

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ  
Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени институт  
физико-технических и радиотехнических измерений  
(ВНИИФТРИ)  
Казанский филиал

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
Государственная система обеспечения  
единства измерений  
Преобразователи объема турбинные  
счетчиков нефти и нефтепродуктов  
"НОРД-4"  
Методика поверки  
МИ...Л241..86

Октябрьский, 1986

**РАЗРАБОТАНЫ** Октябрьским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института комплексной автоматизации нефтяной и газовой промышленности (ОФ ВНИИКиЗэфтергаз) Министерства приборостроения, средство автоматизации и систем управления.

**ИСПОЛНИТЕЛИ** Р.Г.Ахунянов – руководитель темы;  
Ф.И.Мифтахов

**РАЗРАБОТАНЫ** Казанским филиалом ВНИИЭПИ Госстандарта.

**ИСПОЛНИТЕЛИ** И.А.Мусин, к.т.н. – руководитель темы;  
В.И.Родионов, Ю.Б.Ртищев.

**ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ** Научно-исследовательским отделом метрологической службы Казанского филиала ВНИИГПРИ.

Начальник отдела	И.А.Мусин
Ведущий инженер	В.И.Родионов
Старший инженер	Ю.Б.Ртищев

**УТВЕРЖДЕНЫ** Казанским филиалом ВНИИЭПИ  
\_\_\_\_\_ 198 г.

Настоящие методические указания распространяются на турбинные преобразователи объема счетчиков нефти и нефтепродуктов "НОРД-4" и устанавливает методику их поверки при выпуске из производства и после ремонта. Турбинные преобразователи подлежат поверке в комплекте с индукционными передающими преобразователями НОРД-И5-4 ТУ 25-16 (№ 3.036.001)-83 и с блоками сопряжения (усилителями) ВС-2 ТУ 25-1616 (№ 5.032.0171-85).

## I. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

I.1. Внешний осмотр (п. 6.1.)

I.2. Опробование (п. 6.2.)

I.3. Определение метрологических характеристик (п. 6.3.)

## 2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться следующие средства поверки:

2.1. Трубопоршневая установка (в дальнейшем - ТПУ), в диапазон расходов которой входит диапазон расходов поверяемых преобразователей I разряда по ГОСТ 8.510-85 (с погрешностью не более 0,08 %).

2.2. Термометр 4-Б2 ГОСТ 215-73 с диапазоном измерения от 0°C до 55°C с ценой деления 0,1°C - I шт.

2.3. Термометр метеорологический стеклянный ГОСТ 112-76Е - I шт.

2.4. Манометр класса точности I,0-I,5 по ГОСТ 8625-77 - I шт. с верхним пределом измерения до 1,6 МПа.

2.5. Допускается применение других средств измерений с характеристиками, не уступающими указанным.

Все средства измерений должны быть поверены (аттестованы) органами метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации) или оттиски поверительных клейм.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1. К поверке и обработке ее результатов допускаются поверители со среднетехническим образованием, имеющих:

- опыт метрологической поверки приборов;
- допуск к работе с электроизмерительными приборами.

3.2. Перед проведением измерений при поверке поверитель должен изучить эксплуатационную документацию на поверочные установки и поверяемые турбинные преобразователи, а также пройти инструктаж по технике безопасности.

### 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

4.1. Все электрические цепи должны быть надежно соединены и заземлены в соответствии с требованиями, изложенными в эксплуатационной документации.

4.2. При проведении поверки должны соблюдаться все меры безопасности, установленные для работ с приборами, работающими под давлением, в соответствии с "Правилами безопасности в нефтедобывающей промышленности" утвержденных Госгортехнадзором 31 января 1974 года.

4.3. При поверке турбинные преобразователи не оказывают вредных воздействий на окружающую среду.

## 5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

5.1. Поверку преобразователей проводят на поверочной установке с использованием в качестве рабочей жидкости технической или питьевой воды по ГОСТ 2874-73. На установке воспроизводят диапазон расходов поверяемого преобразователя, конструкцию и размеры приемных участков. Принципиальная схема поверочной установки приведена на рис. I.

5.2. Условия поверки должны находиться в пределах условий эксплуатации, указанных в эксплуатационной документации преобразователей, ТПУ и других средств измерений, используемых при поверке.

5.3. Поверочная жидкость - вода с параметрами:  
температура,  $^{\circ}\text{C}$  - от 5 до 45;  
давление, МПа - до 1,0.

