

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФГУ "Тюменский ЦСМ"

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУ "Тюменский ЦСМ"



В.В. Вагин
В.В. Вагин

2005
2005 г.

ОБЪЕМ И РАСХОД ГАЗА

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ
С ПОМОЩЬЮ ВИХРЕВЫХ СЧЕТЧИКОВ ГАЗА
"ДУМЕТИС"

Разработана: ФГУ "Тюменский ЦСМ"

Исполнитель: Сулейманов Р.О., начальник отдела

Разработана: ЗАО "Даймет"

Исполнитель: Россохин В.Е., главный метролог

Зарегистрирована
Федеральный реестр
аттестованных методик измерений: ФР.1.29.206.02290

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий документ устанавливает методику выполнения измерений (далее – МВИ) расхода и количества газа с помощью вихревых счетчиков газа "DUMETIC" и "Метран-331".

Измеряемая среда – горючие газы (природный и нефтяной газ, этан, метан, этилен, аммиак и др.), кислород и негорючие газы (воздух, азот, оксид углерода, диоксид углерода, аргон и др.).

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей МВИ использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8.009-84	ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений
ГОСТ 8.563-96	ГСИ. Методики выполнения измерений
ГОСТ 2939-63	Газы. Условия для определения объема
ГОСТ 15528-86	Средства измерения расхода, объема или массы протекающих жидкости и газа. Термины и определения
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 30319.2-96	Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости
ГСССД МР 113-03	Определение плотности, фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263 – 500 К при давлениях до 15 МПа
ИСО 4006-81	Измерение потока в замкнутых трубопроводах. Термины и определения
РМГ 29-99	ГСИ. Метрология. Термины и определения

3 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 Термины и определения, принятые в настоящем документе, соответствуют ГОСТ 15528-86 и РМГ 29-99.

3.2 Условные обозначения, принятые в настоящем документе, соответствуют ИСО 4006-81.

3.3 В настоящем документе приняты следующие обозначения:

Счетчик -	счетчик газа вихревой "DUMETIC"
Датчик -	многопараметрический датчик счетчика газа вихревого "DUMETIC"
Вычислитель -	микровычислительное устройство счетчика
ИК -	измерительный (измерительно-вычислительный) комплекс

4 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1 Климатические условия эксплуатации средств измерений должны соответствовать требованиям, установленным в технической документации на эти средства измерений.

4.2 Характеристики энергоснабжения средств измерений в условиях эксплуатации должны соответствовать требованиям, установленным в технической документации на эти средства измерений.

4.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке и применяться в соответствии с требованиями технической документации.

4.4 Диапазоны измерений применяемых средств измерений должны соответствовать диапазонам изменений контролируемых параметров.

5 МЕТОД ИЗМЕРЕНИЙ

5.1 Метод измерений счетчика основан на одновременном измерении расхода, температуры и избыточного давления газа и последующем вычислении по этим параметрам объема и расхода, приведенных к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63.

5.1.1 Принцип измерения расхода основан на возникновении вихревой дорожки, образуемой за телом обтекания набегающим потоком газа. Возникающие вихри преобразуются в последовательность электрических импульсов, число которых пропорционально объему измеряемого газа. Встроенное в датчик вычислительное устройство обеспечивает преобразование этой последовательности в цифровой код.

5.1.2 Измерение температуры производится платиновыми термопреобразователями сопротивления с последующим преобразованием измерительного сигнала в цифровой код.

5.1.3 Измерение давления производится тензорезистивными преобразователями давления с последующим преобразованием измерительного сигнала в цифровой код.

5.2 Параметры измеряемой среды выражают следующими единицами:

- объем V , m^3 , и объемный расход Q , $m^3/ч$, при рабочих условиях;
- объем V_c , m^3 , и объемный расход Q_c , $m^3/ч$, приведенные к стандартным условиям по ГОСТ 2939-63 (абсолютная температура $T_c = 293,15$ К, абсолютное давление $P_c = 0,101325$ МПа = $1,03323$ кгс/см², относительная влажность измеряемой среды равна нулю);
- абсолютная температура газа при рабочих условиях T , К;
- избыточное давление газа при рабочих условиях P , МПа.

