

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»
(ФГУП «ВНИИР»)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП «ВНИИР»
по научной работе

М.С. Немиров
« 21 » 2005 г.



РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплекс измерительно-вычислительный ИМЦ-03

Методика поверки

МИ 2587 2005

Казань – 2005 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАНА	ЗАО «ИМС Инжиниринг»
ИСПОЛНИТЕЛИ:	Усманов Р.Х., Аблина Л.В., Приймак Е.Н.
2 РАЗРАБОТАНА	ФГУП ВНИИР
ИСПОЛНИТЕЛИ:	Проккоев В.В., Шуляк Л.Я., Анисимова Е.А.
3 УТВЕРЖДЕНА	ФГУП ВНИИР 21.09.2005 г.
4 ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ФГУП ВНИИМС 02.12.2005 г.
4 ВЗАМЕН	МИ 2587-2000

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена без разрешения ЗАО «ИМС Инжиниринг» и ФГУП ВНИИР.

Содержание

1 Область применения	1
2 Обозначения и сокращения.....	1
3 Операции поверки.....	2
4 Средства поверки	3
5 Требования безопасности.....	3
6 Условия поверки	3
7 Подготовка к поверке	3
8 Проведение поверки	4
9 Обработка результатов измерений	8
10 Оформление результатов поверки.....	15
Приложение А Схемы подключения УПВА к ИВК	16
Приложение Б Форма протокола поверки ИВК.....	18
Приложение В Форма протокола проверки алгоритмов вычислений ИВК.....	22
Приложение Г Справочные данные	25
Библиография	27

Рекомендация

Государственная система обеспечения единства измерений.

Комплекс измерительно-вычислительный ИМЦ-03.

Методика поверки.

МИ 2587-2005

1 Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на комплекс измерительно-вычислительный ИМЦ-03, предназначенный для преобразования входных электрических сигналов, поступающих от измерительных преобразователей, в значения величин (объем и масса жидких продуктов) и для определения метрологических характеристик преобразователей расхода.

Настоящая рекомендация устанавливает методику первичной и периодической поверок ИВК ИМЦ-03.

Межповерочный интервал: не более одного года.

2 Обозначения и сокращения

В настоящей рекомендации приняты следующие обозначения и сокращения:

продукт – нефть и нефтепродукты;

система учета – система измерений количества и показателей качества продукта;

ИВК – измерительно-вычислительный комплекс ИМЦ-03;

БИЛ – блок измерительных линий;

ИЛ – измерительная линия;

БИК – блок измерений показателей качества;

ГХ – градуировочная характеристика;

МХ – метрологические характеристики;

КМХ – контроль метрологических характеристик;

ПТ – преобразователь температуры;

ПД – преобразователь давления;

ПП – преобразователь плотности;

ПР – преобразователь расхода;

ПОР – преобразователь объемного расхода;

ПМР – преобразователь массового расхода;

ЭПР – эталонный преобразователь расхода;

ЭПОР – эталонный преобразователь объемного расхода;

ЭПМР – эталонный преобразователь массового расхода;

КПР – контрольный преобразователь расхода;

КПОР – контрольный преобразователь объемного расхода;

КПМР – контрольный преобразователь массового расхода;

ПУ – поверочная установка;

ТПУ – трубопоршневая поверочная установка;
 КП – компакт-прувер;
 УПВА – устройство для поверки вторичной аппаратуры.

3 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Обязательность проведения операций поверки определяется номенклатурой системы учета, в состав которой входит ИВК, и прикладными задачами, которые реализует ИВК в данной системе учета.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта рекомендации	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2 Опробование	8.2	Да	Да
3 Определение метрологических характеристик			
3.1 Определение погрешности измерений входных электрических сигналов:			
– постоянного тока;	8.3.1, 9.1.1	Да	Да
– периода и частоты импульсного сигнала;	8.3.2, 9.1.2	Да	Да
– количества импульсов;	8.3.3, 9.1.3	Да	Да
– количества импульсов за интервал времени;	8.3.4, 9.1.4	Да	Да
– отношения количества импульсов за интервал времени.	8.3.5, 9.1.5	Да	Да
3.2 Определение погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин:			
– объема продукта (для систем учета с ПОР);	9.2.1	Да	Да
– массы продукта (для систем учета с ПОР и ПП);	9.2.2.1	Да	Да
– массы продукта (для систем учета с ПМР);	9.2.2.2	Да	Да
– коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ);	9.2.3	Да	Да
– коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ).	9.2.4	Да	Да
4 Проверка алгоритмов вычислений:			
– температуры, давления, плотности продукта, объемной доли воды в продукте;	8.4.2	Да	Нет
– объема и массы продукта;	8.4.3	Да	Нет
– коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ПУ;	8.4.4	Да	Нет
– коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ЭПР (КПР).	8.4.5	Да	Нет

4 Средства поверки

При проведении поверки применяют следующие основные и вспомогательные средства поверки:

- устройство для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов УПВА по ТУ 4221.011.11414740-2000;
- термометр метеорологический стеклянный по ГОСТ 112, диапазон измерений от 0 °C до 100 °C;
- психрометр аспирационный по ТУ 52-07-ГРПИ-405132-001-92.

Допускается применение других средств поверки с аналогичными или лучшими метрологическими характеристиками.

Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или поверительные клейма.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-016 РД 153-34.0-03.150-2000;
- Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- Требованиями безопасности при эксплуатации ИВК и применяемых средств поверки, приведенными в эксплуатационной документации.

5.2 К проведению поверки допускают лиц с техническим образованием не ниже среднего, аттестованных в качестве поверителя, имеющих группу по электробезопасности не ниже III, изучивших настоящую рекомендацию и эксплуатационную документацию на средства поверки и измерительно-вычислительный комплекс ИМЦ-03, прошедших инструктаж по технике безопасности.

6 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- напряжение питания, В от 198 до 242;
- частота питания переменного тока, Гц от 49,6 до 50,4;
- отсутствие вибраций, ударов и магнитного поля, кроме земного.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проверяют правильность монтажа ИВК в соответствии с документом «Комплекс измерительно-вычислительный ИМЦ-03. Альбом схем» из комплекта эксплуатационной документации на ИВК;
- включают и прогревают средства поверки и ИВК не менее 30 минут.