5.4. Изменение выходного сигнала турбинного преобразователя по частоте от установленного значения в процессе поверки не должно превышать  $\pm 2,0\%$ .

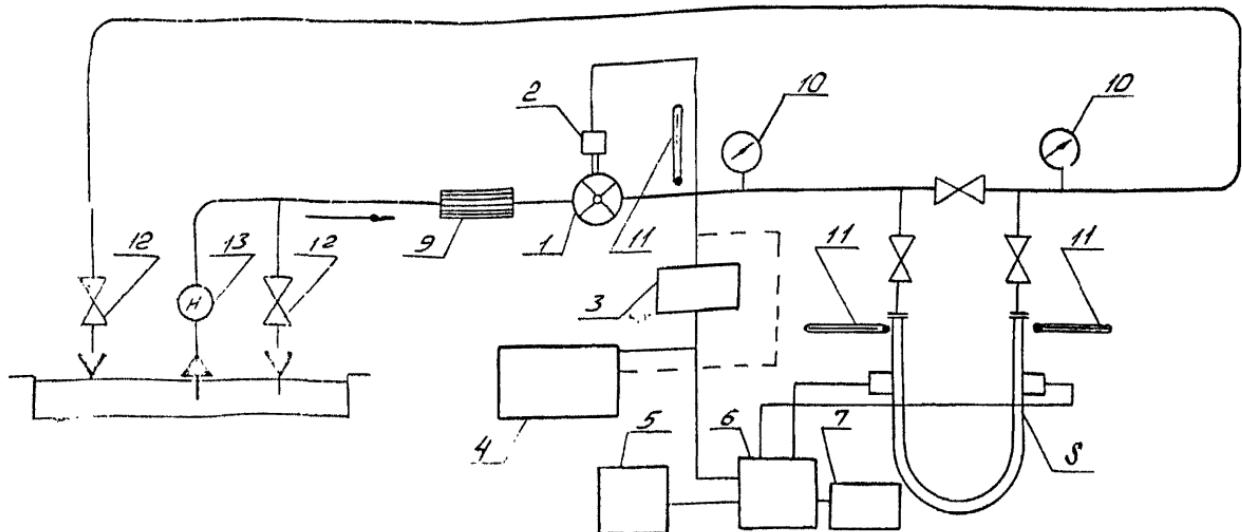
## 6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

6.1. Проверка наличия действующих свидетельств о поверке (аттестации) средств измерений или оттисков поверительных клейм и свидетельства о последней поверке преобразователя.

6.2. Проверка правильности монтажа средств измерений и поверяемого преобразователя в соответствии с требованиями эксплуатационной документации и схемы (см. рис. I.).

### Схема монтажа средств измерений при подъёме



Pyc. 1

1. Трубопроводный преобразователь. 2. Передающий преобразователь. 3. Блок сопротивления (усилитель).  
4. Цифровой прибор „Сандар-72”. 5. Блок питания БП5-21. 6. Блок управления входом.  
7. Цифровой прибор „ПОРА-79М”. 8. Трубопроводная установка. 9. Струевыпрямитель. 10. Манометр.  
11. Термометры. 12. Задвижки для регулирования расхода. 13. Насос.

6.3. Проверка герметичности системы, состоящей из поверяемого преобразователя, ТПУ, задвижек и соединительных трубопроводов.

6.3.1. Проверку герметичности всех задвижек, через которые возможны протечки, искажающие результат измерений при поверке, производят при помощи контрольных венцов, ввернутых в нижнюю часть корпусов задвижек или установленных на соответствующих участках трубопроводов, или другим методом.

6.3.2. Систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 5 минут не наблюдается: гечи или появление капель воды в соединениях на участке от турбинного преобразователя до выхода с ТПУ, а также падения давления до контрольному манометру.

6.4. Подготовка средств измерений к работе согласно эксплуатационной документации.

6.5. Опробовать ТПУ в соответствии с эксплуатационной документацией.

6.6. Удалить воздух из ТПУ и стабилизировать температурный режим жидкости и стенок ТПУ.

1) удалить воздух из ТПУ, открыв воздушные вентили на ТПУ;

2) пропустить в течение 10 минут поток жидкости через турбинный преобразователь и ТПУ, после чего температурный режим считается установленным;

3) произвести 2-3 пробных пуска зерна ТПУ на любой точке диапазона расхода турбинного преобразователя и проверить работу всей системы.

