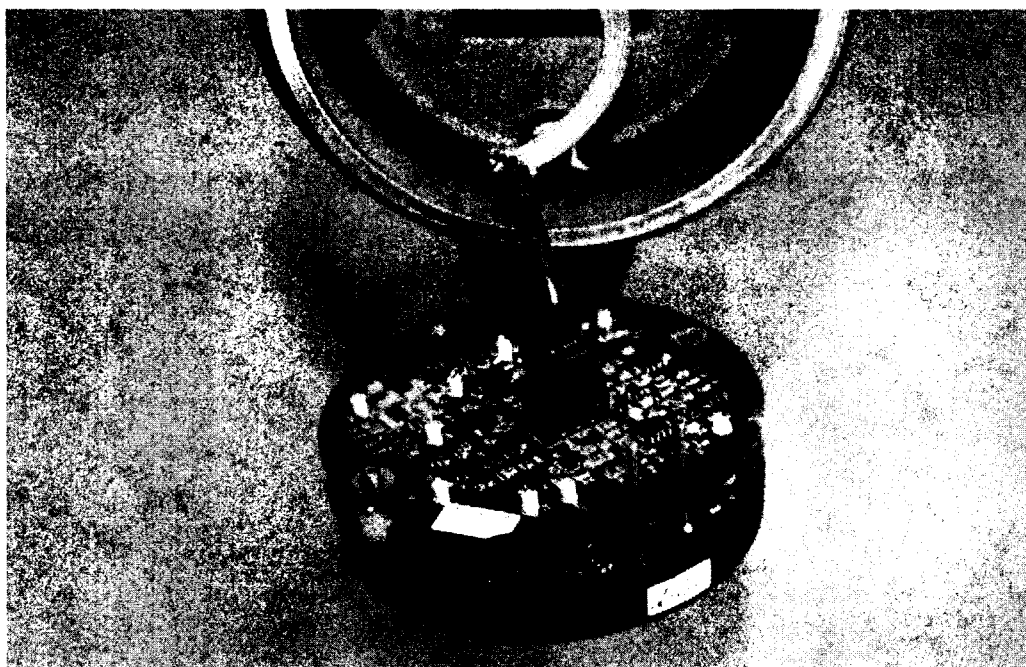
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Инструкция по сборке-разборке уровнемера.

### 1. Необходимые инструменты:

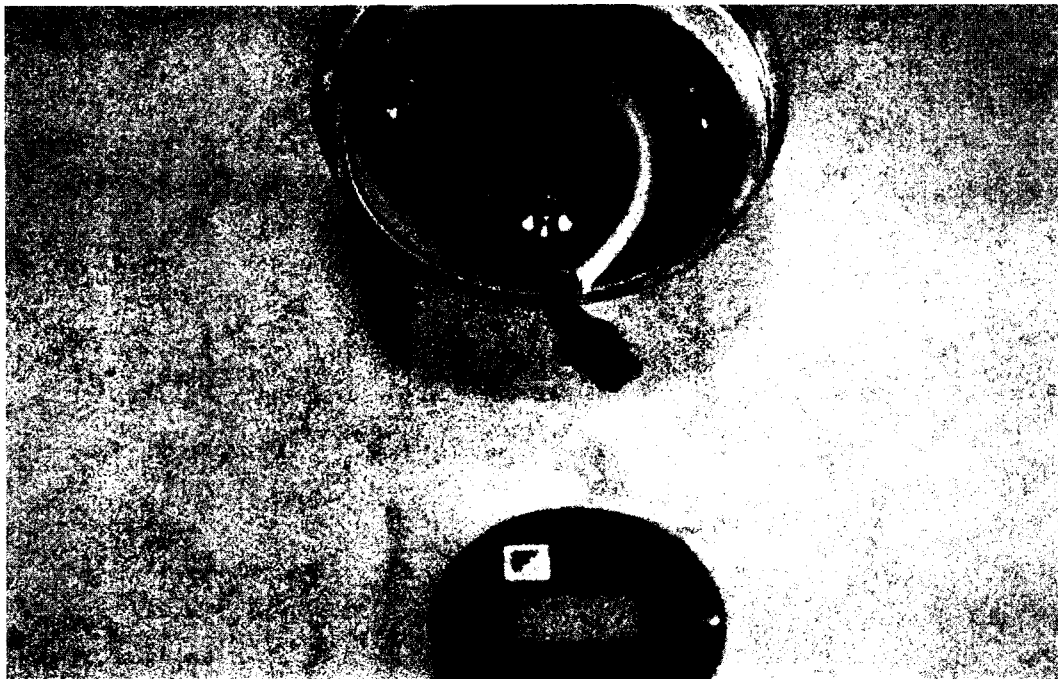
Съемник стопорных колец - отвертка (звездочка) - изогнутый пинцет