7.2 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений в ИВК вводят необходимые для вычислений данные.

Ввод данных выполняют руководствуясь документом «Комплекс измерительно-вычислительный ИМЦ-03. Руководство оператора» из комплекта эксплуатационной документации.

7.2.1 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений температуры, давления, плотности продукта и объемной доли воды в продукте (для систем учета сырой нефти) в ИВК вводят следующие данные:

- ГХ ПТ и ПД, установленных в ИЛ (для систем учета с ПОР);
- ГХ ПТ и ПД, установленных в БИК;
- ГХ ПТ и ПД, установленных на входе и выходе ПУ;
- ГХ ПТ и ПД, установленных в ИЛ с ЭПР (КПР) (для систем учета с ЭПОР (КПОР));
- ГХ ПП;
- ГХ влагомера.

7.2.2 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений объема и массы продукта в ИВК дополнительно вводят следующие данные:

- ГХ ПР.

7.2.3 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при проверке (КМХ) по ПУ в ИВК дополнительно вводят следующие данные:

- паспортные данные ПУ;
- характеристики материала стенок ПУ;
- ГХ ПТ для измерений температуры инварового стержня КП (для систем учета с КП).

7.2.4 При подготовке к проверке алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при проверке (КМХ) по ЭПР (КПР) в ИВК дополнительно вводят следующие данные:

- ГХ ЭПР (КПР).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого ИВК следующим требованиям:

- комплектность ИВК соответствует эксплуатационной документации ИВК;
- надписи и обозначения на ИВК четкие и соответствуют эксплуатационной документации;
- отсутствуют механические повреждения, препятствующие применению.

8.2 Опробование

При опробовании подключают имитатор сигналов первичных преобразователей (УПВА) и проверяют правильность прохождения сигналов в ИВК.

Подключения выполняют в соответствии со схемами, приведенными в приложении А. Изменяя сигналы имитатора, убеждаются в наличии их ввода и обработки, контролируя изменение значений параметров на дисплее ИВК.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение погрешности измерений постоянного тока проводят при наличии в системе учета преобразователей с токовыми выходами.

Определение погрешности измерений постоянного тока проводят для каждого токового входа ИВК при значениях тока 4, 12 и 20 мА (допускается задавать другие значения тока) в следующей последовательности:

- поочередно подключают токовый выход УПВА к токовым входам ИВК (см. рисунок А.1 приложения А);
- поочередно задают на токовом выходе УПВА вышеуказанные значения тока;
- проводят отсчет измеренных значений тока с дисплея ИВК;
- заносят полученные значения тока в таблицу 1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с 9.1.1.

8.3.2 Определение погрешности измерений периода и частоты импульсного сигнала проводят при наличии в составе системы учета преобразователей с частотными выходами.

Определение погрешности измерений периода и частоты импульсного сигнала проводят для всех импульсных входов ИВК при значениях периода 100 и 100000 мкс (допускается задавать другие значения периода) в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.2 приложения А;
- поочередно задают на частотном выходе УПВА вышеуказанные значения периода;
- проводят отсчет измеренных значений периода с дисплея ИВК;
- заносят полученные значения периода в таблицу 1.2 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят обработку результатов измерений периода в соответствии с 9.1.2.

8.3.3 Определение погрешности измерений количества импульсов проводят при наличии в составе системы учета ПР с импульсными выходами.

Определение погрешности измерений количества импульсов проводят для всех импульсных входов ИВК в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.3 приложения А;
- задают на выходе «N» УПВА количество импульсов не менее 100 000;
- задают на выходе «F4» УПВА значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- нажимают кнопку «Sa» УПВА;
- проводят отсчет значений количества импульсов с дисплея ИВК после погасания светодиода «N» УПВА;
- заносят полученные значения количества импульсов в таблицу 1.3 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят не менее трех измерений;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с 9.1.3.

8.3.4 Определение погрешности измерений количества импульсов за интервал времени проводят при наличии в составе системы учета ПР с импульсными выходами и ПУ.

Определение погрешности измерений количества импульсов за интервал времени проводят по любому импульсному входу ИВК в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.4 приложения А;
- задают на выходе «N» УПВА количество импульсов не менее 1000;
- задают на выходе «F4» УПВА значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- начинают измерение в ИВК;
- нажимают кнопку «Sa» УПВА. При имитации двунаправленной ТПУ после срабатывания выхода «Sb» УПВА нажимают кнопку «Sb» .
- проводят отсчет измеренных значений количества импульсов за интервал времени с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят полученные значения в таблицу 1.4 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят не менее трех измерений для каждой пары входов детекторов ПУ ИВК;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с 9.1.4.

8.3.5 Определение погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени проводят при наличии в составе системы учета ПР с импульсными выходами и одного или нескольких ЭПР (КПР) с импульсным выходом.

Определение погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени проводят по любым двум или более импульсным входам ИВК, в следующей последовательности:

- подключают УПВА к ИВК согласно рисунку А.5 или А.6 приложения А;
- задают на одном частотном выходе УПВА (имитация выходного сигнала рабочего ПР) значение частоты выходного сигнала 1000 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- задают на другом частотном выходе УПВА (имитация выходного сигнала ЭПР (КПР)) значение частоты выходного сигнала 1001 Гц (допускается задавать другие значения частоты);
- задают в ИВК время измерения или количество импульсов от ЭПР (КПР) за время измерения;
- начинают измерение в ИВК;
- проводят отсчет измеренных значений количества импульсов с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят полученные значения в таблицу 1.5 или 1.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;
- проводят не менее трех измерений;
- проводят обработку результатов измерений в соответствии с 9.1.5.

8.4 Проверка алгоритмов вычислений

8.4.1 Проверку алгоритмов вычислений ИВК проводят в режиме имитации входных электрических сигналов: в расчетах вместо измеренных значений ИВК использует введенные вручную фиксированные значения входных электрических сигналов, соответствующие средним значениям параметров в системе учета в соответствии с таблицей 2.

Для имитации преобразователей с токовым выходом в ИВК задают значение входного тока $I_{\text{ВХ}}$, мА.

