

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 F₂ 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 _a	567	1
T _b	340	1
T _c	1550	1
T _d	326	4
T _e	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.

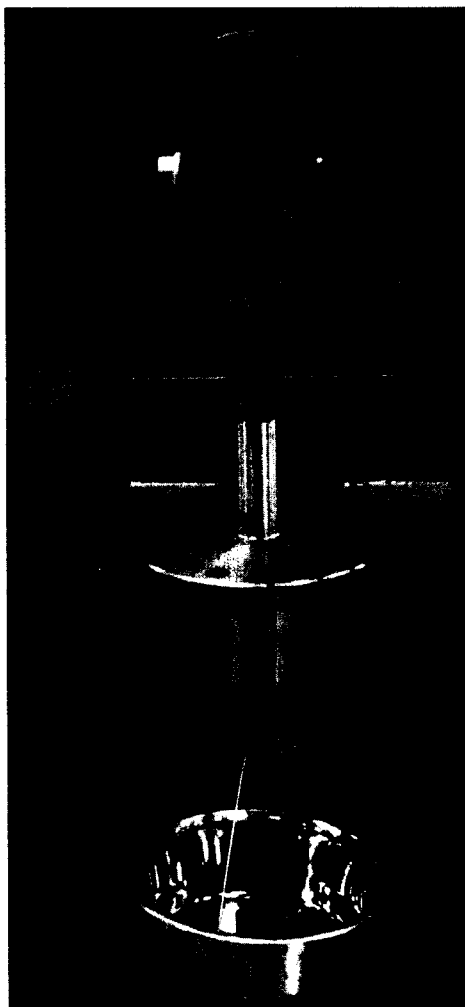


Рисунок 1 – Стенд для поверки уровнемера имитационным методом.

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).

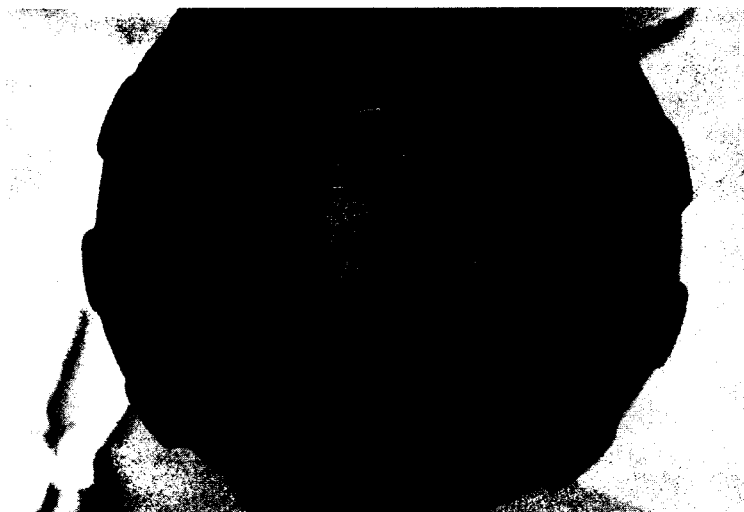


Рисунок 2 – Версия ПО на дисплее уровнемера.

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 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 Δ_{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;

Δ_0 – поправка в нулевой точке.

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

Основную приведенную погрешность δ , % 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 ³	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	$2 \times T_d$	2×326
3	1,10 ÷ 2,20	$T_b + 4 \times T_d$	1644	$4 \times T_d$	4×326
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 δ , % 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_δ – 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 ρ_2 , ρ_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_δ – объем буйка, дм^3 (по заводскому сертификату калибровки);

M_δ – 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;

ρ_2 , ρ_1 – плотности жидкостей нижнего и верхнего слоя соответственно, г/дм^3 ;

X_i – степень погружения буйка в жидкость с плотностью ρ_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 ΔH_i - поправка на изменение уровня от плотности жидкости при калибровке уровнемера на заводе-изготовителе и на месте эксплуатации, мм.

Значение поправки ΔH_i рассчитывается по формуле (11):

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

ρ_k - плотность жидкости при калибровке уровнемера, г/см³;

ρ - плотность жидкости в резервуаре (буйковой камере), г/см³.

Результаты поверки считают положительными, если в каждой контрольной точке выполняется условие $|\delta H_i| \leq \delta H_0$. Значение δH_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/см³ _____
 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		δ , %
		показания эталонного СИ	аналоговый выход уровнемера	
0				
25				
50				
75				
100				
Обратный ход				
100				
75				
50				
25				
0				