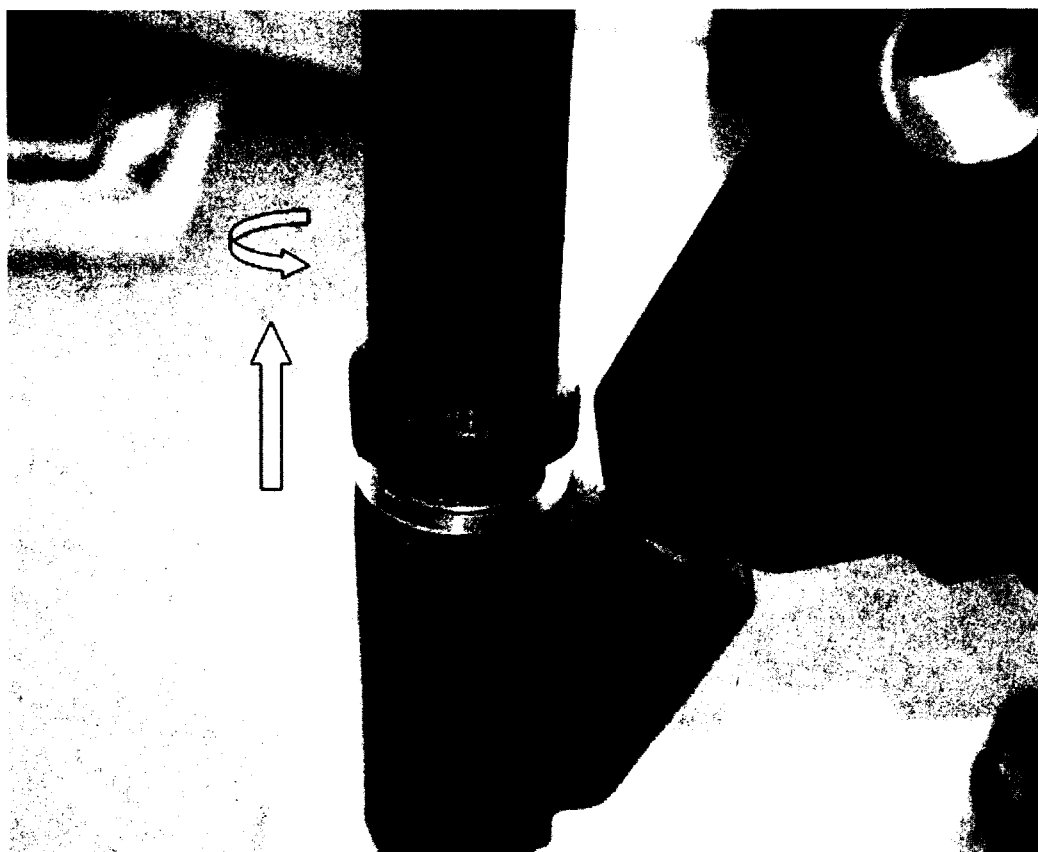
### 2. Отключите питание, снимите крышку окна (дисплея) затем снимите электронный модуль.

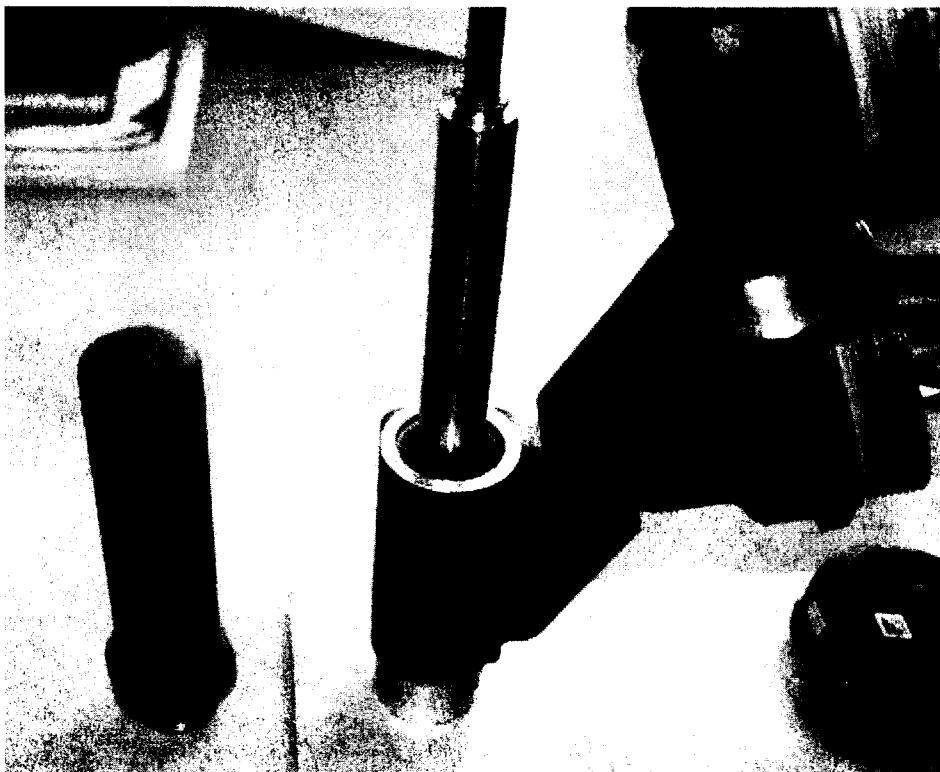


3. Снимите разъем LVDT с электронного модуля.