5.3 При используемом в счетчике непрерывном процессе измерений* текущее значение объемного расхода Q_i определяется по формуле:

* - За текущее значение расхода принимается значение расхода, усредненное за интервал опроса

$$Q_i = A_0 + A_1 \cdot f_i + A_2 \cdot f_i^2 + A_3 \cdot f_i^3, \quad (1)$$

где A_0, A_1, A_2, A_3 – параметры статической характеристики преобразователя расхода;

f_i – текущее значение частоты выходных сигналов датчика.

5.4 Уравнение для расчета текущего значения объемного расхода, приведенного к стандартным условиям, Q_{ci} имеет вид:

$$Q_{ci} = Q_i \frac{T_c \cdot P_{ai}}{K_i \cdot T_i \cdot P_c}, \quad (2)$$

где $P_{ai} = (P_{би} + P_i)$ – текущее абсолютное давление газа при рабочих условиях;

$P_{би}$ – текущее барометрическое давление. Давление $P_{би}$ или измеряют в непосредственной близости от счетчика и вводят в память вычислителя или пользуются информацией ближайшего гидрометецентра. Значение давления $P_{би}$ вводится в память как условно-постоянная величина*. Периодичность введения – по согласованию между заинтересованными сторонами;

P_i – текущее избыточное давление при рабочих условиях, измеренное счетчиком.

P_c и T_c – абсолютное давление и термодинамическая температура при стандартных условиях;

T_i – текущая абсолютная (термодинамическая) температура газа при рабочих условиях;

K_i – текущее значение коэффициента сжимаемости газа, автоматически рассчитываемого вычислителем по ГОСТ 30319.2-96 или ГСССД МР 113-03 по измеренным значениям параметров состояния газа.

Примечание – В счетчиках, предназначенных для измерения объема других газов, коэффициент сжимаемости газа рассчитывается вычислителем по алгоритму, основанному на стандартных справочных данных газов.

5.5 Объем газа при рабочих условиях за время измерения (отчетный период) определяется по формуле:

$$V = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot \tau_i, \quad (3)$$

* - Параметр считается условно-постоянным, если его значение принимается неизменным в течение выбранного интервала времени измерения (отчетного периода). Если погрешность от изменений параметра в течение этого интервала менее 0,2 погрешности определения объема, то ее не учитывают в результате измерений. В противном случае в результат измерений вводят дополнительную погрешность.

где $\tau = n \cdot \tau_i$ – время измерения;
 τ_i – интервал осреднения;
 n – число интервалов осреднения за время измерения.

5.6 Объем газа за время измерения, приведенный к стандартным условиям, определяется по формуле:

$$V_c = \sum_{i=1}^n Q_{ci} \cdot \tau_i \quad (4)$$

где Q_{ci} – расход газа за интервал осреднения τ .

6 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1 Общие требования

6.1.1 Безопасность эксплуатации счетчика должна обеспечиваться прочностью, плотностью (герметичностью) и надежным креплением датчика МД в технологическом трубопроводе при монтаже. Кроме того, в электрической схеме датчика должны отсутствовать элементы, искрящие или подверженные нагреву свыше + 85 °С.

6.1.2 Монтаж, демонтаж и эксплуатация счетчиков должны производиться в соответствии с требованиями "Правил эксплуатации электроустановок потребителей", "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", монтажных чертежей и руководств по эксплуатации датчика МД и вычислителя.

6.2 Требования электробезопасности

6.2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током счетчик должен соответствовать требованиям класса защиты 1 по ГОСТ 12.2.007.075.

6.2.2 Изоляция электрических цепей вычислителя должна соответствовать требованиям 1.3.1, 1.3.2 ТУ на счетчик.

6.2.3 Датчик и вычислитель должны иметь зажимы заземления для присоединения заземляющего проводника, отмеченные знаком заземления.

6.3 По принципу действия и конструктивному исполнению счетчик является непожароопасным. Пожаробезопасность обеспечивается соблюдением требований 6.1.2 настоящей МВИ.

6.4 Счетчик не оказывает вредного воздействия на окружающую среду.

7 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ

7.1.3 Счетчик должен обслуживаться персоналом, имеющим квалификационную группу по технике безопасности не ниже третьей, прошедшим инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и ознакомленным с требованиями эксплуатационной документации.