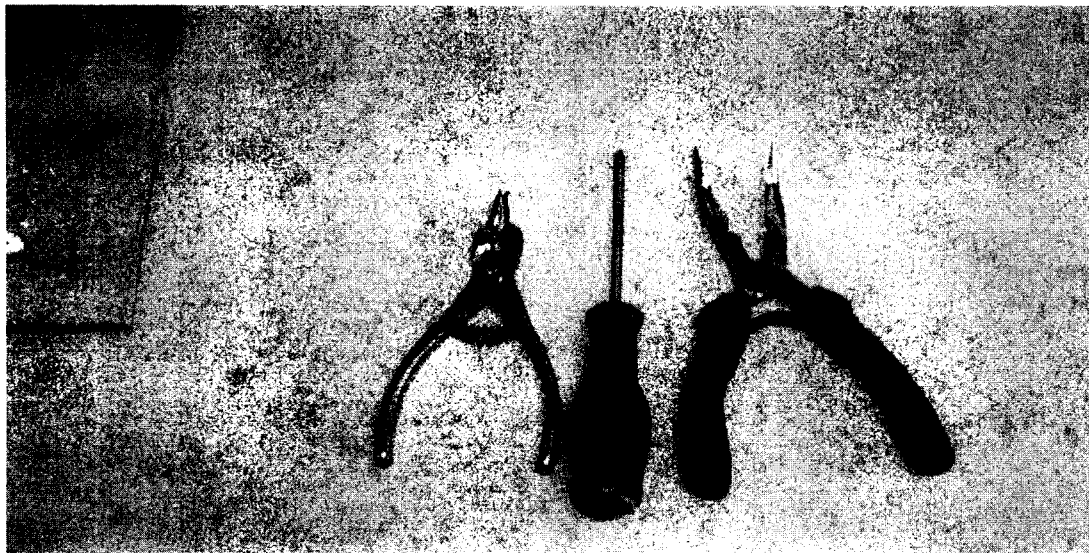
Заключение _____

Поверитель (подпись) оттиск клейма

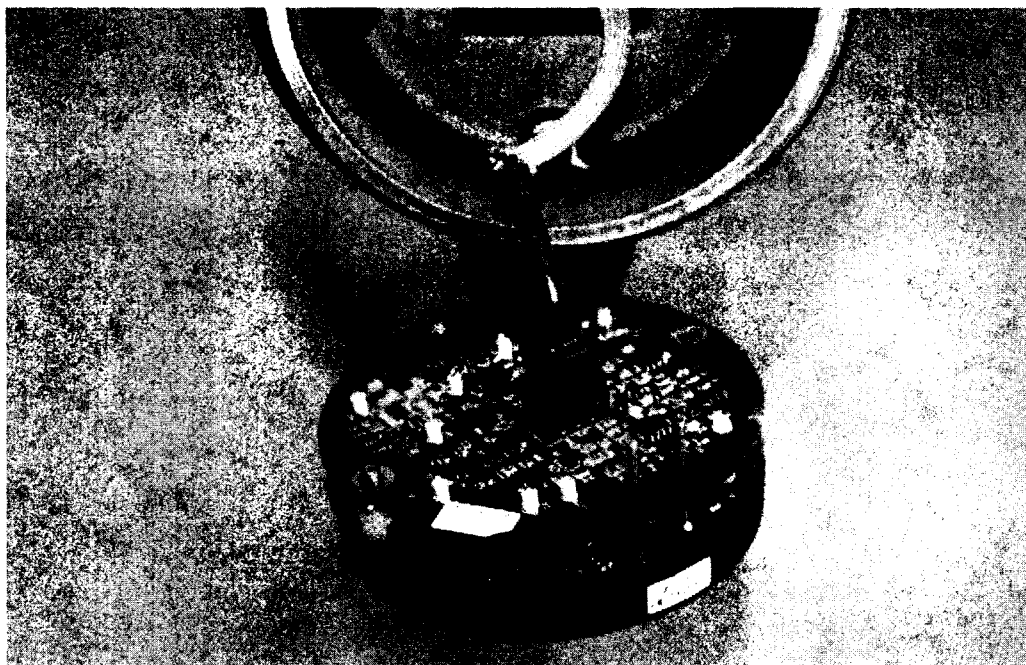
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Инструкция по сборке-разборке уровнемера.

1. Необходимые инструменты:

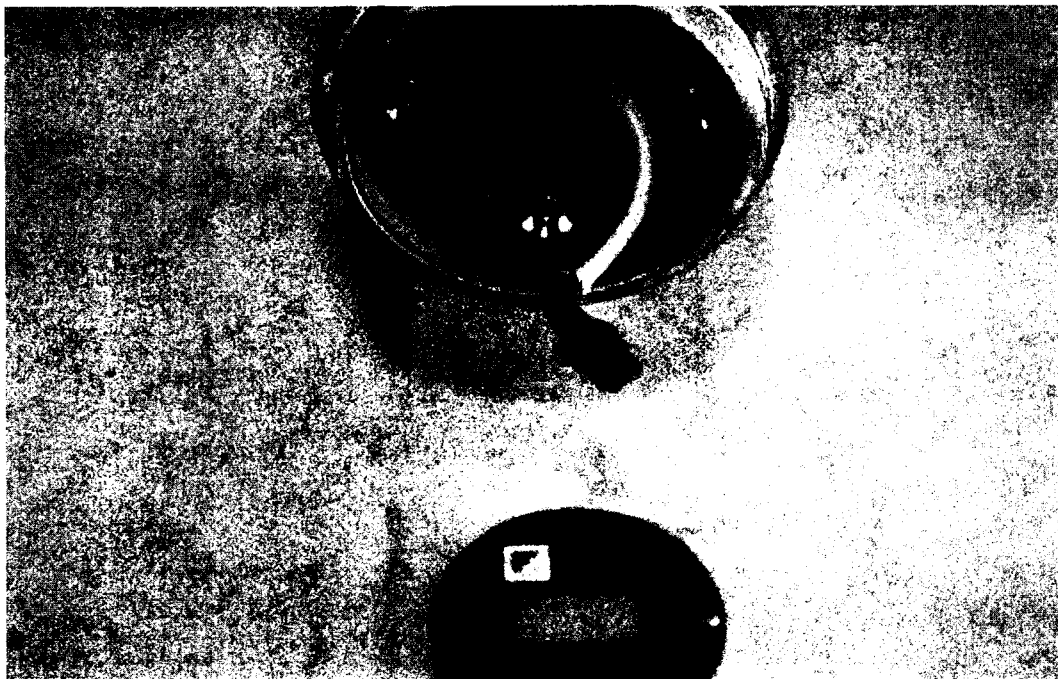
Съемник стопорных колец - отвертка (звездочка) - изогнутый пинцет