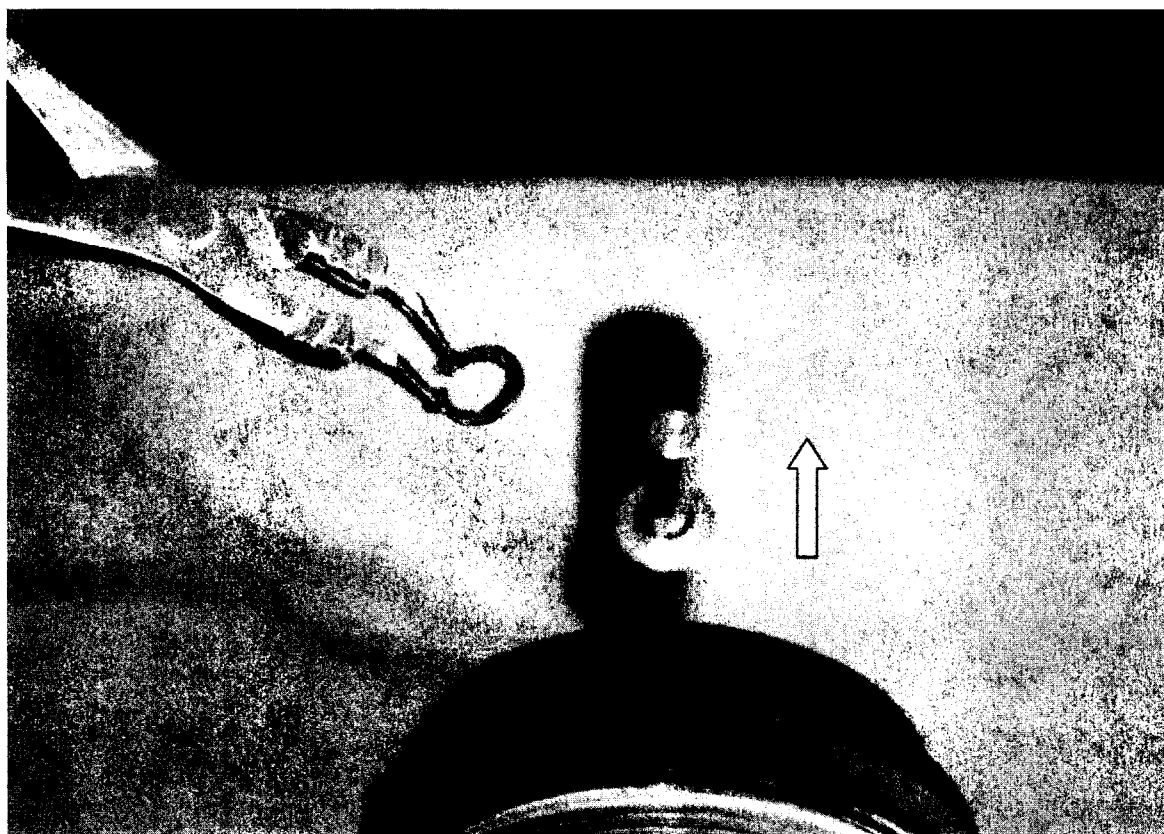


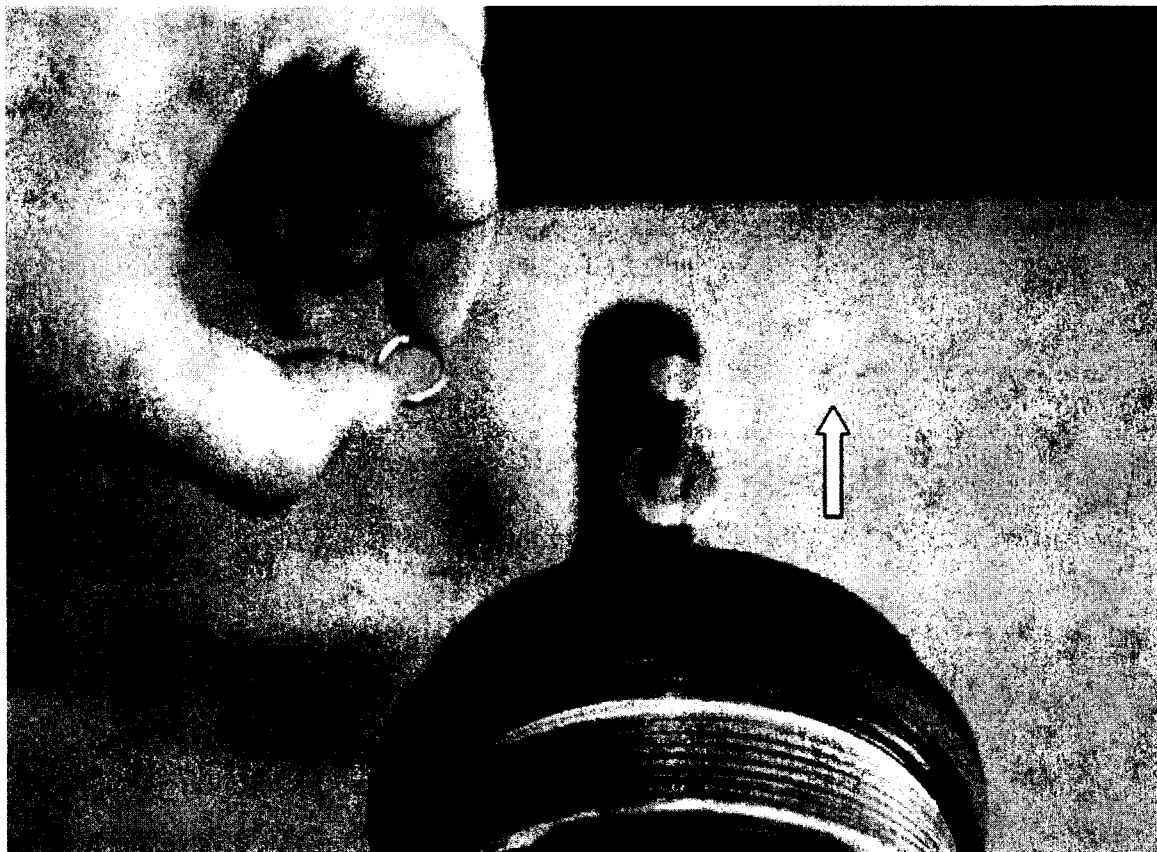
4. Отвинтите и снимите крышку LVDT.