Для имитации преобразователей с частотным выходом в ИВК задаются количество импульсов за цикл измерения ΔN , имп., и длительность цикла измерения ΔT , с. Из этих значений ИВК вычисляет значения частоты $f_{\text{ВХ}}$, Гц и периода входного сигнала $T_{\text{ВХ}}$, мкс.

Фиксированные значения входных сигналов определяют по ГХ имитируемых преобразователей.

Таблица 2

$t_{\text{ПР}}$, °C	$t_{\text{ПП}}$, °C	$t_{\text{ПУВХ}}$, °C	$t_{\text{ПУВХ}}$, °C	$t_{\text{ЭПР}}$, °C	$P_{\text{ПР}}$, МПа	$P_{\text{ПП}}$, МПа	$P_{\text{ПУВХ}}$, МПа	$P_{\text{ПУВХ}}$, МПа	$P_{\text{ЭПР}}$, МПа	$\rho_{\text{ПР}}$, кг/м ³
t_{CP}	$t_{\text{CP}} - 1$	$t_{\text{CP}} + 1$	$t_{\text{CP}} + 2$	$t_{\text{CP}} + 3$	P_{CP}	$P_{\text{CP}} + 0.1$	$P_{\text{CP}} - 0.1$	$P_{\text{CP}} - 0.2$	$P_{\text{CP}} - 0.3$	ρ_{CP}

Для всех ПР в ИВК устанавливают одинаковые коэффициенты преобразования (зависят от типа ПР). Допускается устанавливать разные коэффициенты преобразования ПР.

Расчетные значения проверяемых параметров вычисляют по формулам, приведенным в документе «Комплекс измерительно-вычислительный ИМЦ-03. Алгоритмы вычислений» из комплекта эксплуатационной документации.

8.4.2 Проверку алгоритмов вычислений температуры, давления, плотности продукта и объемной доли воды в продукте проводят в следующей последовательности:

- переключают ИВК в режим имитации;
- вводят в ИВК значения $I_{\text{ВХ}}$ для каждого токового входа, используемого для подключения преобразователей с токовым выходом;
- вводят в ИВК значения ΔN и ΔT для каждого импульсного входа, используемого для подключения преобразователей с частотным выходом;
- проводят отсчет вычисленных значений с дисплея ИВК;
- заносят результаты вычислений в таблицы 1 – 5 протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

8.4.3 Проверку алгоритмов вычислений объема (для систем учета с ПОР) и массы продукта проводят в следующей последовательности:

- вводят в ИВК значение количества импульсов N (не менее 10000) для каждого импульсного входа, используемого для подключения ПР;
- начинают счет импульсов в ИВК;
- проводят отсчет вычисленных значений объема и массы с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят результаты вычислений в таблицу 6 или 7 протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

8.4.4 Проверку алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ПУ проводят в следующей последовательности:

- удаляют в ИВК, если было ранее введено, количество импульсов N для каждого импульсного входа, используемого для подключения ПР;
- вводят в ИВК значения количества импульсов от ПР и время измерения (зависят от типа ПР);

- начинают измерение в ИВК;
- проводят отсчет вычисленного значения коэффициента преобразования ПР с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят результаты вычислений в таблицу 8, 9, 11 или 12 протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

8.4.5 Проверку алгоритмов вычислений коэффициента преобразования ПР при поверке (КМХ) по ЭПР (КПР) проводят в следующей последовательности:

- удаляют в ИВК, если было ранее введено, количество импульсов N для каждого импульсного входа, используемого для подключения ПР;
- вводят в ИВК значения количества импульсов от ПР и ЭПР (КПР) и время измерения (зависят от типа ПР и ЭПР (КПР));
- начинают измерение в ИВК;
- проводят отсчет вычисленного значения коэффициента преобразования ПР с дисплея ИВК после окончания измерения;
- заносят результаты вычислений в таблицу 10, 13 или 14 протокола проверки алгоритмов вычислений, форма которого приведена в приложении В.

8.4.6 Отклонение результатов вычислений ИВК от расчетных значений не должно превышать одной единицы младшего разряда.

9 Обработка результатов измерений

9.1 Определение погрешности измерений входных электрических сигналов

9.1.1 Определение погрешности измерений постоянного тока.

Абсолютную погрешность измерений постоянного тока по j -му токовому входу ИВК, при i -м измерении, Δ_{Iji} , мА, вычисляют по формуле

$$\Delta_{Iji} = I_{ji} - I_{di}, \quad (1)$$

где I_{ji} – измеренное значение тока по j -му токовому входу при i -м измерении, мА;

I_{di} – действительное значение тока при i -м измерении, мА.

Результаты вычислений заносят в таблицу 1.1 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б;

Абсолютная погрешность измерений постоянного тока по j -му токовому входу при i -м измерении не должна выходить за пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений постоянного тока $\Delta_{I_{IVK}}$, равные $\pm 0,015$ мА.

9.1.2 Определение погрешности измерений периода и частоты импульсного сигнала.

Относительную погрешность измерений периода импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении, $\delta_{Tji}\%$, вычисляют по формуле

$$\delta_{Tji} = \frac{T_{ji} - T_{di}}{T_{di}} \cdot 100, \quad (2)$$

где T_{ji} – измеренное значение периода по j -му импульсному входу при i -м измерении, мкс;

T_{di} – действительное значение периода при i -м измерении, мкс.

Результаты вычислений заносят в таблицу 1.2 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Относительную погрешность измерений частоты импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении, δ_{fji} , %, принимают равной относительной погрешности измерений периода импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении δ_{Tji} .

Относительная погрешность измерений периода импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности измерений периода импульсного сигнала, δ_{Tivk} , равные $\pm 0,002$ %.

Относительная погрешность измерений частоты импульсного сигнала по j -му импульсному входу при i -м измерении не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности измерений частоты импульсного сигнала, δ_{fivk} , равные $\pm 0,002$ %.

9.1.3 Определение погрешности измерений количества импульсов.

Относительную погрешность измерений количества импульсов по j -му импульсному входу при i -м измерении, δ_{Nji} , %, вычисляют по формуле

$$\delta_{Nji} = \frac{N_{ji} - N_{di}}{N_{di}} \cdot 100, \quad (3)$$

где N_{ji} – измеренное значение количества импульсов по j -му импульсному входу при i -м измерении, имп;

N_{di} – действительное значение количества импульсов при i -м измерении, имп.