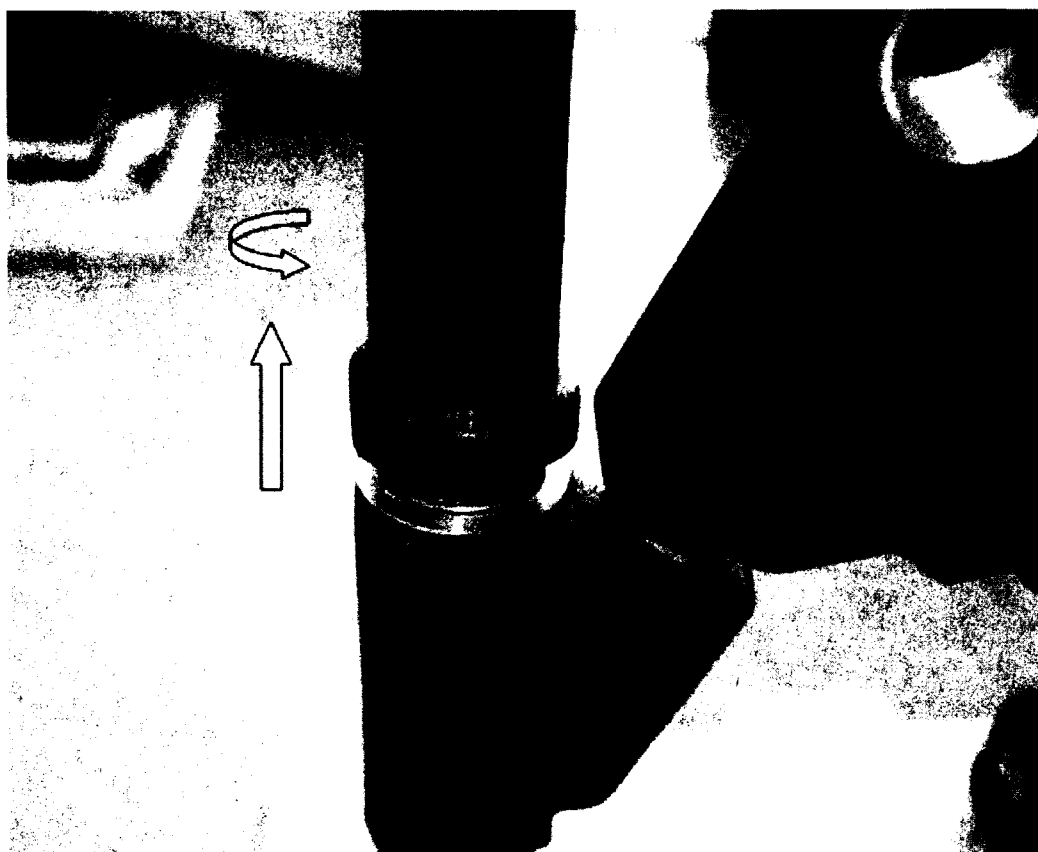
2. Отключите питание, снимите крышку окна (дисплея) затем снимите электронный модуль.

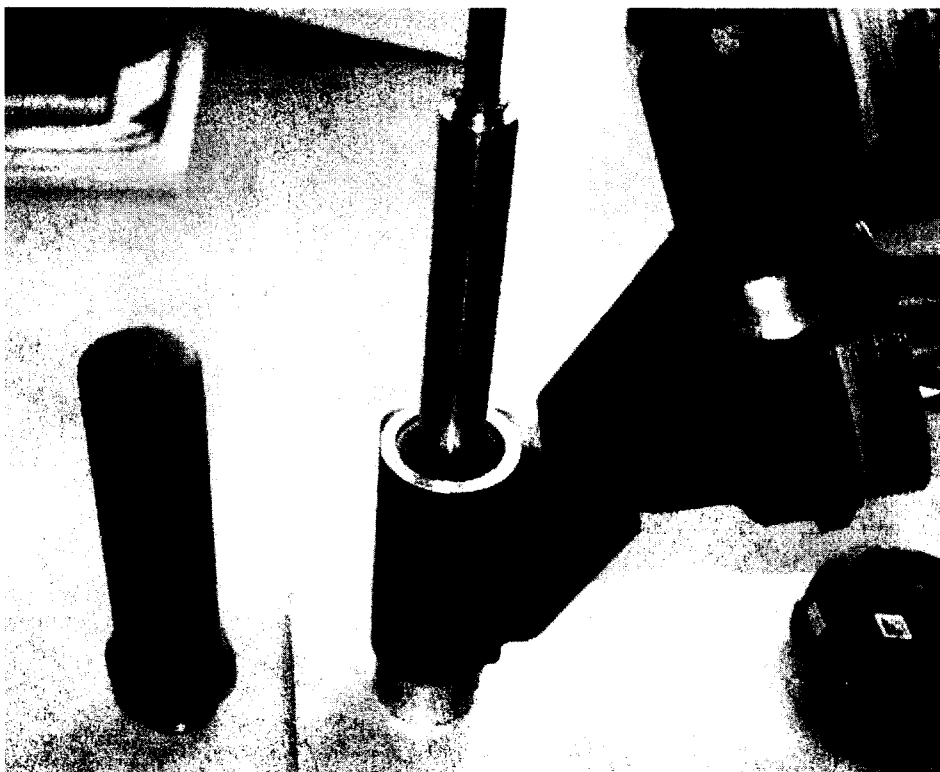


3. Снимите разъем LVDT с электронного модуля.