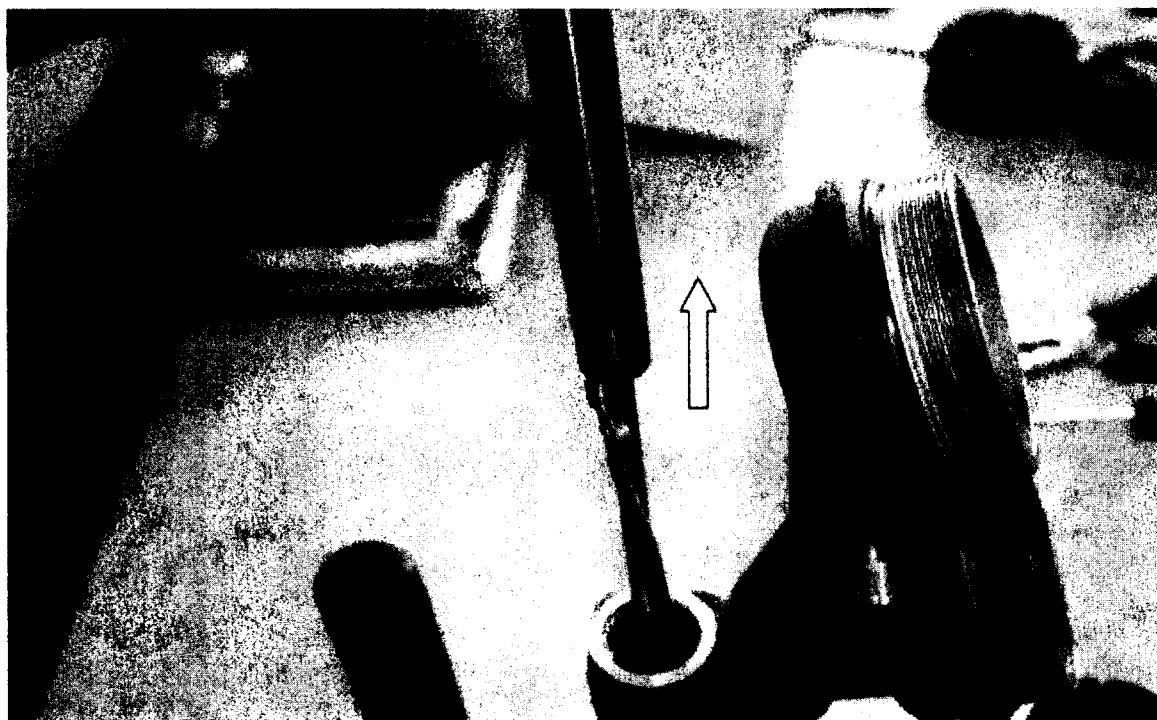


5. Снимите С-образное кольцо (с использованием съемника стопорных колец) и верхнюю шайбу LVDT