## 7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 7.1. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено

соответствие поверяемого преобразователя следующим требованиям:

- на преобразователе не должно быть механических повреждений и дефектов покрытий, ухудшающих его внешний вид и препятствующих его применению;
- надписи и обозначения на преобразователе должны быть четкими и соответствовать паспорту.

## 7.2. Опробование

7.2.1. Опробовать поверяемый преобразователь путем проверки поступления сигналов от блока сопряжения БС-2 по обоим выходным каналам (выход на цифровой прибор <sup>воды</sup> 39- и выход на внешние устройства). Для этого изменения расхода воды  $\pm 10\%$  (в пределах рабочего диапазона), следить за изменением показаний цифрового прибора Сапфир-Э2.

## 7.3. Определение метрологических характеристик

7.3.1. Определение метрологических характеристик произвести в точках 20, 60, 100 % от верхнего предела диапазона расходов турбинного преобразователя.

Расход поверочной воды устанавливает по частоте выходного сигнала турбинного преобразователя следующим образом:

- установить любое значение расхода из рабочего диапазона преобразователя и произвести 3 раза замер шарового поршня ТПУ;
- снять показания цифрового прибора "Сапфир-Э2", термометров;
- определить среднее значение коэффициента преобразования  $K$ ,  $\text{имп}/\text{m}^3$ .

$$\bar{K} = \frac{\sum N_i}{3 V_0} \quad , \quad (I)$$

где:  $V_0$  - объем калиброванного участка ТПУ (из свидетельства об аттестации);

$N_i$  - количество импульсов.

Если значение  $\bar{K}$  по каждому выходному каналу меньше нормированного значения, то турбинный преобразователь возвращается на доработку. Если значение  $\bar{K}$  не менее нормированного, то поверка турбинного преобразователя продолжается.

Определить частоту

$$f = \frac{Q \cdot \bar{K}}{3600} \quad , \quad (2)$$

где:  $Q$  – значение расхода, поверяемой в точке диапазона расхода турбинного преобразователя,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

По полученному значению частоты окончательно установить требуемое значение расхода с отклонением не более  $\pm 2\%$ . Произвести пуск шарового поршня ТПУ. Показания цифрового прибора "Салкир-Э2", термометров заносят в протокол поверки (приложение 1).

Произвести не менее II измерений.

Если результаты измерений вызывают сомнение в отношении соответствия их закономерному ряду, то число измерений довести до 13.

## 8. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Обработку результатов наблюдений при измерениях произвести в следующей последовательности:

8.1. Проанализировать результаты, вызывающие сомнение в отношении соответствия их закономерному ряду, и выявить грубые погрешности по методу, приведенному в ГОСТ II.002-73, раздел 2. Если количество оставшихся измерений менее II, то измерения повторить по п. 7.3.1.

8.2. Вычислить значение коэффициента преобразования для каждого измерения в выборке.

$$K_i = \frac{N_i}{V_i} \quad , \quad (3)$$

где  $N_i$  - количество импульсов, накопленные за  $i$ -тое измерение;

$V_i$  - объем поверочной жидкости, прошедшей через ТПУ.

$$V_i = V_0 \cdot K_{tjk} \cdot K_{ty}, \quad (4)$$

где:  $K_{tjk} = 1 + \beta_b (t_{pr} - t_{TPI}), \quad (5)$

где:  $\beta_b$  - коэффициенты объемного расширения воды,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

$\beta_b = 1,5 \cdot 10^{-4}$  в интервале температур от 10 до  $20^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta_b = 3,02 \cdot 10^{-4}$  в интервале температур от 20 до  $40^{\circ}\text{C}$ ;

$\beta_b = 4,5 \cdot 10^{-4}$  в интервале температур от 40 до  $60^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{pr}$  - температура воды у турбинного преобразователя,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{TPI}$  - среднее значение температуры жидкости в ТПУ,  $^{\circ}\text{C}$ .

Примечание: Если разность температур ( $t_{pr} - t_{TPI}$ )  $\leq 0,2^{\circ}$ , то коэффициентом  $K_{tjk}$  пренебрегают, т.е. его принимают равным 1.

$$K_{ty} = 1 + 3\alpha (t_y - 20), \quad (6)$$

где:  $\alpha$  - коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка ТПУ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

$\alpha = 11,2 \cdot 10^{-6}$  - для углеродистой стали;  $\alpha = 11,0 \cdot 10^{-6}$  - для легированной стали;  $\alpha = 16,6 \cdot 10^{-6}$  - для нержавеющей стали;

$t_y$  - температура стенок калиброванного участка ТПУ,  $^{\circ}\text{C}$ , принимается равной среднему значению температуры воды в ТПУ.