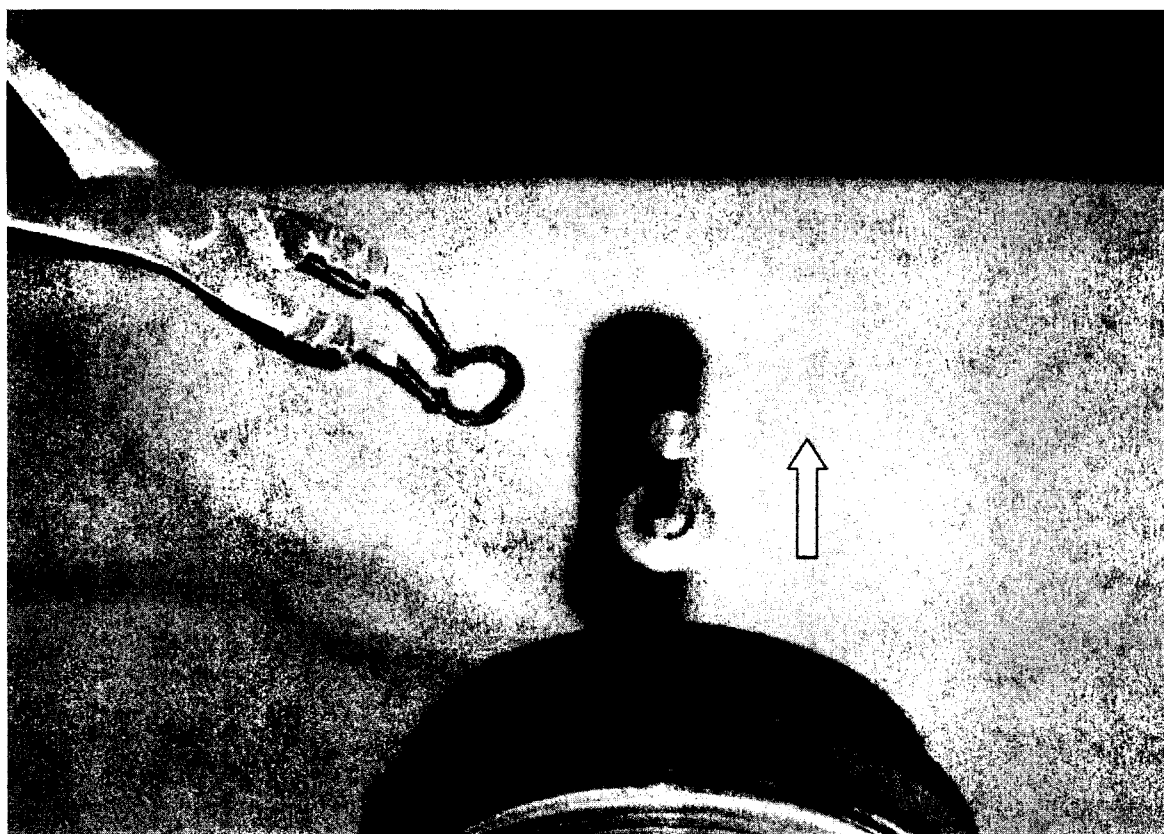


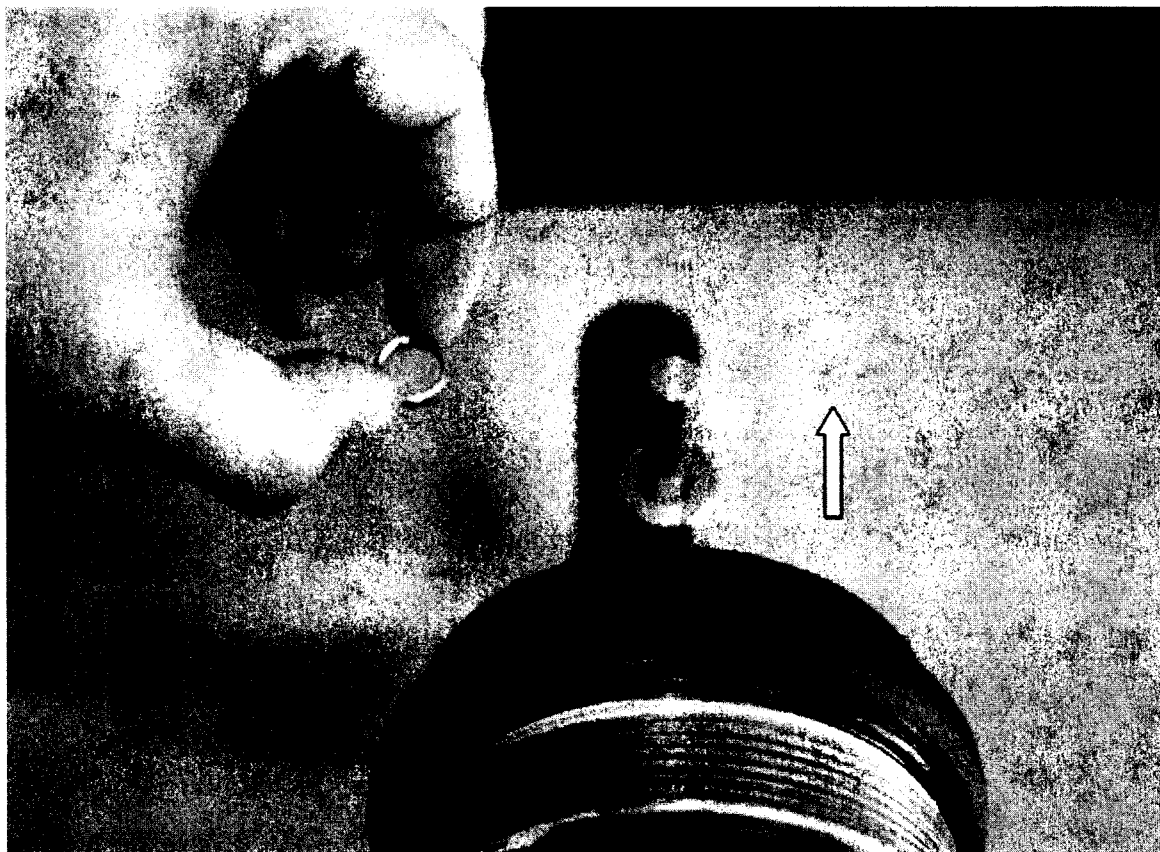
4. Отвинтите и снимите крышку LVDT.



