

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

Всесоюзный ордена Трудового Красного Знамени институт  
физико-технических и радиотехнических измерений

(ВНИИСТРИ)

Казанский филиал

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Государственная система обеспечения  
единства измерений

Преобразователи объема турбинные  
счетчиков нефти и нефтепродуктов

"НОРД-4"

Методика поверки

ИИ...1241.-86

Октябрьский, 1986

РАЗРАБОТАНЫ Октябрьским филиалом Всесоюзного научно-исследовательского и проектно-конструкторского института комплексной автоматизации нефтяной и газовой промышленности (ОФ ВНИИКИ-нефтегаз) Министерства приборостроения, средств 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 ВНИИЭПИ.

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

УТВЕРЖДЕНЫ Казанским филиалом ВНИИЭПИ

\_\_\_\_\_ 198 г.

Настоящие методики <sup>от не указанных</sup> 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-4И5-4 ТУ 25-16 (Ха 3.036.001)-83 и с блоками сопряжения (усилителями) БС-2 ТУ 25-1616 (Ха 5.032.017)-85.

## 1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться следующие операции:

- 1.1. Внешний осмотр (п. 6.1.)
- 1.2. Опробование (п. 6.2.)
- 1.3. 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°С до 55°С с ценой деления 0,1°С - 1 шт.
- 2.3. Термометр метеорологический стеклянный ГОСТ 112-76Е - 1 шт.
- 2.4. Манометр класса точности 1,0-1,5 по ГОСТ 8625-77 - 1 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 2574-73. На установке воспроизводят диапазон расходов поверяемого преобразователя, конструкции и размеры прямых участков. Принципиальная схема поверочной установки приведена на рис. 1.

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, °С — 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  $\pm 2,0\%$ .

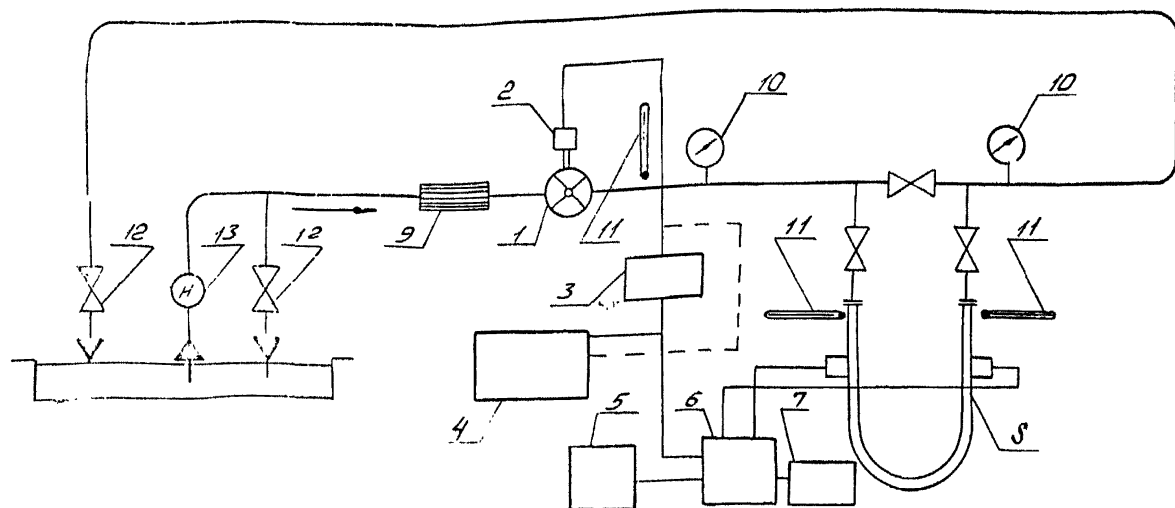
## 6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

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. 1.).

*Схема монтажа средств измерений  
при поверке*



*Рис.1*

- 1 Турбинный преобразователь. 2. Передающий преобразователь. 3. блок сопряжения (усилитель)  
4. Цифровой прибор "Солфид-32". 5. блок питания БП5-21. 6. блок управления входом  
7. Цифровой прибор "МОРД-39М". 8. Трубопарная установка. 9. Струевыпрямитель. 10. Манометры  
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 результаты измерений при поверке, производят при помощи контрольных вентилей, 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 течи или появления капель воды в соединениях на участке от турбинного преобразователя до выхода с ТПУ, а также падения давления по контрольному манометру.

6.4. Подготовка средств измерений к работе согласно эксплуатационной документации.

6.5. Спробовать 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 установившимся;

3) произвести 2-3 пробных пуска турбины 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 преобразователях 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>нода</sup> ВЭЗ и выход на внешние устройства). Для этого изменяя расход 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 устанавливается по частоте выходного сигнала турбинного преобразователя следующим образом:

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

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^3 N_i}{3V_0}, \quad (I)$$

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, м<sup>3</sup>/ч;

По полученному значению частоты окончательно установить требуемое значение расхода с отклонением не более  $\pm 2\%$ . Произвести пуск шарового поршня ТПУ. Показания цифрового прибора "Сафир-32", термометров заносит в протокол поверки (приложение1).