8.3. Вычислить среднее значение коэффициента преобразования

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n}, \quad (7)$$

где  $K_i$  - значение коэффициента преобразования при  $i$ -ом измерении, имп./ $\text{m}^3$ ;

$n$  - число измерений.

8.4. Определить относительную основную погрешность преобразователя, %.

$$\Delta_o = \theta_o + t_{\alpha} \cdot S_o(K_p), \quad (8)$$

где  $\theta_o$  - систематическая составляющая относительной основной погрешности турбинного преобразователя.

$$\theta_o = \theta_{tru}, \quad (9)$$

где  $\theta_{tru}$  - систематическая составляющая относительной основной погрешности ТИУ, % (из свидетельства о поверке (аттестации));

$t_{\alpha}$  - квантиль распределения Стьюдента;

$S_o(K_p)$  - оценка суммарного относительного среднего квадратического отклонения (СКО) коэффициента преобразования, % определяют по формуле

$$S_o(K_p) = \sqrt{\frac{S_o^2(V_n)}{n} + S_o^2(K)}, \quad (10)$$

где  $S_o(V_n)$  или  $S_o(V_0)$  - оценка относительного СКО объема калиброванного участка ТИУ, % (из свидетельства о поверке (аттестации));

$S_o(K)$  - оценка относительного СКО коэффициента преобразования, %, определяют по результатам измерений по п. 6.3.1. по формуле:

$$S_o(K) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K - K_p)^2}{n-1}} \cdot \frac{100}{K_p}, \quad (11)$$

Примечание: Если  $S_o(K) \geq S_o(V_n)$ , то слагаемым

$\frac{S_o^2(V_n)}{n}$  в формуле (10) пренебрегают и принимают  $S_o(K_p) = S_o(K)$ .

Значение при доверительной вероятности 0,95 определяют по таблице,

Таблица

п-1	12	13	14	15	16	17	18	19	10	11	12	13
$t_{\alpha}$	14,3	13,18	12,77	12,57	12,45	12,36	12,23	12,26	12,23	12,21	12,18	12,16

8.5. Значение относительной основной погрешности преобразователя, определенное по формуле (8) в точках 20, 60, 100 % от верхнего предела диапазона расхода, не должно быть более предела основной относительной погрешности  $\pm 0,08 \%$ .

8.6. При соблюдении требований по п.п. 6.1; 6.2; 6.3; 7.2; 7.4., результаты поверки считают положительными, а при несоблюдении хотя бы одного пункта - отрицательными.

## 9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1. Результаты поверки оформляют протоколом (приложение I).

9.2. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленной формы (приложение 2), на лицевой стороне которого указывают, что преобразователь на основании результатов государственной поверки признан годным и допущен к применению с погрешностью  $\pm 0,08 \%$ .

В графе "пределы изменения" указывают рабочий диапазон расходов поверенного преобразователя. На обратной стороне свидетельства указывают результаты в режиме поверки:

- коэффициент преобразования  $\text{имп}/\text{м}^3$
- погрешность турбинного преобразователя %
- род поверочной жидкости - вода
- номер и год комплектующих преобразователей
- индукционного передающего преобразователя...
- блока сопротивления БС-2 ...
- подпись поверителя, скрепленная оттиском поверительного клейма.

9.3. При отрицательных результатах поверки турбинный преобразователь к применению не допускают, а возвращают в производство для устранения дефектов с последующим предъявлением

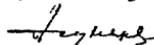
на повторную поверку.

9.4. При отрицательных результатах поверки турбинного преобразователя, находящегося в эксплуатации к применению не допускают, клеммо предыдущей поверки гасится и в паспорте делается запись о непригодности его к применению.

Руководитель темы:

 R.G. Ахунинов

Исполнители:

 Г.И. Шитков  
 R.G. Ахунинов

Руководитель темы, к.т.н.