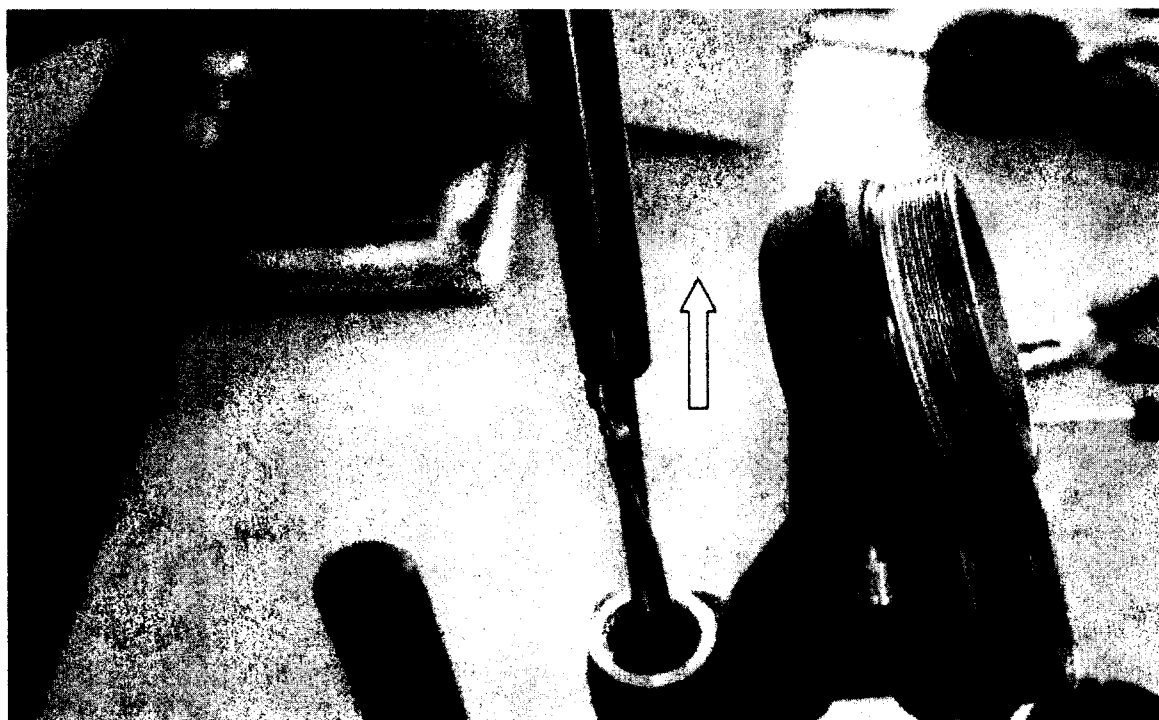


5. Снимите С-образное кольцо (с использованием съемника стопорных колец) и верхнюю шайбу LVDT