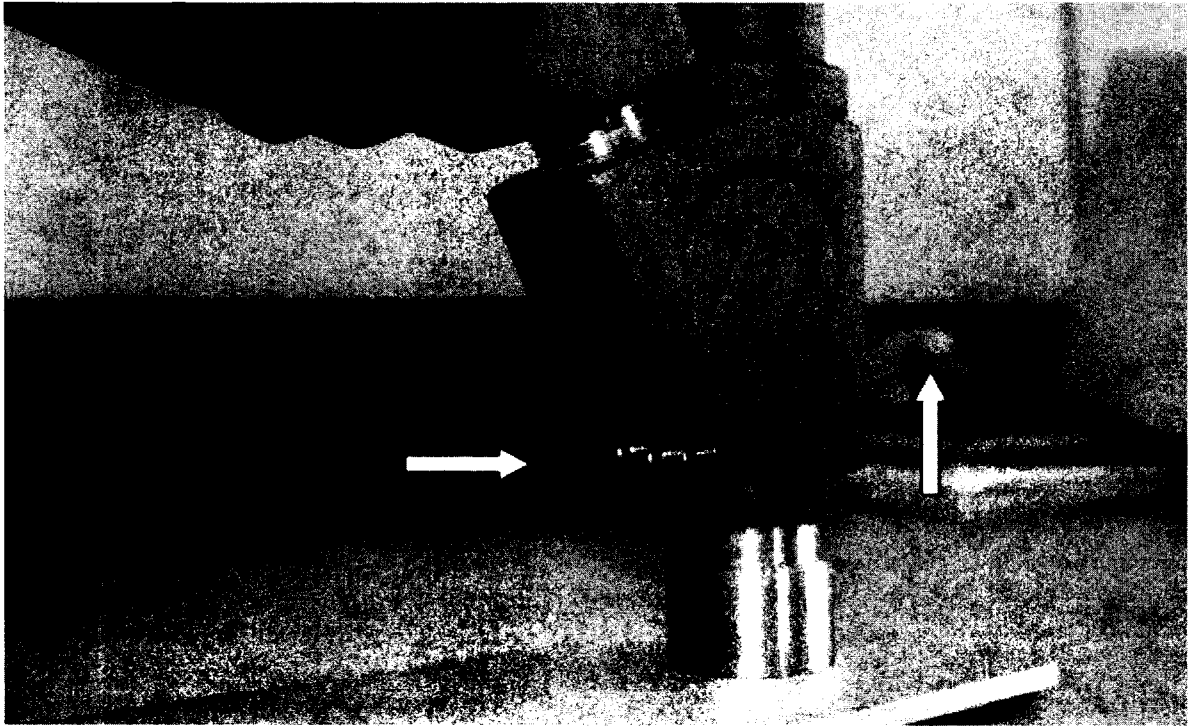




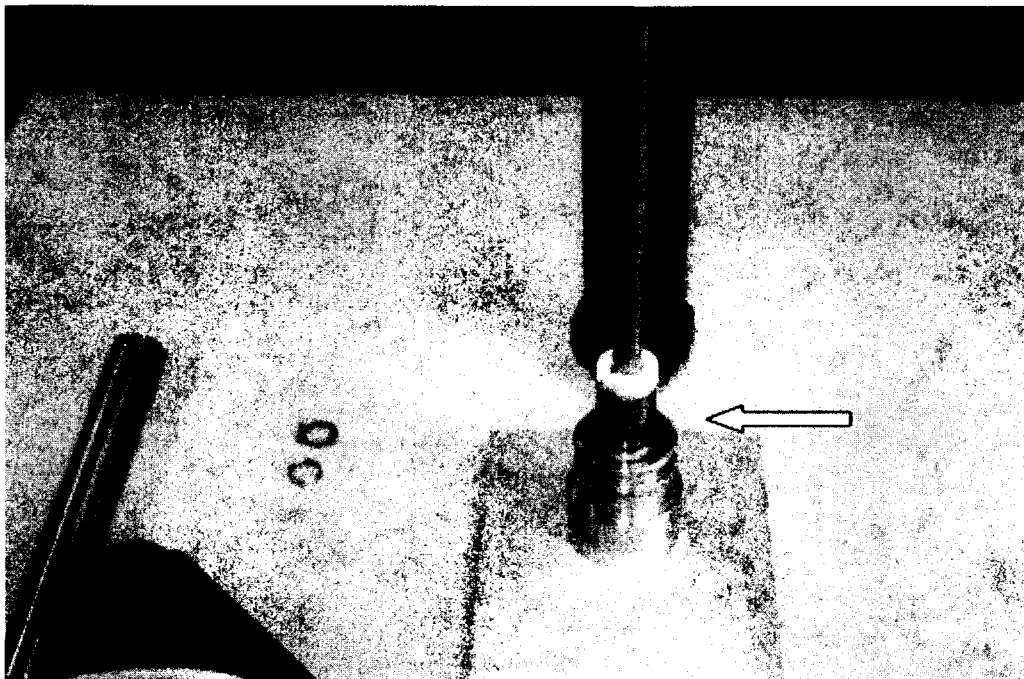
6. Снимите LVDT с E-трубы



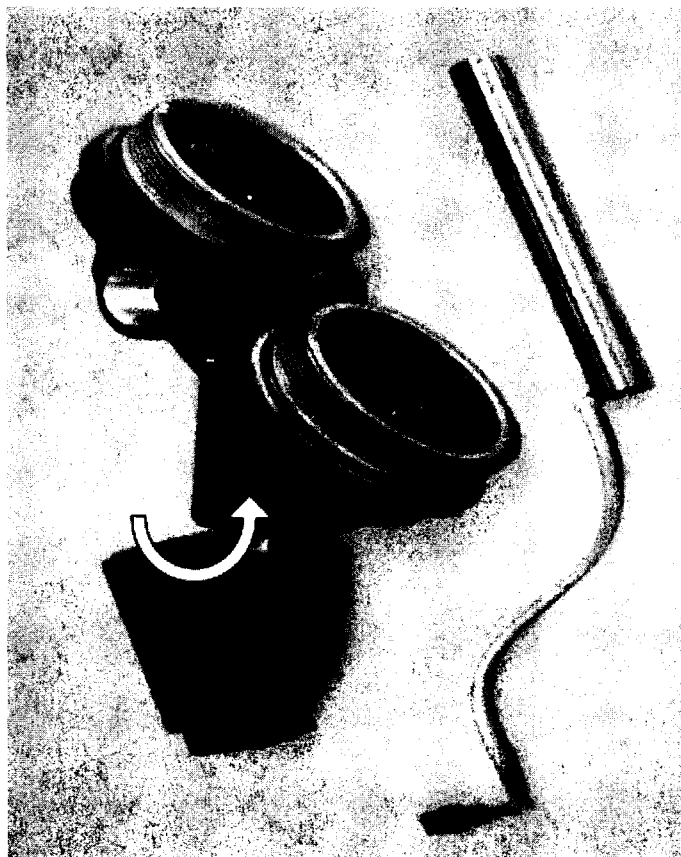
7. Отвинтите установочные винты и снимите ТМ корпус с Е-трубы