 И.А. Мусин

Исполнители:

 В.И. Родионов  
 Ю.Б. Ртищев

ПРИЛОЖЕНИЕ I  
(Обязательное)

ПРОТОКОЛ

проверки турбинного преобразователя

Тип Ду мм Ру МПа

Комплектующие \_\_\_\_\_

Зав.номер Дата выпуска

Передающий преобразователь

Рабочая среда вода

Зав.номер год

Температура окружающего воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  \_\_\_\_\_

Блок сопряжения БС-2 зав.№ год

У преобразователя у ТПУ \_\_\_\_\_

Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Тип ТПУ	Зав.№ ТПУ	$V_n$ $\text{м}^3$	D, мм	S мм	E, МПа	H	$\alpha_{\text{C-I}}$	$\alpha_{\text{C-II}}$	$\theta$ , %	$S_{\text{v}}$ (%)

Расход, % частота, Гц	Темпера- тура преобразо- вателя, $^{\circ}\text{C}$	Средняя температура воды в ТПУ, $^{\circ}\text{C}$	Давление в ТПУ, кг $\text{см}^2$	Поправочные коэффициенты $K_{\text{ж}}$	$V_n$ , м $^3$	N <sub>2</sub> , имп	K <sub>р</sub> , имп/м $^3$	$(K-K_p)$ , имп/м $^3$	$\zeta_{\text{C}}(K)$ , % $^2$	$\Delta_{\text{C}}$ , %
1	1	3	4	5	6	17	18	9	10	II
2	2	4	5	6	7	19	20	11	12	III
3	3	5	6	7	8	21	22	12	13	IV
4	4	6	7	8	9	23	24	13	14	V
5	5	7	8	9	10	25	26	14	15	VI

Подпись госпроверителя \_\_\_\_\_

Дата "\_\_\_" 198\_\_\_ г.

## Форма

(наименование учреждения)

СВИДЕТЕЛЬСТВО №  
0

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРКИ

Счетчик нефти и нефтепродуктов турбинный "НОРД-4"  
(наименование прибора)

с пределами изменения расхода от 200 м<sup>3</sup>/ч до 1000 м<sup>3</sup>/ч  
 с пределами изменения вязкости от 0,10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>/с до 20·10<sup>-6</sup> м<sup>2</sup>/с  
 типа НОРД-4-200-4,0 ТУ 25-1516(на 1.450.620)-85  
 изготовлен Октябрьским филиалом ВНИИ нефтегаз  
 на основании результатов государственной поверки признан  
 годным и допущен к применению с погрешностью  $\pm 0,1\%$

Испытательный лаборатории  
государственного надзора

И.И. Государственный поверитель

" " г.

Форма

-----  
(наименование учреждения)

СВИДЕТЕЛЬСТВО №\_\_\_\_\_  
0

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АДМИНИСТРАТИВНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

Счетчик нефти и нефтепродуктов турбинный "НПР-4"  
(наименование прибора)

с пределами изменения расхода от 300 м<sup>3</sup>/ч до 1500 м<sup>3</sup>/ч  
с пределами изменения вязкости от 0,05-10<sup>2</sup> кг/с до 20-10<sup>2</sup> кг/с  
типа НПР-4-250-0,3 ТУ 25-1915(на 1.430.020)-85  
изготовлен Октябрьским филиалом ВНИИКАнертегаз  
на основании результатов государственной поверки признан  
годным и допущен к применению с погрешностью ±0,1%

Начальник лаборатории  
государственного надзора

М.И. Государственный поверитель

"\_\_\_" 19\_\_\_\_г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
(Обязательное)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ОСНОВНОЙ ПОГРЕШНОСТИ  
СЧЕТЧИКА ПРИ ПОВЕРКЕ НА МИНИМАЛЬНОМ ОБЪЕМЕ  
ПРИ МИНИМАЛЬНОМ РАСХОДЕ

Проверку счетчика проводят на поверочной установке по схеме, представленной на рис. 1.

Блок-схема электрических соединений счетчика при поверке на минимальном объеме при минимальном расходе приведена на рис. 2.

Другие условия поверки должны соответствовать разделу 5 настоящей методики поверки. Устанавливают расход рабочей среды, равный 20 % от верхнего предела диапазона расходов, с отклонением выходного сигнала турбинного преобразователя по частоте не более  $\pm 2,0\%$  в соответствии с требованиями раздела 7 настоящей методики. На цифровом приборе "НОРД-Э9М" выставляется коэффициент  $0,1 \text{ м}^3$ .

Производится 20 - кратный пуск шарового поршня ТПУ.

После каждого цикла снимают показания приборов и определяют значение объема поверочной жидкости, прошедшей через ТПУ.