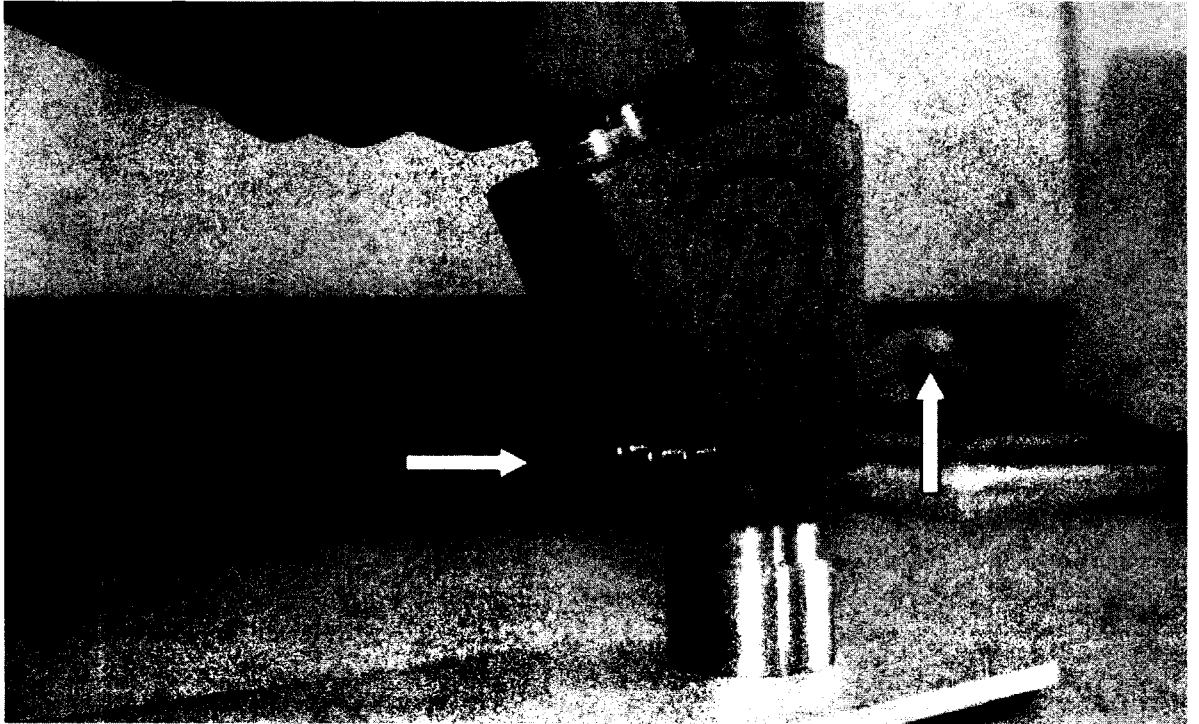




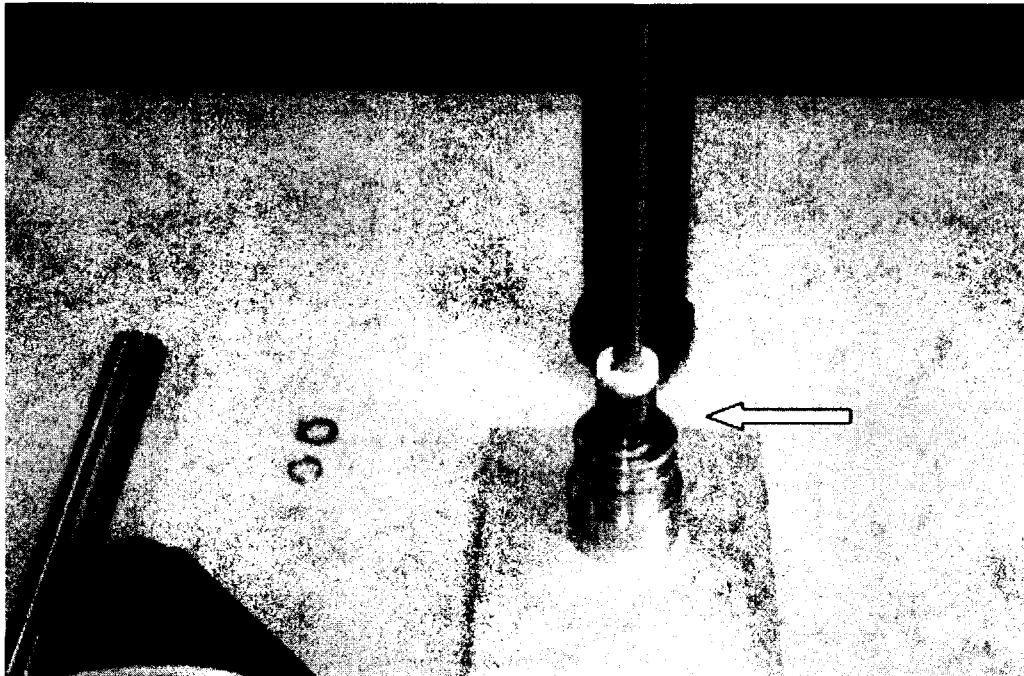
6. Снимите LVDT с E-трубы



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



8. Убедитесь, что фторопластовая шайба осталась на закрывающей трубке



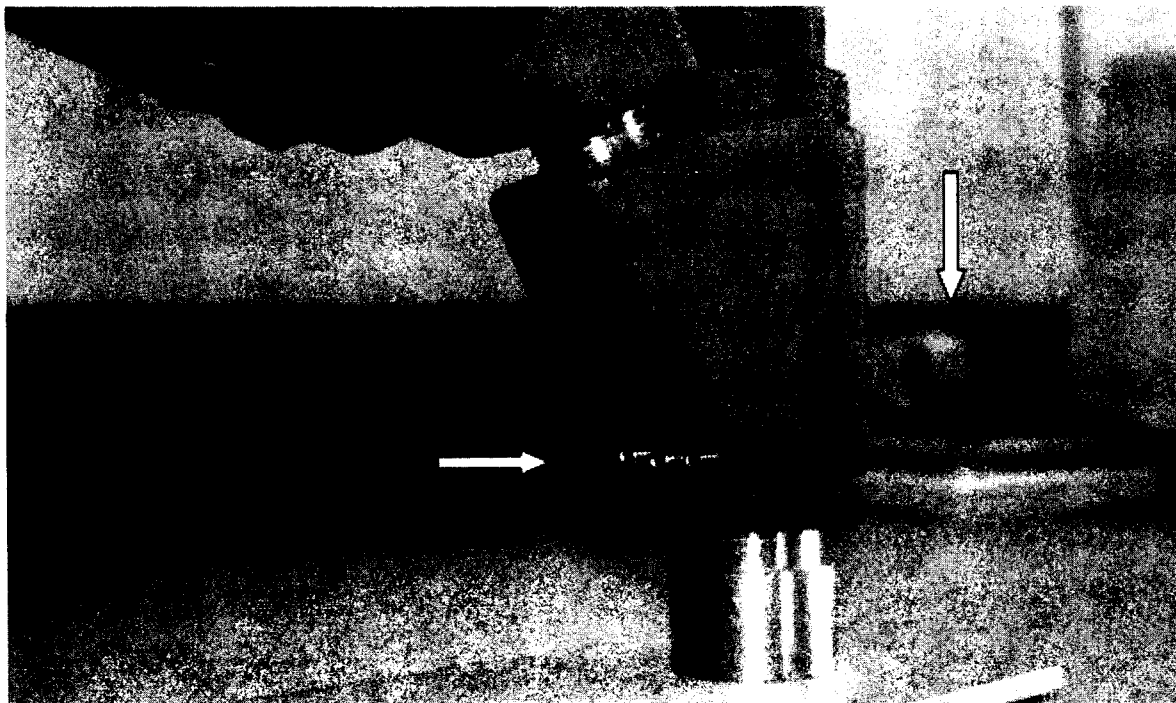
9. Установите новый LVDT, проденьте кабель с разъемом от LVDT через корпус ТМ



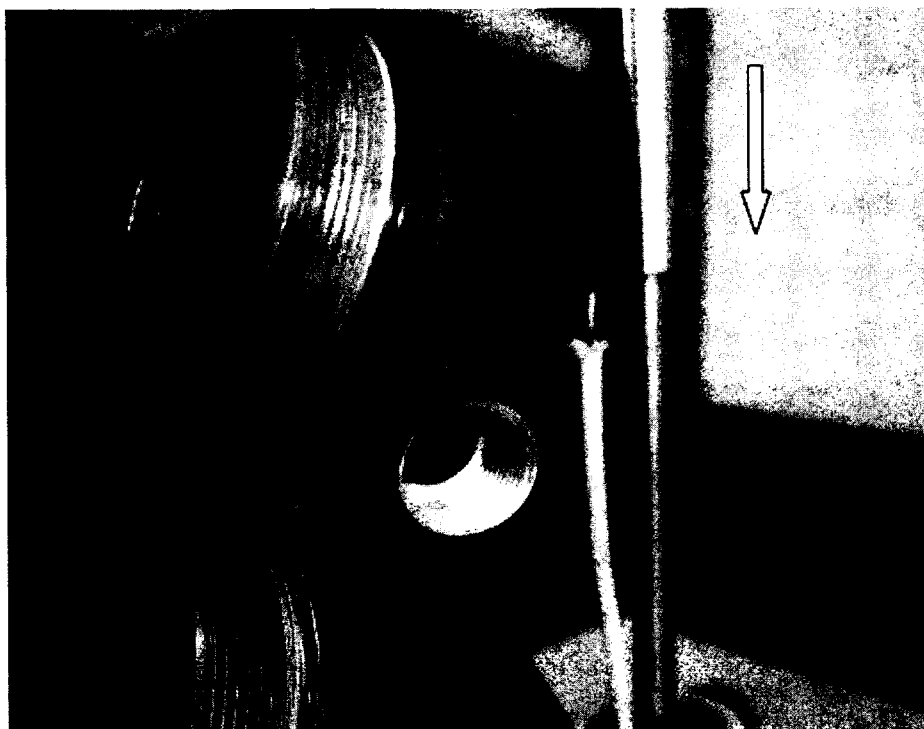
10. Потяните разъем LVDT сквозь корпус ТМ (с использованием изогнутого пинцета).