8. Убедитесь, что фторопластовая шайба осталась на закрывающей трубке



9. Установите новый LVDT, проденьте кабель с разъемом от LVDT через корпус ТМ

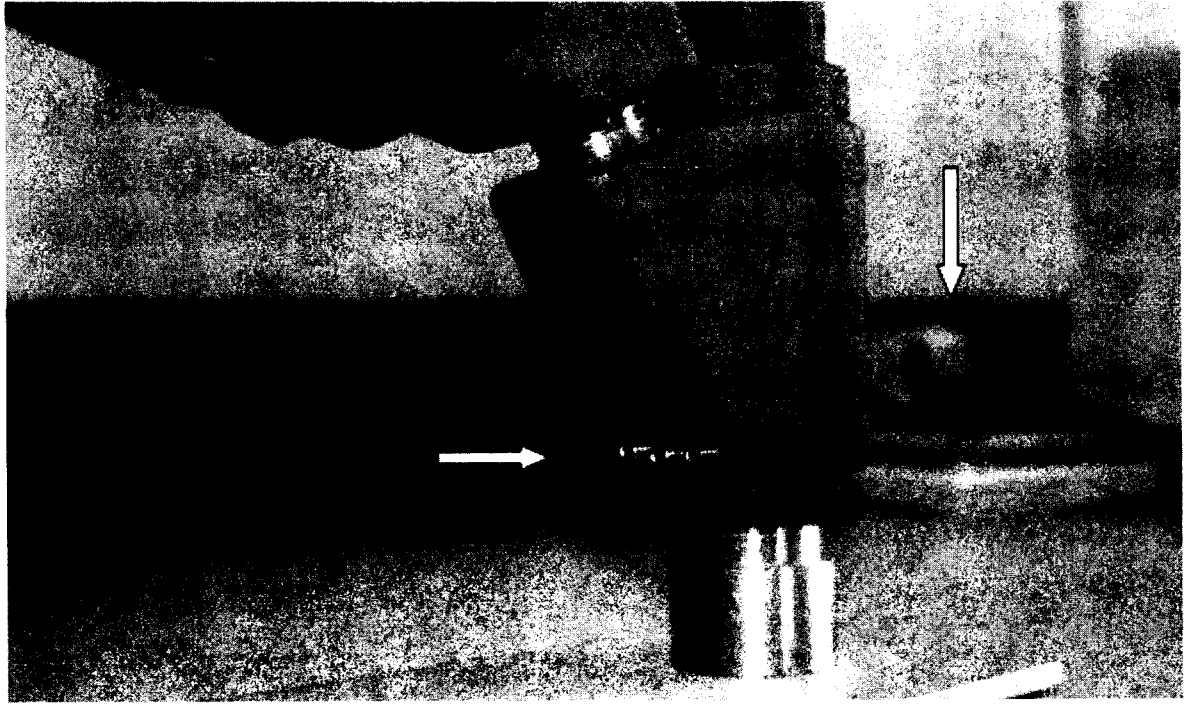


10. Потяните разъем LVDT сквозь корпус ТМ (с использованием изогнутого пинцета).

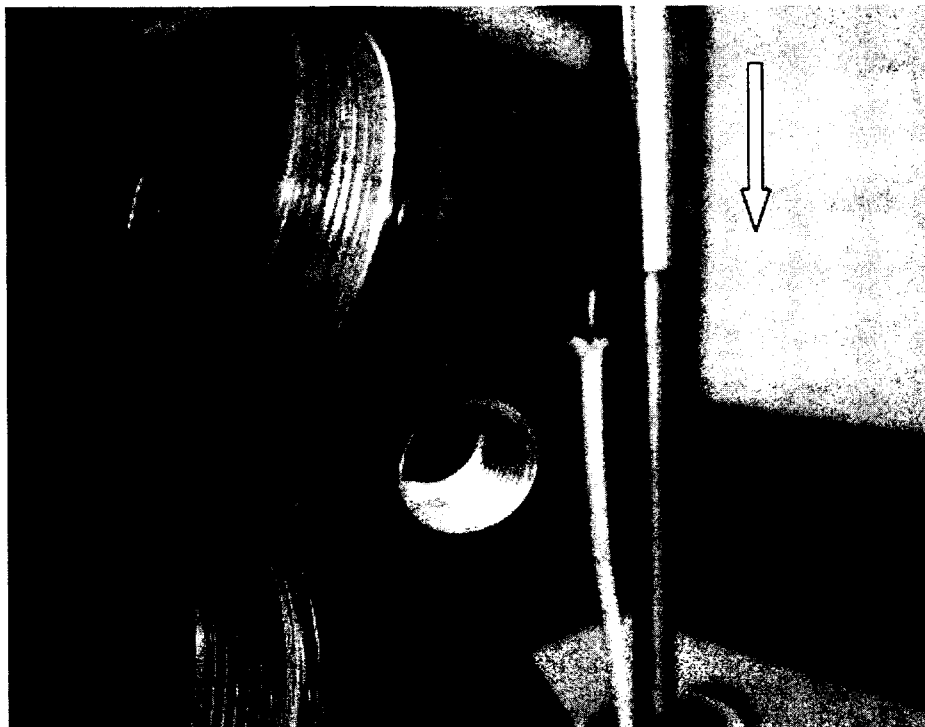




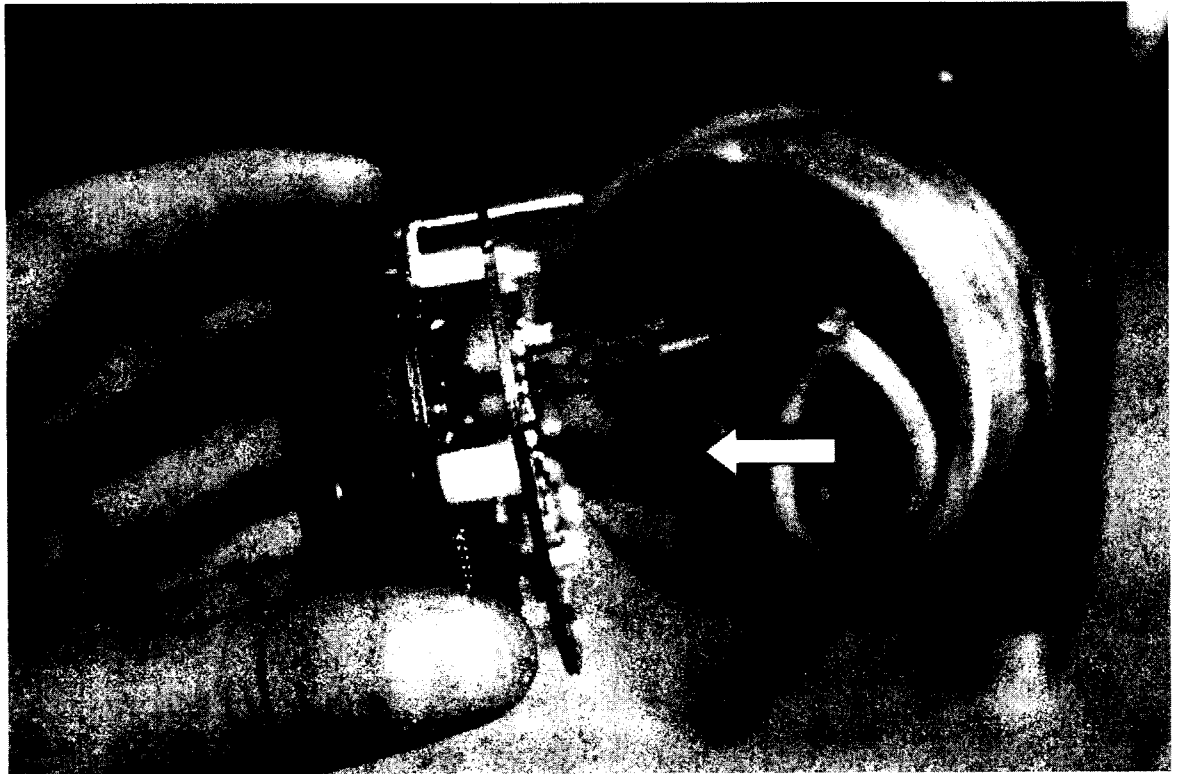
11. Установите корпус ТМ на закрывающую трубку и затяните установочные винты.