8 ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ

8.1 По степени автоматизации процесса измерений и обработки результатов измерений счетчик относится к средствам полуавтоматических измерений переменных контролируемых параметров с вычислительным устройством обработки результатов измерений с ручным вводом значений условно-постоянных параметров и с защитой памяти и программы от несанкционированного вмешательства. Условно-постоянные параметры должны вводиться ответственными лицами по согласованию между заинтересованными сторонами. Время ввода условно-постоянных параметров и их значения должны регистрироваться.

8.2 Монтаж счетчика должен производиться в строгом соответствии с требованиями монтажного чертежа и руководства по эксплуатации датчика и вычислителя.

8.3 При установке счетчика следует иметь в виду, что конусные переходы (конфузоры и диффузоры), применяемые при сопряжении счетчика с прилегающими участками трубопровода (если они имеют разные условные проходы D_y), не считаются местными сопротивлениями при выполнении следующих условий:

$$\begin{aligned} 1,0 \leq \frac{D_2}{D_1} \leq 1,6 \\ 0 \leq \frac{D_2 - D_1}{L_k} \leq 0,4 \end{aligned} \quad (5)$$

где D_1 и D_2 - диаметры отверстий перехода, мм;
 L_k - длина перехода, мм.

8.4 Если в потоке измеряемой среды предполагается наличие инородных веществ, рекомендуется установка фильтров на входе трубы перед измерительной линией счетчика с учетом требований 6.2 настоящей МВИ.

Конструкция фильтров должна обеспечивать степень очистки измеряемой среды и фильтрацию частиц размером более 0,5 мм согласно инструкции их изготовителей. Размеры фильтрующих частиц, степень очистки измеряемой среды и засоренность фильтра должны соответствовать требованиям изготовителя фильтров.

9 ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ И ВЫПОЛНЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Характеристики применяемых счетчиков должны соответствовать условиям эксплуатации.

9.2 Перед измерениями должны быть проверены показатели, представленные в таблице 1:

Таблица 1

Наименование показателя	Документ, регламентирующий требования	Периодичность проверки*
1 Прямые участки трубопроводов перед и после датчика	Монтажный чертеж и руководство по эксплуатации	Один раз перед пуском в эксплуатацию
2 Соответствие монтажа счетчика установленным требованиям	Монтажный чертеж и руководство по эксплуатации	Один раз перед пуском в эксплуатацию
3 Соответствие условий проведения измерений установленным требованиям	Раздел 4 настоящей МВИ	Один раз в год
4 Герметичность всех узлов и соединений, в которых находится измеряемая среда	Технические условия на счетчик	Ежемесячно
* – Допускается, по договоренности заинтересованных сторон, проведение работ по 1 – 3 настоящей таблицы проводить чаще, чем указано в графе.		

9.3 По окончании проверки определяется и вводится в память вычислителя условно-постоянное значение барометрического давления P_6 .

9.4 После проведенной проверки счетчик должен быть приведен в рабочее состояние, измерительный трубопровод подключен к источнику измеряемой среды, проведено постепенное повышение давления в трубопроводе во избежание перегрузок, проверена герметичность соединений всех узлов.

9.5 Пуск в работу и снятие показаний счетчика производятся в соответствии с руководством по эксплуатации.

10 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Счетчик производит автоматическое измерение параметров среды, обработку, регистрацию и индикацию результатов измерений и вычислений. Дополнительное вмешательство оператора не требуется.

11 КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

11.1 Основная погрешность счетчика определяется периодически в соответствии с нормативным документом по поверке. Межповерочный интервал счетчика указывается в методике поверки.

11.2 Контроль точности измерений параметров измеряемой среды производится сравнением показаний счетчика с показаниями контрольных средств измерений, устанавливаемых в измерительной линии счетчика.

Разность показаний счетчика и контрольного средства измерений не должна превышать суммы их погрешностей.

11.2.1 При контроле точности счетчика при измерении температуры среды должно выполняться условие:

$$|T - T_k| \leq \Delta T + \Delta T_k \quad (6)$$

- где
- T - отсчет температуры, снятый с отсчетного устройства счетчика, °С;
 - T_k - отсчет температуры, снятый одновременно с отсчетного устройства контрольного средства измерений, °С;
 - ΔT - пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчика при измерении температуры, °С;
 - ΔT_k - пределы допускаемой абсолютной погрешности контрольного средства измерений, °С.