Произвести не менее II измерений.

Если результаты измерений вызывают сомнение в отношении соответствия их закономерному ряду, то число измерений довести до I3.

## 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.

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

$$\text{где: } K_{tж} = 1 + \beta_B (t_{np} - t_{TPY}), \quad (5)$$

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 $^{\circ}\text{C}$ ;

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

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

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

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

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;

$ty$  - 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,  $\text{имп}/\text{м}^3$ ;

$n$  - 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.

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

где  $\theta_{гпу}$  – систематическая составляющая относительной основной погрешности ТПУ, % (из свидетельства о поверке (аттестации));

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

$S_o(K_p)$  – оценка 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  $S_o(V_o)$  – оценка относительного СКО объема калиброванного участка ТПУ, % (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	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$t_{\alpha}$	14,3	13	12,8	12,77	12,75	12,74	12,73	12,72	12,71	12,7	12,69	12,68	12,67

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 записывают, 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 оборотной стороне свидетельства указывают результаты в режиме поверки:

- коэффициент преобразования имп/м<sup>3</sup>
- погрешность турбинного преобразователя %
- род поверочной жидкости — вода
- номер и год комплекующих преобразователей
- индукционного передающего преобразователя...  
блока сопряжения БС-2 ...
- подпись поверителя, скрепленная оттиском поверительного клейма.

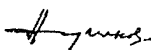
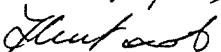
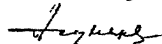
9.3. При отрицательных результатах поверки турбинный преобразователь к применению не допускают, а возвращают в производство для устранения дефектов с последующим предъявлением

на повторную поверку.

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


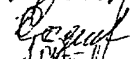
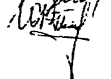
Руководитель темы:

Исполнители:

 Р.Г. Ахуниев  
 Q.I. M. Тахов  
 Р.Г. Ахуниев

Руководитель темы, к.т.н.

Исполнители:

 И.А. Мусин  
 В.И. Родионов  
 Ю.Б. Ртицев

# ПРИЛОЖЕНИЕ I

(Обязательное)

## ПРОТОКОЛ

поверки турбинного преобразователя

Тип \_\_\_\_\_ Ду \_\_\_\_\_, мм Ру \_\_\_\_\_ МПа

Зав.номер \_\_\_\_\_ Дата выпуска \_\_\_\_\_

Рабочая среда \_\_\_\_\_ вода \_\_\_\_\_

Температура окружающего воздуха, °C \_\_\_\_\_

У преобразователя \_\_\_\_\_ у ТПУ \_\_\_\_\_

Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Комплектующие \_\_\_\_\_

Передающий преобразователь

Зав.номер \_\_\_\_\_ год \_\_\_\_\_

Блок сопряжения БС-2 зав.№ \_\_\_\_\_ год \_\_\_\_\_

Тип ТПУ	Зав.№ ТПУ	$V_n$ м³	Д, мм	S мм	Е, МПа	Н	$\alpha_{C-I}$ °C	$\beta_{C-I}$ °C	$\theta_0$ %	$S_n(V_n)$ %

Расход, % частота, Гц	Темпера- тура у преобразо- вателя, °C	Средняя температу- ра воды в ТПУ, °C	Давление МПа в ТПУ в ТП	Поправочные коэффициенты $K_{tж}$ $K_{ty}$	$V_3$ м³	$N_i$ имп	$K_i$ имп/ м	$K_p$ имп/ м³	$(K-K_p)$ имп/м³	$(K-K_p)^2$	$S(K)$ %	$S(K_p)$ %	$\Delta_0$ %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Подпись госповерителя \_\_\_\_\_

Дата " \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 198 \_\_\_\_ г.

Форма

-----  
(наименование учреждения)

СВИДЕТЕЛЬСТВО № \_\_\_\_\_

0

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОВЕРКЕ

Счетчик нефти и нефтепродуктов турбинный "НОРД-1"

(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  $0 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с до  $20 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с

типа НОРД-1-200-4,0 ТУ 25-1016(на 1.450.020)-85

изготовлен Октябрьским филиалом ВНИИ Нефтегаз

на основании результатов государственной поверки признан

годным и допущен к применению с погрешностью  $\pm 0,1\%$

Начальник лаборатории  
государственного надзора

М.п. Государственный поверитель

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_ г.