Результаты вычислений заносят в таблицу 1.3 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Относительная погрешность измерений количества импульсов по j -му импульсному входу при i -м измерении не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов, δ_{Nivk} , равные $\pm 0,025$ %.

9.1.4 Определение погрешности измерений количества импульсов за интервал времени.

Относительную погрешность измерений количества импульсов за интервал времени при i -м измерении, δ_{NTi} , %, вычисляют по формулам

$$\delta_{NTi} = \frac{N_i - N_{di}}{N_{di}} \cdot 100, \quad (4)$$

где N_i – измеренное значение количества импульсов за интервал времени при i -м измерении, имп;

N_{di} – действительное количество импульсов за интервал времени, имп.

Результаты вычислений заносят в таблицу 1.4 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Относительная погрешность измерений количества импульсов за интервал времени не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов за интервал времени, δ_{NTivk} , равные $\pm 0,01$ %.

9.1.5 Определение погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени.

Относительную погрешность измерений отношения количества импульсов за интервал времени при i -м измерении, δ_{RNTi} , %, при одном ЭПР (КПР) вычисляют по формуле (5), при нескольких ЭПР (КПР) – по формуле (6).

$$\delta_{RNTi} = \frac{\left(\frac{N_{Pi}}{N_{\mathcal{E}i}} - \frac{f_p}{f_{\mathcal{E}}} \right)}{\left(\frac{f_p}{f_{\mathcal{E}}} \right)} \cdot 100, \quad (5)$$

$$\delta_{RNTi} = \frac{\left(\frac{N_{Pi}}{\sum_{k=1}^n N_{\mathcal{E}ki}} - \frac{f_p}{n \cdot f_{\mathcal{E}}} \right)}{\left(\frac{f_p}{n \cdot f_{\mathcal{E}}} \right)} \cdot 100, \quad (6)$$

где N_{Pi} – измеренное значение количества импульсов по импульсному входу для подключения рабочего ПР при i -м измерении, имп;

$N_{\mathcal{E}i}$ – измеренное значение количества импульсов по импульсному входу для подключения ЭПР (КПР) при i -м измерении, имп;

$N_{\mathcal{E}ki}$ – измеренное значение количества импульсов по импульсному входу для k -го ЭПР (КПР) при i -м измерении, имп;

f_p – установленное значение частоты на импульсном входе для подключения рабочего ПР, Гц;

$f_{\mathcal{E}}$ – установленное значение частоты на импульсном входе для подключения ЭПР, Гц;

n – количество ЭПР (КПР).

Результаты вычислений заносят в таблицу 1.5 или 1.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Относительная погрешность измерений отношения количества импульсов за интервал времени при i -м измерении не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени, δ_{RNTivk} , равные $\pm 0,01$ %.

9.2 Определение погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин

9.2.1 Определение погрешности преобразования входных сигналов в значение объема продукта.

Для систем учета с ПОР относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта δ_V , %, вычисляют по формуле

$$\delta_V = \delta_{NIVk}, \quad (7)$$

где δ_{NIVk} – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов (принимают равными $\pm 0,025$ %), %.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объема $\delta_{V_{ИВК}}$, равные $\pm 0,025 \%$.

9.2.2 Определение погрешности преобразования входных сигналов в значение массы продукта.

9.2.2.1 Для систем учета с ПОР и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта, δ_M , %, вычисляют по формулам

$$\delta_M = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{V_{ИВК}}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_{P_{\text{пр}}}^2}, \quad (8)$$

$$\delta_p = \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{ПП min}}} \cdot 100, \quad (9)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{t_{\text{ПП}}}^2 + \Delta_{t_{\text{пр}}}^2}, \quad (10)$$

$$\delta_{P_{\text{пр}}} = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{P_{\text{ПП}}}^2 + \Delta_{P_{\text{пр}}}^2}, \quad (11)$$

где $\delta_{V_{ИВК}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение объема продукта (принимают равными $\pm 0,025 \%$), %;

$\Delta \rho$ – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (29), для ПП с токовым выходом – по формуле (28)), $\text{кг}/\text{м}^3$;

$\rho_{\text{ПП min}}$ – минимальное возможное значение плотности продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$;

β_{max} – максимальное возможное значение коэффициента объемного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г), $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\Delta_{t_{\text{ПП}}}$, $\Delta_{t_{\text{пр}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерениях плотности продукта ПП и объема продукта ПОР соответственно (вычисляют по формуле (28)), $^{\circ}\text{C}$;

γ_{max} – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г), МПа^{-1} ;

$\Delta_{P_{\text{ПП}}}$, $\Delta_{P_{\text{пр}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерениях плотности продукта ПП и объема продукта ПОР соответственно (вычисляют по формуле (28)), МПа .

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.2.2 Для систем учета с ПМР относительную погрешность преобразования количества импульсов в значение массы продукта, δ_M , %, вычисляют по формуле

$$\delta_M = \delta_{N_{ИВК}}, \quad (12)$$

где $\delta_{N_{ИВК}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов (принимают равными $\pm 0,025 \%$), %.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.2.3 Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение массы продукта, $\delta_{\text{Мивк}}$, равные $\pm 0,05\%$.

9.2.3 Определение погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ).

9.2.3.1 При поверке (КМХ) ПОР по ПУ относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР, δ_{Kv} , %, вычисляют по формулам

$$\delta_{\text{Kv}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{NТивк}}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (13)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{\text{tны}}^2 + \Delta_{\text{tпр}}^2}, \quad (14)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{\text{Pны}}^2 + \Delta_{\text{Pпр}}^2}, \quad (15)$$

где $\delta_{\text{NТивк}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов за интервал времени (принимают равными $\pm 0,01\%$), %;

β_{max} – максимальное возможное значение коэффициента объемного расширения продукта, (определяют по таблице Г.1 приложения Г), $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\Delta_{\text{tны}}$, $\Delta_{\text{tпр}}$ – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение температуры продукта в ПУ и ПОР соответственно (вычисляют по формуле (28)), $^{\circ}\text{C}$;

γ_{max} – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г), МПа^{-1} ;