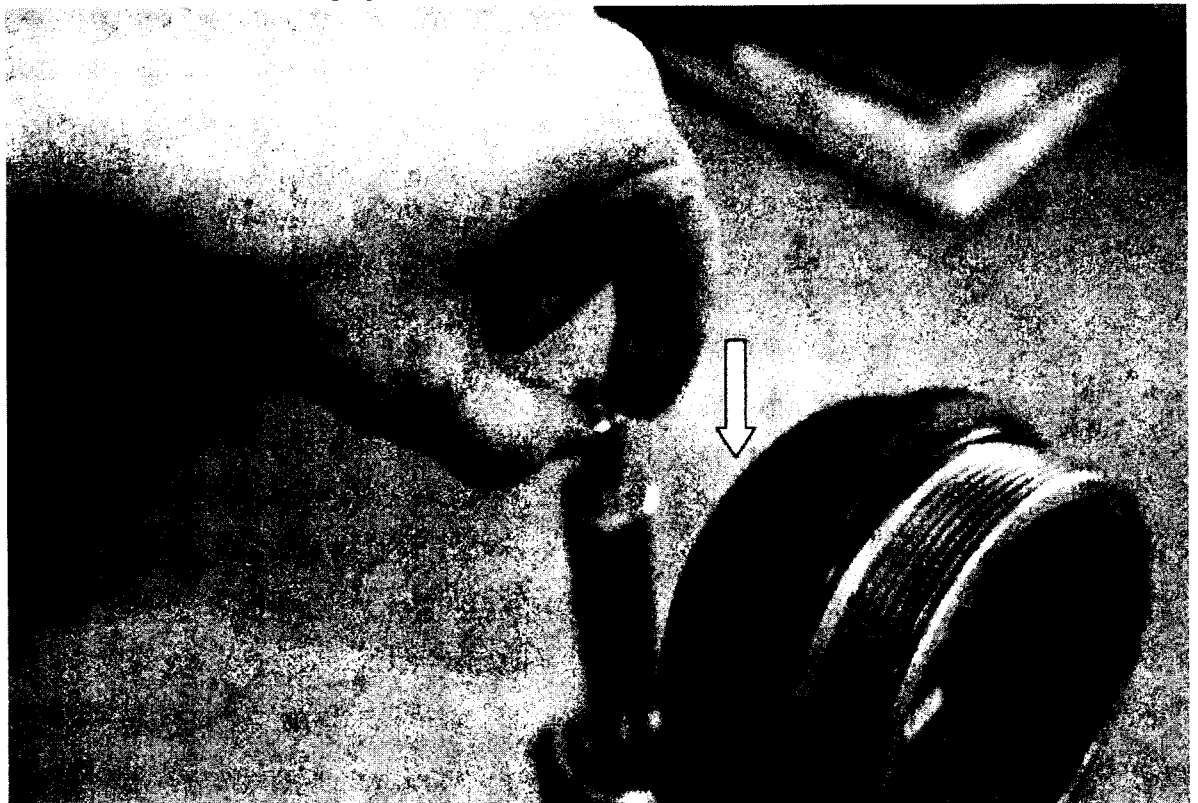
12. Положите LVDT на закрывающую трубку.