форма

-----  
 (наименование учреждения)

СВИДЕТЕЛЬСТВО № \_\_\_\_\_

0

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАДЗОРА

Счетчик нефти и нефтепродуктов турбинный "ТНР-1"  
 (наименование прибора)

с пределами изменения расхода от  $3000 \text{ м}^3/\text{ч}$  до  $15000 \text{ м}^3/\text{ч}$

с пределами изменения вязкости от  $8 \cdot 10^{-3} \text{ с/с}$  до  $20 \cdot 10^{-3} \text{ с/с}$   
 типа НОР-4-250-0,3 ТУ 25-1010 (ка 1.430.020)-СЗ

изготовлен Октябрьским филиалом ВНИИ Нефтегаз

на основании результатов государственной поверки признан  
 годным и допущен к применению с погрешностью  $\pm 0,1\%$

Начальник лаборатории  
 государственного надзора

М.п. Государственный поверитель

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_ г.



ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
(Обязательное)

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

Поверку 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-ЭЭМ" выставляется коэффициент 0,1 м<sup>3</sup>.

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

$$\Delta_o = \frac{V_{сч} - \sum_{i=1}^{n-20} V_i}{\sum_{i=1}^{n-20} V_i}, \text{ где}$$

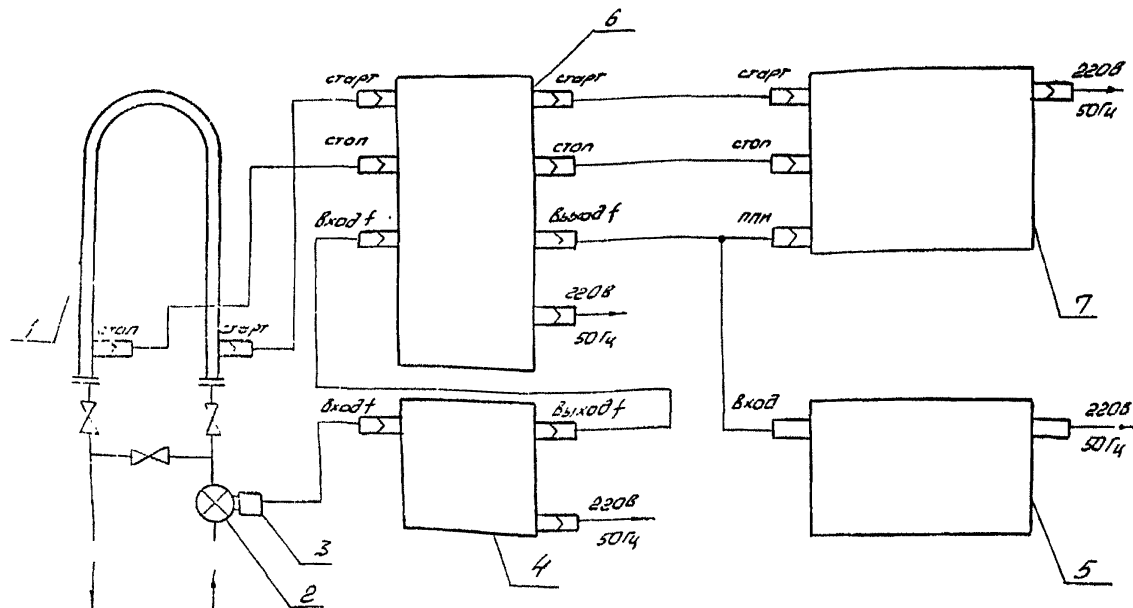
$V_{сч}$  - показания цифрового прибора "НОРД-ЭЭМ"

$n-20$  - 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 проверке на минимальном объеме при минимальном расходе



*Puc. 2*

1. Радиотехническая установка. 2. Турбинный преобразователь. 3. Передающий преобразователь  
4. Блок сопряжения БС-2. 5. Цифровой прибор "НОРД-ЭЭМ". 6. Блок управления входом.  
7. Цифровой прибор "Салфур-ЭЭ".

## ПРОТОКОЛ

## поверки 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 И5-4  
Зав. № \_\_\_\_\_ Дата выпуска \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_ год  
Рабочая среда \_\_\_\_\_ Блок сопряжения БС-2 Зав. № \_\_\_\_\_ год  
Вязкость рабочей среды,  $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$  \_\_\_\_\_  
Место проведения исследований \_\_\_\_\_

Тип ТПУ	Зав. № ТПУ	$V_0$ , м <sup>3</sup>	$D$ , мм	$S$ , мм	$E$ , МПа	$M$	$\alpha$ , °	$\beta$ , °	$\gamma$ , °	$F$ , МПа	$\sigma_0$ , %	$S_0(V_0)$ , %

Расход, частота, Гц	Температура среды в пре- образова- теле	Средняя темпера- тура среды в ТП, °С	Давление, МПа		Поправочные коэффициенты				V <sub>i</sub> , м <sup>3</sup>	Показания прибора "НОРД-53М" V <sub>сч</sub> , м <sup>3</sup>	$\Delta_0 = \frac{V_{сч} - \sum_{i=1}^{10} V_i}{\sum_{i=1}^{10} V_i} \cdot 100\%$
			ТПВ	ТП	K <sub>tж</sub>	K <sub>рж</sub>	K <sub>ру</sub>	K <sub>ту</sub>			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Подпись госповерителя \_\_\_\_\_

Дата " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 19 \_\_ г.