$\Delta_{\text{Pны}}$, $\Delta_{\text{Pпр}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта в ПУ и ПОР соответственно (вычисляют по формуле (28)), МПа.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.3.2 При поверке (КМХ) ПОР по ЭПОР (КПОР) относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР, δ_{Kv} , %, вычисляют по формулам

$$\delta_{\text{Kv}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{RNТивк}}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (16)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{\text{tэнпр}}^2 + \Delta_{\text{tпр}}^2}, \quad (17)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{\text{Pэнпр}}^2 + \Delta_{\text{Pпр}}^2}, \quad (18)$$

где $\delta_{\text{RNТивк}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (принимают равными $\pm 0,01\%$), %;

β_{max} – максимальное возможное значение коэффициента объемного расширения продукта, (определяют по таблице Г.1 приложения Г), $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\Delta_{\text{tэнпр}}$, $\Delta_{\text{tпр}}$ – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение температуры продукта в ЭПОР (КПОР) и ПОР соответственно (вычисляют по формуле (28)), $^{\circ}\text{C}$;

γ_{\max} – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г), МПа⁻¹;

$\Delta_{P_{\text{пр}}}$, $\Delta_{P_{\text{пр}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта в ЭПОР (КПОР) и ПОР соответственно (вычисляют по формуле (28)), МПа.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.3.3 Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР, $\delta_{K_{\text{в ИВК}}}$, равные $\pm 0,025\%$.

9.2.4 Определение погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ).

9.2.4.1 При поверке (КМХ) ПМР по ПУ и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР, $\delta_{K_{\text{М}}}$, %, вычисляют по формулам

$$\delta_{K_{\text{М}}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{N_{\text{ТИВК}}}^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_P^2}, \quad (19)$$

$$\delta_p = \frac{\Delta p}{\rho_{\text{ПП min}}} \cdot 100, \quad (20)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta_{t_{\text{пп}}}^2 + \Delta_{t_{\text{пн}}}^2}, \quad (21)$$

$$\delta_P = \pm 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta_{P_{\text{пп}}}^2 + \Delta_{P_{\text{пн}}}^2}, \quad (22)$$

где $\delta_{N_{\text{ТИВК}}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений количества импульсов за интервал времени (принимают равными $\pm 0,01\%$), %;

Δp – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (29), для ПП с токовым выходом – по формуле (28)), кг/м³;

$\rho_{\text{ПП min}}$ – минимальное возможное значение плотности продукта, кг/м³;

β_{\max} – максимальное возможное значение коэффициента объемного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г), °C⁻¹;

$\Delta_{t_{\text{пп}}}$, $\Delta_{t_{\text{пн}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объема продукта ПУ соответственно (вычисляют по формуле (28)), °C;

γ_{\max} – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г), МПа⁻¹;

$\Delta_{P_{\text{пп}}}$, $\Delta_{P_{\text{пн}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объема продукта ПУ соответственно (вычисляют по формуле (28)), МПа.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.4.2 При поверке (КМХ) ПМР по ЭПМР (КПМР) относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР, $\delta_{\text{КМ}}$, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{КМ}} = \delta_{\text{RNTивк}}, \quad (23)$$

где $\delta_{\text{RNTивк}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (принимают равными $\pm 0,01 \%$), %.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.4.3 При поверке (КМХ) ПМР по ЭПОР (КПОР) и ПП относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР, $\delta_{\text{КМ}}$, %, вычисляют по формулам

$$\delta_{\text{КМ}} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{RNTивк}}^2 + \delta_{\rho}^2 + \delta_t^2 + \delta_p^2}, \quad (24)$$

$$\delta_{\rho} = \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{ППmin}}} \cdot 100, \quad (25)$$

$$\delta_t = \pm 100 \cdot \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{t_{\text{пп}}}^2 + \Delta_{t_{\text{ЭПР}}}^2}, \quad (26)$$

$$\delta_p = \pm 100 \cdot \gamma_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta_{p_{\text{пп}}}^2 + \Delta_{p_{\text{ЭПР}}}^2}, \quad (27)$$

где $\delta_{\text{RNTивк}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (принимают равными $\pm 0,01 \%$), %;

$\Delta \rho$ – абсолютная погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности продукта (для ПП с частотным выходом вычисляют по формуле (29), для ПП с токовым выходом – по формуле (28)), $\text{кг}/\text{м}^3$;

$\rho_{\text{ППmin}}$ – минимальное возможное значение плотности продукта, $\text{кг}/\text{м}^3$;

β_{max} – максимальное возможное значение коэффициента объемного расширения продукта (определяют по таблице Г.1 приложения Г), $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\Delta_{t_{\text{пп}}}, \Delta_{t_{\text{ЭПР}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение температуры продукта при измерении плотности продукта ПП и объема продукта ЭПОР (КПОР) соответственно (вычисляют по формуле (28)), $^{\circ}\text{C}$;

γ_{max} – максимальное возможное значение коэффициента сжимаемости продукта (определяют по таблице Г.2 приложения Г), МПа^{-1} ;

$\Delta_{p_{\text{пп}}}, \Delta_{p_{\text{ЭПР}}}$ – абсолютные погрешности преобразования входных сигналов в значение давления продукта при измерении плотности продукта ПП и объема продукта ЭПОР (КПОР) соответственно (вычисляют по формуле (28)), МПа.

Результаты вычислений заносят в таблицу 2.6 протокола поверки ИВК, форма которого приведена в приложении Б.

9.2.4.4 Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) не должна выходить за пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР, $\delta_{\text{КМ ИВК}}$, равные $\pm 0,04 \%$.

9.2.5 Абсолютную погрешность преобразования тока в значение параметра X , Δ_X , вычисляют по формуле

$$\Delta_X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot \Delta_{I_{\text{ИВК}}}, \quad (28)$$

где X_{\max} , X_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений преобразователя параметра X в ток;

I_{\max} , I_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона выходного тока преобразователя параметра X в ток, мА;

$\Delta_{I_{\text{ИВК}}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений постоянного тока (принимают равными $\pm 0,015$ мА), мА.