Определяют относительную основную погрешность счетчика по формуле

$$\Delta_o = \frac{V_{cy} - \sum_{i=1}^{n-1} V_i}{\sum_{i=1}^{n-1} V_i} \quad , \text{ где}$$

$V_{cy}$  — показания цифрового прибора "НОРД-Э9М"

$n-1$  — количество циклов прохождения шарового поршня ТПУ.

Значение погрешности не должно превышать  $\pm 0,1\%$ .

Результаты поверки оформляют протоколом (приложение 4).

Блок-схема электрических соединений счетчика при поверке  
на минимальном объеме при минимальном расходе

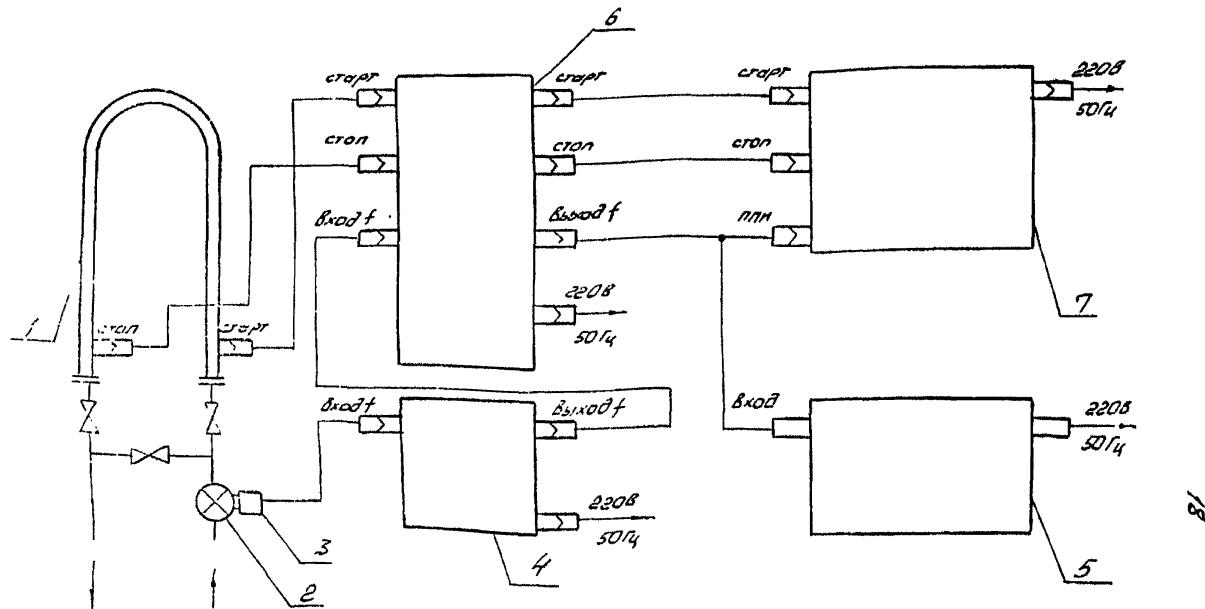


Рис. 2

1/2. Гидравлическая установка. 2. Турбинный преобразователь. 3. Передающий преобразователь  
4. Блок сопряжения БС-2. 5. Цифровой прибор МОР1-Э917. 6. Блок управления вводом.  
7. Цифровой прибор "Сапфир-Э2."

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

HISTORICAL

#### проверки счетчика "НОРД-4"

## Определение относительной основной погрешности счетчика при работе на минимальном объеме при минимальном расходе

Тип Ду мм Ру МПа Комплектующие Передающий преобразователь НОРД ИБ-4  
 Зав. № Дата выпуска Зав. № год  
 Рабочая среда Блок сопряжения БС-2 Зав. № год  
 Вязкость рабочей среды,  $\text{м}^2/\text{с}$   $10^{-6}$   
 Место проведения исследований

Тип ТНУ	Зав. № ТНУ	$V_{n_3}$ , м <sup>3</sup>	$A_s$ , м <sup>2</sup>	$S_s$ , м <sup>2</sup>	$E_s$ , МПа	$\mu$	$d, \text{мм}$	$B, \text{мм}$	$F, \text{мм}$	$\sigma_{0.2}$ , %	$S_{0.2} \sigma_{0.2}$ , %
---------	------------	----------------------------	------------------------	------------------------	-------------	-------	----------------	----------------	----------------	--------------------	----------------------------

Подпись госпроверителя

Дата " " 19 г.