11.2.2 При контроле точности счетчика при измерении давления среды должно выполняться условие:

$$|P - P_k| \leq \Delta P_c + \Delta P_k \quad (7)$$

- где
- P - отсчет давления, снятый с отсчетного устройства счетчика, МПа (кгс/см²);
 - P_k - отсчет давления, снятый одновременно с отсчетного устройства контрольного средства измерений, МПа (кгс/см²);
 - ΔP_c - пределы допускаемой абсолютной погрешности счетчика при измерении давления, МПа (кгс/см²);
 - ΔP_k - пределы допускаемой абсолютной погрешности контрольного средства измерений, МПа (кгс/см²).

11.3 Контроль точности установки условно-постоянного значения барометрического давления проводят сравнением установленного значения с показаниями контрольного барометра. Если в процессе проводимых измерений разность между показаниями барометра и величиной барометрического давления, принятого в качестве условно-постоянного параметра, не выходит за пределы установленного диапазона отклонений, зафиксированного в протоколе заинтересованных сторон, то условно-постоянный параметр сохраняется неизменным.

При выходе этой разности за пределы установленного диапазона отклонений производят корректировку условно-постоянного барометрического давления на основе расчетов, произведенных по имеющимся в журнале регистрации или в распечатках данным предыдущих измерений, по договоренности между заинтересованными сторонами. Эти допустимые пределы отклонения принимаются в расчете в качестве предельно-допустимой погрешности.

12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА И РАСХОДА ГАЗА

12.1 Измерение объема газа относится к косвенному методу измерений. Счетчик газа семейства "ДУМЕТІС" представляет собой измерительный комплекс (ИК), объединяющий первичные измерительные преобразователи прямого действия для измерения объема газа при рабочих условиях и режимных параметров газа (температуры, избыточного давления и объемного расхода) и вторичный измерительный преобразователь, обеспечивающий расчет объема газа, приведенного к стандартным условиям. У всех средств измерений, входящих в состав комплекса, нормированы погрешности.

Относительная погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям (далее – погрешность ИК газа), определяется расчетным методом по метрологическим характеристикам ИК.

12.2 Результат измерения объема газа за выбранный период времени должен быть представлен в соответствии с ГОСТ 8.009-84 в следующем виде:

$$V_c, \delta V_c, P \quad (8)$$

где V_c – объем газа, приведенный к стандартным условиям, м³;
 δV_c – относительная погрешность измерения объема газа, %;
 P – доверительная вероятность, принимаемая за 0,95.

Относительная погрешность измерения объема газа в условиях измерений рассчитывается по формуле:

$$\delta V_c = \sqrt{\delta V^2 + (\Theta_T \cdot \delta_T)^2 + (\Theta_P \cdot \delta_P)^2 + (\delta_V^{CY})^2}, \quad (9)$$

где δV – предел допускаемой относительной погрешности измерения объема счетчиком при рабочих условиях, устанавливаемый в технической документации на счетчик, %;
 δ_T – относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения температуры, % (п. 12.3 настоящей МВИ);
 δ_P – относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения давления, % (п. 12.4 настоящей МВИ);
 δ_V^{CY} – предел допускаемой относительной погрешности приведения объема к стандартным условиям (погрешность вычислителя), устанавливаемый в технической документации на счетчика, %.
 Θ_T – коэффициент влияния погрешности измерения температуры на относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, %/°C;

Θ_p – коэффициент влияния погрешности измерения давления на относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, %/МПа;

12.3 Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения температуры, определяется согласно формуле (10):

$$\delta_T = \frac{\Delta T \cdot 100}{\bar{T}}, \quad (10)$$

где ΔT – предел допускаемой абсолютной погрешности счетчика при измерении температуры, °С;

\bar{T} – среднее значение температуры за интервал измерений, °С.

12.4 Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения давления, определяется согласно формуле (11):

$$\delta_p = \frac{\Delta P}{\bar{P} + P_6} \cdot 100 = \frac{\sqrt{\Delta P_C^2 + \Delta P_6^2}}{\bar{P} + P_6} \cdot 100 \quad (11)$$

где ΔP_C – предел допускаемой абсолютной погрешности* измерения избыточного давления, установленный в технической документации счетчика, МПа (кПа);

ΔP_6 – погрешность определения барометрического давления, МПа (кПа);

\bar{P} – среднее значение избыточного давления за период измерения, МПа (кПа);

\bar{P}_6 – среднее значение барометрического давления за период измерения, МПа (кПа).