9.2.6 Абсолютную погрешность преобразования периода входного сигнала в значение параметра X , Δ_X , вычисляют по формуле

$$\Delta_X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \cdot \frac{\delta_{T_{\text{ИВК}}}}{100} \cdot T_{\max}, \quad (29)$$

где X_{\max} , X_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений преобразователя параметра X в период выходного сигнала;

T_{\max} , T_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона периода выходного сигнала преобразователя параметра X в период выходного сигнала, мкс;

$\delta_{T_{\text{ИВК}}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности измерений периода импульсного сигнала (принимают равными $\pm 0,002$ %), %.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Б.

10.2 Результаты проверки алгоритмов вычислений оформляют протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в приложении В.

10.3 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ИВК, форма которого приведена в ПР 50.2.006, и на пломбу, устанавливаемую на каркас промышленного компьютера, ставят поверительное клеймо в соответствии с ПР 50.2.007 .

10.4 При отрицательных результатах поверки ИВК к эксплуатации не допускают, поверительное клеймо гасят, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин, согласно ПР 50.2.006.

Приложение А
Схемы подключения УПВА к ИВК

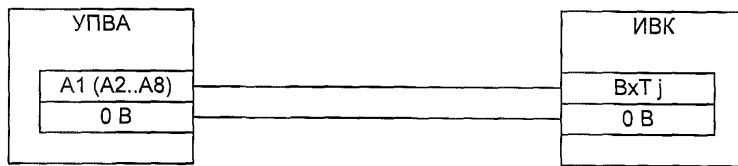


Рисунок А.1 - Схема подключения для определения погрешности измерений постоянного тока

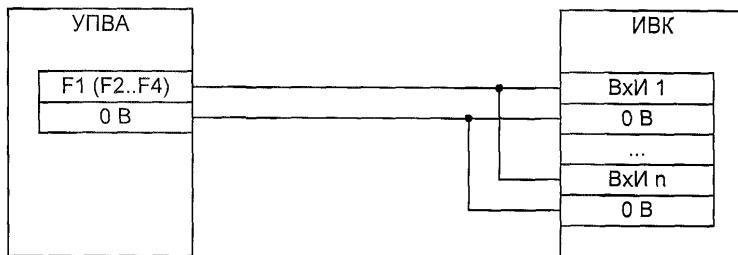


Рисунок А.2 - Схема подключения для определения погрешности измерений периода и частоты импульсного сигнала

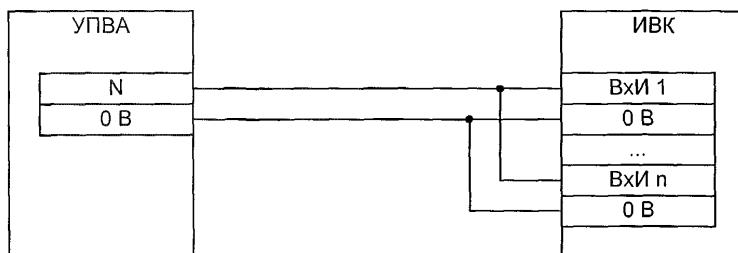


Рисунок А.3 - Схема подключения для определения погрешности измерений количества импульсов

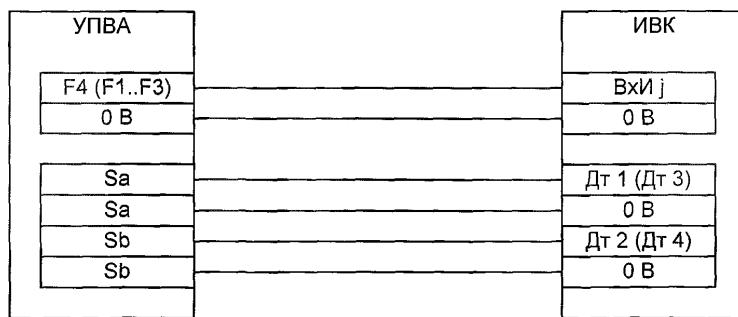


Рисунок А.4 - Схема подключения для определения погрешности измерений количества импульсов за интервал времени

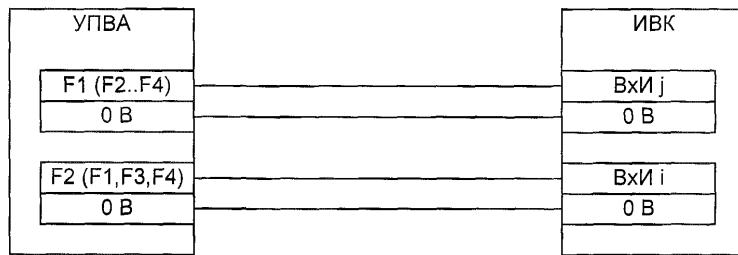


Рисунок А.5 - Схема подключения для определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (один ЭПР (КПР))

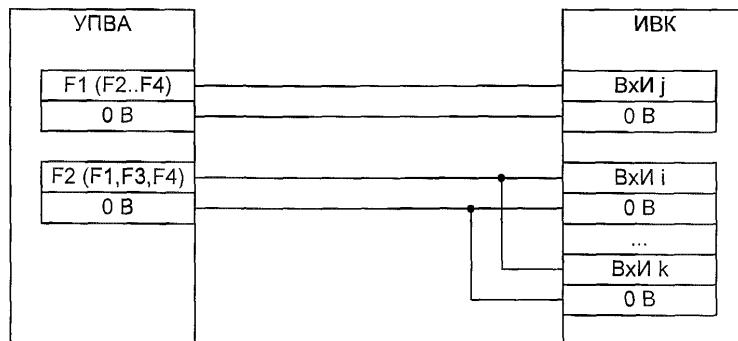


Рисунок А.6 - Схема подключения для определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (несколько ЭПР (КПР))

Приложение Б
Форма протокола поверки ИВК

**ПРОТОКОЛ № _____
проверки ИВК ИМЦ-03**

Заводской номер _____ Дата выпуска _____

Принадлежит _____

Место проведения поверки _____

Средство поверки: Тип _____ Зав.№ _____

1 Определение погрешности измерений входных электрических сигналов

Таблица 1.1 - Результаты определения погрешности измерений постоянного тока ($\Delta_{I_{\text{ИВК}}} = \pm 0,015 \text{ мА}$)

Вход	$I_{\text{д}},$ мА	$I_{\text{ji}},$ мА	$\Delta_{I_{\text{ji}}},$ мА
ВхТ 1			
...
ВхТ n			