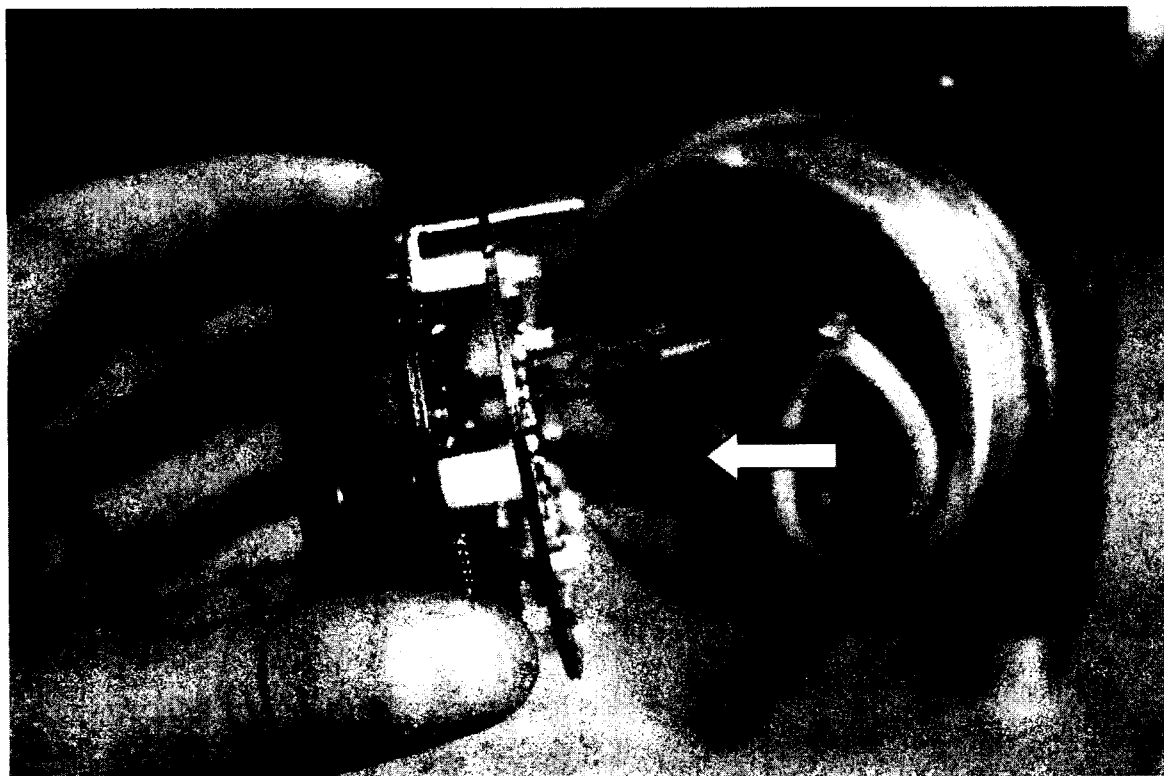
11. Установите корпус ТМ на закрывающую трубку и затяните установочные винты.



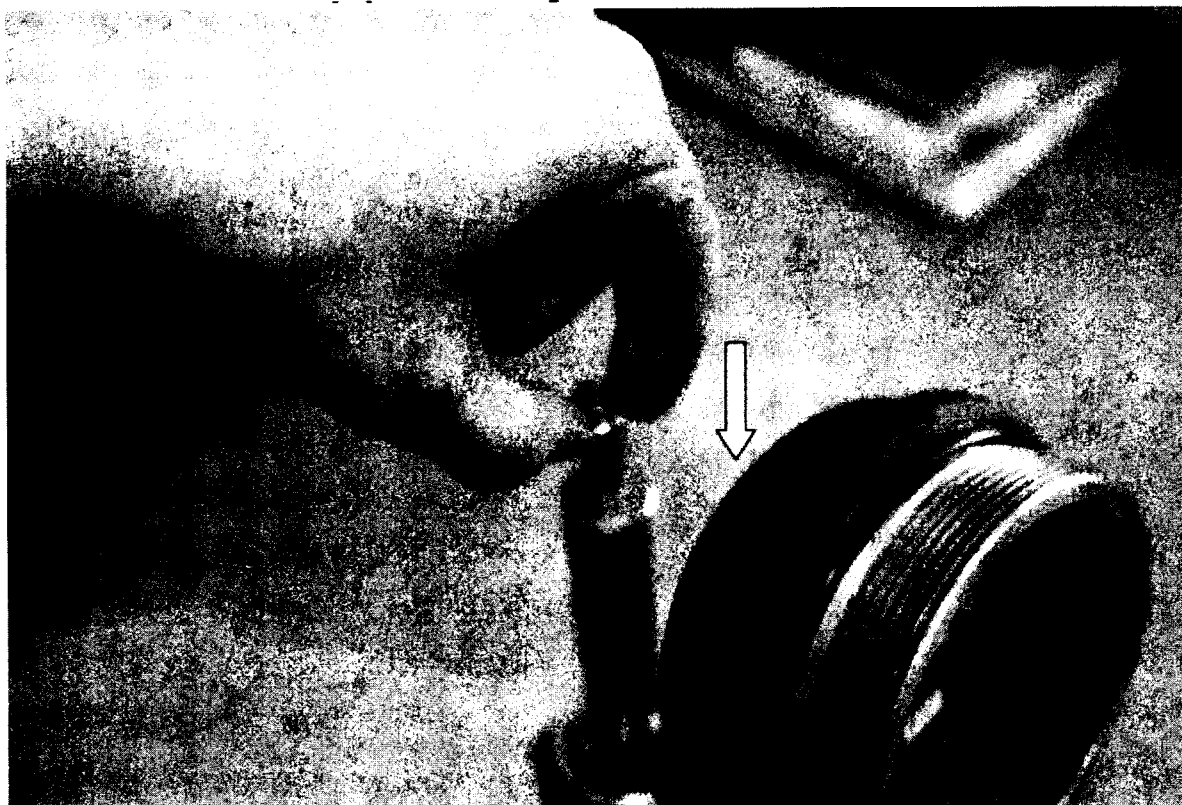
12. Положите LVDT на закрывающую трубку.