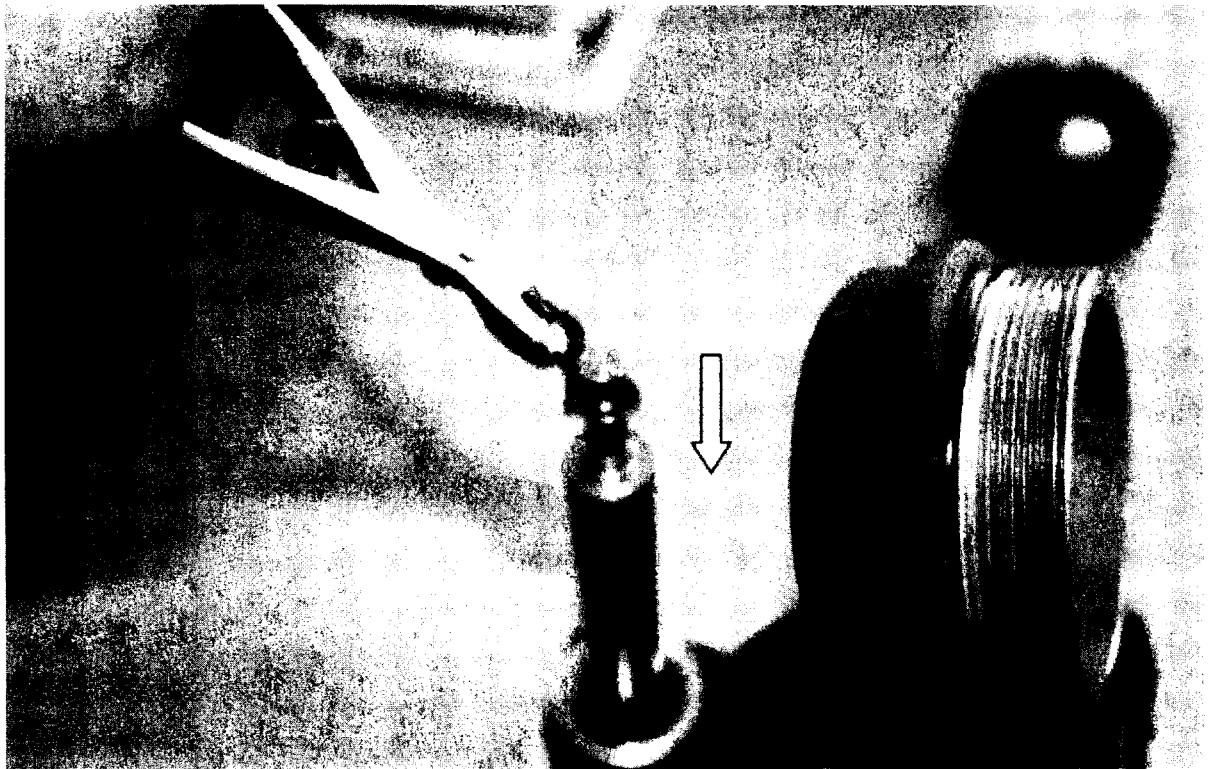


13. Подсоедините разъем LVDT к электронному модулю и вставьте электронный модуль в корпус ТМ.

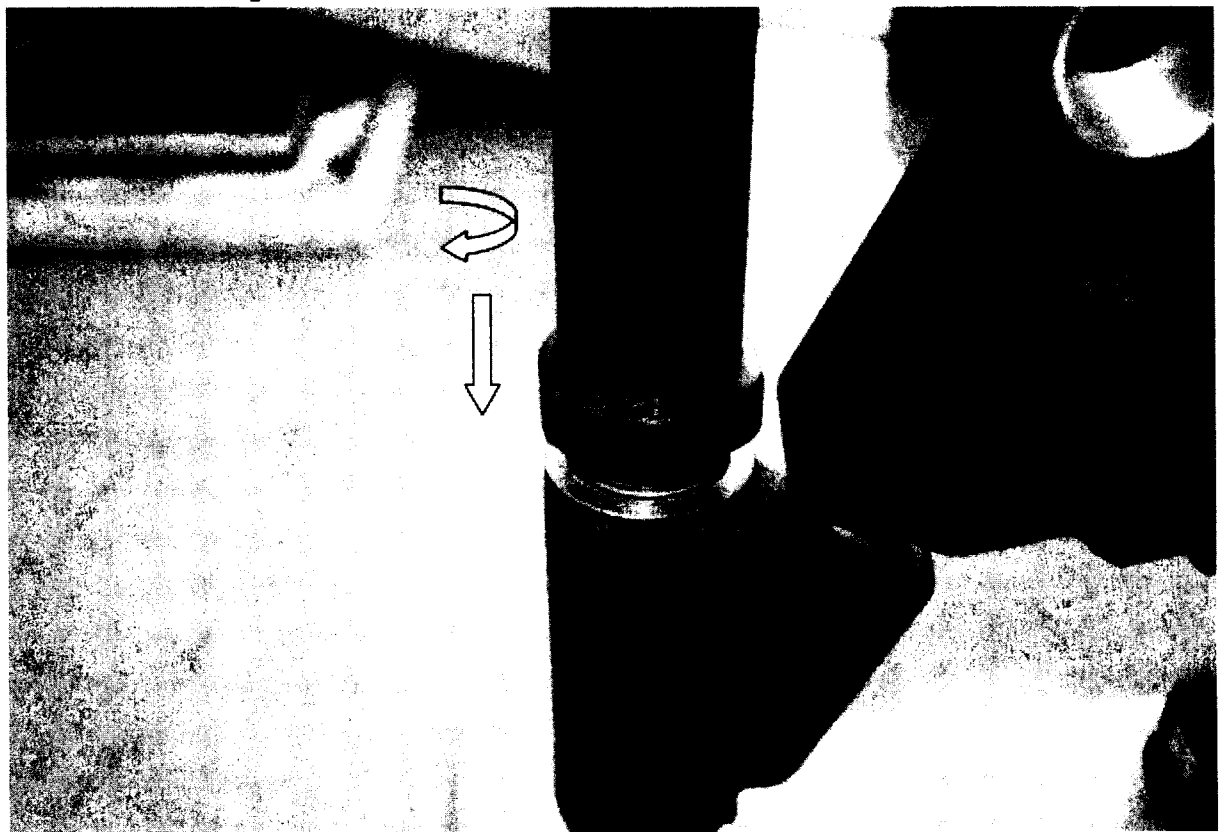


14. Установите верхнюю шайбу LVDT и С-образное кольцо.





15. Заново установите и затяните крышку LVDT



16. Установите крышки и включите питание устройства