Таблица 1.2 - Результаты определения погрешности измерений периода и частоты импульсного сигнала ($\delta_{T_{\text{ИВК}}} = \pm 0,002 \text{ %}$, $\delta_{f_{\text{ИВК}}} = \pm 0,002 \text{ %}$)

Вход	$T_{\text{д}},$ мкс	$T_{\text{ji}},$ мкс	$\delta_{T_{\text{ji}}},$ %	$\delta_{f_{\text{ji}}},$ %
ВхИ 1				
...
ВхИ n				

Таблица 1.3 - Результаты определения погрешности измерений количества импульсов ($\delta_{N_{\text{ИВК}}} = \pm 0,025 \%$)

Вход	f , Гц	$N_{\text{д}}$, имп.	N_{ji} , имп.	$\delta_{N_{ji}}$, %
ВхИ 1				
...
ВхИ n				

Таблица 1.4 - Результаты определения погрешности измерений количества импульсов за интервал времени ($\delta_{N_{\text{ИВК}}} = \pm 0,01 \%$)

f , Гц	$N_{\text{д}}$, имп.	N_{ji} , имп.	$\delta_{N_{ji}}$, %
Входы Дт 1 и Дт 2			
Входы Дт 3 и Дт 4			

Таблица 1.5 - Результаты определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (для одного ЭПР (КПР)) ($\delta_{RNT_{\text{ИВК}}} = \pm 0,01 \%$)

$f_{\text{Э}}$, Гц	$f_{\text{Р}}$, Гц	$N_{\text{Р}i}$, имп	$N_{\text{Э}i}$, имп	δ_{RNTi} , %

Таблица 1.6 - Результаты определения погрешности измерений отношения количества импульсов за интервал времени (для нескольких ЭПР (КПР)) ($\delta_{RNT_{\text{ИВК}}} = \pm 0,01 \%$)

$f_{\text{Р}}$, Гц	$f_{\text{Э}}$, Гц	$N_{\text{Р}i}$, имп	$N_{\text{Э}i}$, имп	...	$N_{\text{Э}ni}$, имп	δ_{RNTi} , %
				...		
				...		
				...		

2 Определение погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин.

Таблица 2.1 - Исходные данные

$\Delta_{\text{ИВК}}$, мА	$\delta_{\text{ТИВК}}$, %	$\delta_{\text{НИВК}}$, %	$\delta_{\text{НТИВК}}$, %	$\delta_{\text{РНТИВК}}$, %	$\delta_{\text{VИВК}}$, %	$\rho_{\text{ППmin}}$, кг/м ³	β_{max} , 1/°C	γ_{max} , 1/МПа
0,015	0,002	0,025	0,01	0,01	0,025			

Таблица 2.2 - Исходные данные ПТ

Параметр	I_{min} , мА	I_{max} , мА	t_{min} , °C	t_{max} , °C
$t_{\text{ПР}}$				
$t_{\text{ПП}}$				
$t_{\text{ПУ}}$				
$t_{\text{ЭПР}}$				

Таблица 2.3 - Исходные данные ПД

Параметр	I_{min} , мА	I_{max} , мА	P_{min} , МПа	P_{max} , МПа
$P_{\text{ПР}}$				
$P_{\text{ПП}}$				
$P_{\text{ПУ}}$				
$P_{\text{ЭПР}}$				

Таблица 2.4 - Исходные данные ПП с частотным выходом

Параметр	T_{min} , мкс	T_{max} , мкс	ρ_{min} , кг/м ³	ρ_{max} , кг/м ³
$\rho_{\text{ПП}}$				

Таблица 2.5 - Исходные данные ПП с токовым выходом

Параметр	I_{min} , мА	I_{max} , мА	ρ_{min} , кг/м ³	ρ_{max} , кг/м ³
$\rho_{\text{ПП}}$				

Таблица 2.6 - Результаты определения погрешности преобразования входных электрических сигналов в значения величин

Название	Значение	Предел
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта (ПОР), δ_V , %		0,025
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта (ПОР и ПП), δ_M , %		0,05
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта (ПМР), δ_M , %		0,05
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по ПУ, δ_{Kv} , %		0,025
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР), δ_{Kv} , %		0,025
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ПУ и ПП, δ_{Km} , %		0,04
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР) и ПП, δ_{Km} , %		0,04
Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ЭПМР (КПМР), δ_{Km} , %		0,04

Заключение: ИВК ИМЦ-03 к дальнейшей эксплуатации _____
пригоден, не пригоден

Лицо, проводившее поверку _____
подпись _____ И.О. Фамилия _____

Дата проведения поверки «_____» 20__ г.

Приложение В
Форма протокола проверки алгоритмов вычислений ИВК

ПРОТОКОЛ № _____
проверки алгоритмов вычислений ИВК ИМЦ-03

Заводской номер _____ Дата выпуска _____
Принадлежит _____
Место проведения проверки _____

Таблица 1 - Проверка алгоритма вычислений температуры (ПТ с токовым выходом)

Пара- метр	I_{min} , mA	I_{max} , mA	t_{min} , °C	t_{max} , °C	$I_{вх}$, mA	$t_{(расч)}$, °C	$t_{(ивк)}$, °C
$t_{ПТ}$							
$t_{ПП}$							
$t_{ПУ вх}$							
$t_{ПУ вых}$							
$t_{СТ}$							
$t_{ЭПР}$							

Таблица 2 - Проверка алгоритма вычислений давления (ПД с токовым выходом)

Пара- метр	I_{min} , mA	I_{max} , mA	P_{min} , МПа	P_{max} , МПа	$I_{вх}$, mA	$P_{(расч)}$, МПа	$P_{(ивк)}$, МПа
$P_{ПТ}$							
$P_{ПП}$							
$P_{ПУ вх}$							
$P_{ПУ вых}$							
$P_{ЭПР}$							

Таблица 3 - Проверка алгоритма вычислений плотности продукта $\rho_{ПП}$ (ПП с частотным выходом)

K0	K1	K2	K18	K19	K20A	K20B

Продолжение таблицы 3

K21A	K21B	ΔN , имп	ΔT , с	$T_{вх}$, мкС	$\rho_{ПП}$ (расч), кг/м ³	$\rho_{ПП}$ (ивк), кг/м ³