Погрешность определения барометрического давления ΔP_6 вычисляется по следующей формуле:

$$\Delta P_6 = \frac{P_{6\max} - P_{6\min}}{2} \quad (12)$$

где $P_{6\max}$ и $P_{6\min}$ – верхний и нижний пределы изменения барометрического давления за период измерения, МПа (кПа);

12.5 Коэффициенты влияния погрешностей измерения температуры и давления на относительную погрешность измерения объема газа счетчиком определяются исходя из зависимости коэффициента сжимаемости газа от температуры и давления.

* Является функцией избыточного давления. Вид функции приведен в технической документации на конкретный тип счетчика.

12.5.1 Коэффициент влияния погрешности измерения температуры на относительную погрешность измерения объема газа счетчиком вычисляется по формуле:

$$\Theta_T = \frac{\kappa(\bar{T} + \Delta T; \bar{P})}{\kappa(\bar{T}; \bar{P})} \quad (13)$$

где $\kappa(\bar{T}, \bar{P})$ – коэффициент сжимаемости при среднем за период измерений значении температуры измеряемого газа;

$\kappa(\bar{T} + \Delta T, \bar{P})$ – коэффициент сжимаемости при температуре, увеличенной на величину абсолютной погрешности измерения температуры.

Примечание - При вычислении коэффициента влияния значение погрешности ΔT берется с положительным знаком.

12.5.2 Коэффициент влияния погрешности измерения давления на относительную погрешность измерения объема газа счетчиком вычисляется по формуле:

$$\Theta_P = \frac{\kappa(\bar{T}; \bar{P})}{\kappa(\bar{T}; \bar{P} + \Delta P)} \quad (14)$$

где $\kappa(\bar{T}, \bar{P} + \Delta P)$ – коэффициент сжимаемости при давлении, увеличенном на величину абсолютной погрешности измерения давления.

Примечание – При вычислении коэффициента влияния значение погрешности ΔP берется с положительным знаком.

12.5.3 Пример расчета относительной погрешности измерения объема газа в условиях измерений приведен в приложении А.

12.6 При параллельной работе ряда счетчиков погрешность измерения по всем счетчикам должна определяться по формуле:

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\sum_1^n \left(\frac{X_i}{X_o} \cdot \delta_i \right)^2} \quad (15)$$

где X_i и δ_i – измеряемый объем и погрешность измерений i -го счетчика;

$X_o = \sum_1^n X_i$ – суммарное значение измеряемого параметра;

n – число параллельно подключенных счетчиков.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
 ПРИМЕР РАСЧЕТА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ
 ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ГАЗА

А.1 Исходные данные

Измеряемая среда – природный газ.

Параметры измеряемой среды:

плотность при стандартных условиях 0,68 кг/м³;

содержание углекислого газа 0,1 %;

содержание азота 1 %;

избыточное давление 0,4 МПа;

температура минус 10 °С;

барометрическое давление:

минимальное за период измерений 96,3 кПа

максимальное за период измерений 99,5 кПа

Тип применяемого счетчика: ДУМЕТИС-9421 с техническими характеристиками:

пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема ± 1 %

пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры ± 0,5 °С

пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения избыточного давления Р, МПа 0,008·(Р + 0,1) МПа

пределы допускаемой относительной погрешности приведения объема к стандартным условиям ± 0,1 %

А.2 Проведение расчета

Расчет относительной погрешности проводится по формуле (9) методики.

А.2.1 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объема счетчиком при рабочих условиях δV составляют ± 1 % согласно п. А.1.

А.2.2 Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения температуры δ_T , определяемая по формуле (10) методики, составляет:

$$\delta_T = \frac{\Delta T \cdot 100}{\bar{T}} = \frac{0,5 \cdot 100}{273,15 - 10} = 0,19 \%$$

Коэффициент влияния погрешности измерения температуры на относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным

условиям, определяется по формуле (13). За результат определения принимается значение Θ_T , большее или равное единице.

$$\Theta_T = \frac{K(\bar{T} + \Delta T; \bar{P})}{K(\bar{T}, \bar{P})} = \frac{K(-9,5; 0,5)}{K(-10; 0,5)} = \frac{0,9885}{0,9884} = 1,0001$$

А.2.3 Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения давления, определяется по формуле (11) методики.

Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения избыточного давления, установленный в технической документации счетчиков "ДУМЕТИС-9421", принимает следующее значение:

$$\Delta P_c = 0,008 \cdot (0,4 + 0,1) = 0,004 \text{ МПа}$$

Погрешность определения барометрического давления, возникающая в связи с введением условно-постоянного значения, определяется по формуле (12) и принимает следующее значение:

$$\Delta P_6 = \frac{P_{\text{бmax}} - P_{\text{бmin}}}{2} = \frac{99,5 - 96,3}{2} = 1,6 \text{ кПа} = 0,0016 \text{ МПа}$$

Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения давления, составит:

$$\delta_P = \frac{\sqrt{\Delta P_c^2 + \Delta P_6^2}}{\bar{P} + \bar{P}_6} \cdot 100 = \frac{\sqrt{0,004^2 + 0,0016^2}}{0,4 + 0,098} \cdot 100 = 0,87 \%$$

Коэффициент влияния погрешности измерения давления на относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, определяется по формуле (14). За результат определения принимается значение Θ_P , большее или равное единице.

$$\Theta_P = \frac{K(\bar{T}; \bar{P})}{K(\bar{T}; \bar{P} + \Delta P_c)} = \frac{K(263,15; 0,5)}{K(263,15; 0,4957)} = \frac{0,9886}{0,9884} = 1,0002$$

А.2.4 Подставляя вычисленные значения в формулу (9), получим:

$$\delta V_c = \sqrt{\delta V^2 + (\Theta_T \cdot \delta_T)^2 + (\Theta_P \cdot \delta_P)^2 + (\delta_V^{\text{CY}})^2} = \sqrt{1^2 + (1,0001 \cdot 0,19)^2 + (1,0002 \cdot 0,87)^2 + 0,1^2} = 1,34 \%$$

Пример расчета относительной погрешности измерения объема газа при избыточном рабочем давлении 0,04 МПа и исходных данных предыдущего примера.

А.3 Проведение расчета

Расчет относительной погрешности проводится по формуле (9) методики.

А.3.1 Коэффициент влияния погрешности измерения температуры на относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, определяется по формуле (13). За результат определения принимается значение Θ_T , большее или равное единице.

$$\Theta_T = \frac{K(\bar{T} + \Delta T; \bar{P})}{K(\bar{T}, \bar{P})} = \frac{K(-9,5; 0,141325)}{K(-10; 0,141325)} = \frac{0,98813}{0,98811} = 1,00002$$

А.3.2 Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения давления, определяется по формуле (11) методики.

Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения избыточного давления, установленный в технической документации счетчиков "ДУМЕТИС-9421", принимает следующее значение:

$$\Delta P_c = 0,008 \cdot (0,04 + 0,1) = 0,00112 \text{ МПа}$$

Относительная погрешность счетчика, обусловленная погрешностью измерения давления, составит:

$$\delta_P = \frac{\sqrt{\Delta P_c^2 + \Delta P_6^2}}{\bar{P} + \bar{P}_6} \cdot 100 = \frac{\sqrt{0,00112^2 + 0,0016^2}}{0,04 + 0,0979} \cdot 100 = 1,415 \%$$

Коэффициент влияния погрешности измерения давления на относительную погрешность измерения объема газа, приведенного к стандартным условиям, определяется по формуле (14). За результат определения принимается значение Θ_P , большее или равное единице.

$$\Theta_P = \frac{K(\bar{T}; \bar{P})}{K(\bar{T}; \bar{P} + \Delta P_c)} = \frac{K(263,15; 0,141325)}{K(263,15; 0,142445)} = \frac{0,98811}{0,98808} = 1,00003$$

А.3.3 Подставляя вычисленные значения в формулу (9), получим:

$$\delta V_c = \sqrt{\delta V^2 + (\Theta_T \cdot \delta_T)^2 + (\Theta_P \cdot \delta_P)^2 + (\delta_V^{CY})^2} = \sqrt{1^2 + (1,00002 \cdot 0,19)^2 + (1,00003 \cdot 1,415)^2 + 0,1^2} = 1,75 \%$$

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера страниц				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					