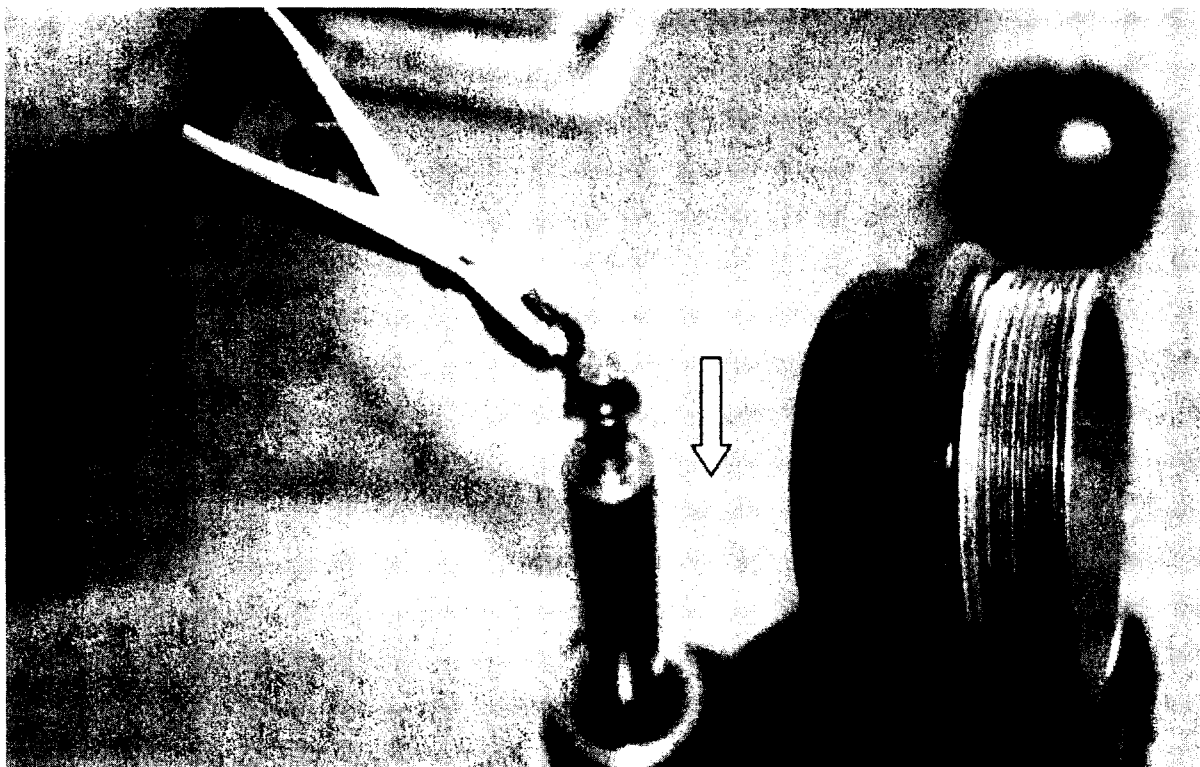


13. Подсоедините разъем LVDT к электронному модулю и вставьте электронный модуль в корпус ТМ.

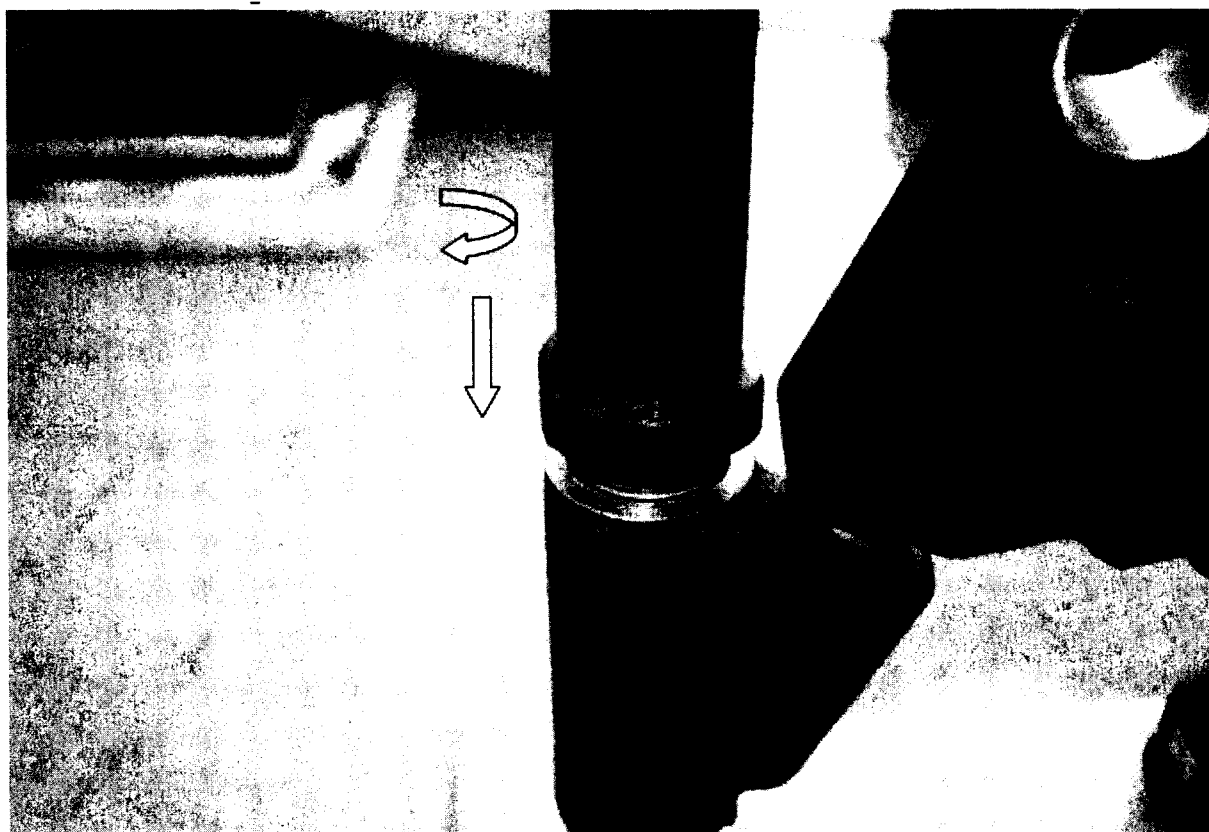


14. Установите верхнюю шайбу LVDT и С-образное кольцо.





15. Заново установите и затяните крышку LVDT



16. Установите крышки и включите питание устройства