Таблица 4 - Проверка алгоритма вычислений плотности продукта, $\rho_{\text{ПП}}$ (ПП с токовым выходом)

I_{min} , mA	I_{max} , mA	ρ_{min} , кг/м ³	ρ_{max} , кг/м ³	$I_{\text{ВХ}}$, mA	$\rho_{\text{ПП (расч)}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{ПП (ивк)}}$, кг/м ³

Таблица 5 - Проверка алгоритма вычислений объемной доли воды в продукте, $\varphi_{\text{В}}$, (влагомер с токовым выходом)

I_{min} , mA	I_{max} , mA	$\varphi_{\text{Вmin}}$, %	$\varphi_{\text{Вmax}}$, %	$I_{\text{ВХ}}$, mA	$\varphi_{\text{В (расч)}}$, %	$\varphi_{\text{В (ивк)}}$, %

Таблица 6 - Проверка алгоритма вычислений объема и массы продукта (ПОР)

Кол-во ПР	N , имп	K , имп/м ³	$V_{\text{БИЛ (расч)}}$, м ³	$V_{\text{БИЛ (ивк)}}$, м ³	$M_{\text{БИЛ (расч)}}$, т	$M_{\text{БИЛ (ивк)}}$, т

Таблица 7 - Проверка алгоритма вычислений массы продукта (ПМР)

Кол-во ПР	N , имп	K , имп/т	$M_{\text{БИЛ (расч)}}$, т	$M_{\text{БИЛ (ивк)}}$, т

Таблица 8 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по ТПУ

V_O , м ³	D , мм	S , мм	E , МПа	α_b , 1/°C	N , имп	$K_{\text{(расч)}}$, имп/м ³	$K_{\text{(ивк)}}$, имп/м ³

Таблица 9 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по КП

V_O , м ³	D , мм	S , мм	E , МПа	α_{K1} , 1/°C	N , имп	$K_{\text{(расч)}}$, имп/м ³	$K_{\text{(ивк)}}$, имп/м ³

Таблица 10 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПОР при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР)

$N_{\text{ЭПР}}$, имп	$K_{\text{ЭПР}}$, имп/м ³	N , имп	$K_{\text{(расч)}}$, имп/м ³	$K_{\text{(ивк)}}$, имп/м ³

Таблица 11 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ТПУ и ПП

V_{O_2} , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α_t , 1/°C	N, имп	$K_{(расч)}$, имп/т	$K_{(ивк)}$, имп/т

Таблица 12 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по КП и ПП

V_{O_2} , м ³	D, мм	S, мм	E, МПа	α_{K1} , 1/°C	N, имп	$K_{(расч)}$, имп/т	$K_{(ивк)}$, имп/т

Таблица 13 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ЭПОР (КПОР) и ПП

$N_{ЭПР}$, имп	$K_{ЭПР}$, имп/м ³	N, имп	$K_{(расч)}$, имп/т	$K_{(ивк)}$, имп/т

Таблица 14 - Проверка алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПМР при поверке (КМХ) по ЭПМР (КПМР)

$N_{ЭПР}$, имп	$K_{ЭПР}$, имп/т	N, имп	$K_{(расч)}$, имп/т	$K_{(ивк)}$, имп/т

Лицо, проводившее проверку _____
подпись _____ И.О. Фамилия _____

Дата проведения проверки «_____» 20__ г.

Приложение Г
Справочные данные

Таблица Г.1 - Коэффициенты объемного расширения продукта β

$\rho, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\beta, 1/\text{^{\circ}C}$	$\rho, \text{ кг}/\text{м}^3$	$\beta, 1/\text{^{\circ}C}$
690,0-699,9	0,00130	850,0-859,9	0,00081
700,0-709,9	0,00126	860,0-869,9	0,00079
710,0-719,9	0,00123	870,0-879,9	0,00076
720,0-729,9	0,00119	880,0-889,9	0,00074
730,0-739,9	0,00116	890,0-899,9	0,00072
740,0-749,9	0,00113	900,0-909,9	0,00070
750,0-759,9	0,00109	910,0-919,9	0,00067
760,0-769,9	0,00106	920,0-929,9	0,00065
770,0-779,9	0,00103	930,0-939,9	0,00063
780,0-789,9	0,00100	940,0-949,9	0,00061
790,0-799,9	0,00097	950,0-959,9	0,00059
800,0-809,9	0,00094	960,0-969,9	0,00057
810,0-819,9	0,00092	970,0-979,9	0,00055
820,0-829,9	0,00089	980,0-989,9	0,00053
830,0-839,9	0,00086	990,0-999,9	0,00052
840,0-849,9	0,00084	-	-

Таблица Г.2 - Коэффициенты сжимаемости продукта γ

Наименование продукта	$\gamma, 1/\text{МПа}$
Нефть	$1,2 \times 10^{-3}$
Бензин	$1,0 \times 10^{-3}$
Керосин	$0,7 \times 10^{-3}$
Дизельное топливо	$0,65 \times 10^{-3}$

Таблица Г.3 - Коэффициенты линейного расширения α_t и модули упругости материала Е стенок ТПУ

Материал	$\alpha_t, 1/\text{^{\circ}C}$	$E, \text{ МПа}$
Сталь углеродистая	$11,2 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^5$
Сталь легированная	$11,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^5$

Примечание: Если значения α_t и Е приведены в паспорте ТПУ, то для расчетов используют паспортные значения.

Таблица Г.4 - Квадратичные коэффициенты расширения α_{k1} и модули упругости материала Е стенок КП

Материал	$\alpha_{k1}, 1/^\circ\text{C}$	E, МПа
Сталь углеродистая	$2,23 \times 10^{-5}$	$2,068 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 17-4	$2,36 \times 10^{-5}$	$1,965 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 304 литая	$3,19 \times 10^{-5}$	$1,965 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$3,46 \times 10^{-5}$	$1,965 \times 10^5$

Примечание: Если значения α_{k1} и E приведены в паспорте КП, то для расчетов используют паспортные значения.

Библиография

ГОСТ 112-78 Термометры ртутные метеорологические стеклянные. Технические условия;

ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений;

ПР 50.2.007-2001 ГСИ. Поверительные клейма