

ГОССТАНДАРТ РФ

**РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ (ВНИИМС)**



РЕКОМЕНДАЦИЯ

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ
ХРОМАТОГРАФЫ ГАЗОВЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

МИ 2402-97

Москва – 1996

РАЗРАБОТАНЫ

Всесоюзным научно–исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС)

ИСПОЛНИТЕЛИ

Фаткудина Ш.Р.

ПОДГОТОВЛЕНЫ К УТВЕРЖДЕНИЮ

отделом метрологического обеспечения аналитического контроля химического состава веществ и материалов ВНИИМС

Настоящая рекомендация распространяется на хроматографы аналитические газовые лабораторные (далее – хроматографы) по ГОСТ 26703 и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

1. ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице.

1.2. При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

секундомер класса точности 1 по ГОСТ 5072;

источник регулируемого напряжения типа ИРН-64, диапазон напряжений 0–100 мВ;

источник малых токов типа ИТ-12: погрешность $\pm(0,015 + 0,1 \frac{I_x}{I_k})\%$,

где I_k – верхний предел измерений по шкале; I_x – значение измеряемого тока;

цифровой вольтметр типа Щ1513: погрешность 0,02/0,005;

потенциометр типа ПП-63 класса точности 0,05 по ГОСТ 9245;

потенциометр типа КСП4 класса точности 0,5, диапазон измерений – 0,1–0,9 мВ;

металлическая линейка класса точности 1 по ГОСТ 427;

лупа типа ЛИ-3 – 10Х по ГОСТ 8309;

микрошиприц типа "Газохром-101", объемы доз $0,5 \cdot 10^{-3}$ и $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3$, погрешность дозирования 2%;

смесь пропана с гелием или азотом, диапазон объемной доли пропана 0,19–3,3%, погрешность аттестации 10%;

линдан ГСО 1855;

метафос ГСО 1854;

гексан по ТУ 6-09-3375;

гептан по ГОСТ 25828;

нонан по ТУ 6-09-3731-74.

Допускается применять другие средства поверки, метрологические характеристики которых соответствуют указанным в настоящем стандарте.

1.3. При проведении поверки применяют следующие вспомогательные средства поверки:

бюretteктипа 1-2-100-0,2 по ГОСТ 20292;

термометр типа ТЛ4 № 2 по ГОСТ 215;

психрометр типа ПБ-1БМ по ГОСТ 6353;

газохроматографическая колонка по ГОСТ 16285;

газообразный гелий (99–99,5%).

азот особой чистоты по ГОСТ 9293;
 технический азот по ГОСТ 9293;
 технический водород марки А по ГОСТ 3022;
 технический воздух по ГОСТ 17433-80 или ГОСТ 11882;
 активная окись алюминия А-1 по ГОСТ 8136;
 хроматон N = AW DMCS, фракция 0,25-0,3 мм;
 жидккая фаза SE - 30.

Наименование операции	Номер пункта рекомендаций	Обязательность проведения операции при		
		выпуске из производства	выпуске из ремонта	эксплуатации и хранении
Внешний осмотр	3.1.	Да	Да	Да
Опробование	3.2	Да	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	3.3			
определение относительного среднего квадратического отклонения выходного сигнала	3.3.1	Да	Да	Да ²
определение изменения выходного сигнала за 48 ч непрерывной работы хроматографа	3.3.2	Да ¹	Да	Да ²
определение погрешности коэффициента деления выходного сигнала	3.3.3	Да	Да	Да ²
определение погрешности результатов измерений	3.3.4	Нет	Нет	Да ³

- 1) Для хроматографов, подвергаемых периодическим испытаниям.
- 2) При отсутствии нормативной документации по ГОСТ 8.563 на методику выполнения измерений хроматографом.

3) При наличии нормативной документации по ГОСТ 8.563 на методику выполнения измерений хроматографом.

2. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

2.1. При проведении поверки соблюдают нормальные условия по ГОСТ 26703.

2.2. Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

приготовление контрольных смесей (приложение 2);

подготовка колонок;

проверка герметичности газовых линий хроматографа.

Подготовительные работы выполняют в соответствии с указаниями, изложенными в нормативной документации на хроматограф конкретного типа далее – (НД).

2.3. Требования безопасности – по ГОСТ 26703.

3. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

3.1. Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

соответствие комплектности хроматографа и номеров блоков паспортным данным;

четкость маркировки;

исправность механизмов и крепежных деталей.

3.2. Опробование

3.2.1. Опробование осуществляют в соответствии с требованиями НД. Хроматограф включают и после выхода на режим определяют дрейф нулевого сигнала, уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала и предел детектирования.

3.2.2. Дрейф и уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала определяют при соблюдении условий, указанных в НД.

Измерения выполняют на наиболее чувствительном поддиапазоне измерений. Рекомендуемая скорость диаграммной ленты 600 мм/ч.

3.2.3. Дрейф нулевого сигнала принимают равным наибольшему смещению нулевого сигнала в течение 1 ч.

3.2.4. Уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала принимают равным амплитуде повторяющихся колебаний нулевого сигнала с периодом не более 10 с.

В случае отсутствия повторяющихся колебаний нулевого сигнала уровень флуктуационных шумов нулевого сигнала считают равным 0,5% конечного значения шкалы прибора, измеряющего выходной сигнал детектора или усилителя, подключенного к выходу детектора.

3.2.5. Значения уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала детектора (в амперах или вольтах) определяют по формулам

$$\Delta_x = \frac{\Delta_x \cdot I_{\text{ex}}^0 \cdot K_y}{U_{\text{вых}}^0}, \quad (1)$$

$$\Delta_x = \frac{\Delta_x \cdot U_{\text{вых}}^0 \cdot K_y}{U_{\text{вых}}^0}, \quad (2)$$

- где Δ_x – максимальное значение амплитуды повторяющихся колебаний нулевого сигнала с полупериодом (длительностью импульса), не превышающим 10 с, зарегистрированное в течение 10 мин непрерывной работы хроматографа измерительным прибором, подключенным к выходу усилителя выходного сигнала детектора, В;
- $I_{\text{вх}}^0 (U_{\text{вх}}^0)$ – значение входного тока (напряжения) усилителя, соответствующее верхнему пределу используемого поддиапазона измерений усилителя, А (В);
- $U_{\text{вых}}^0$ – значение выходного напряжения усилителя, соответствующее верхнему пределу используемого поддиапазона измерений усилителя, В;
- K_y – коэффициент деления выходного сигнала

3.2.6. При работе с аналоговым устройством обработки измерительной информации значение Δ_x следует определять по формуле

$$\Delta_x = \frac{U_{\text{вых}}^0 \cdot L}{d}, \quad (3)$$

где

- L — ширина полосы на диаграммной ленте измерительного прибора, измеренная при помощи лупы, ограничивающая максимальный размах повторяющихся колебаний нулевого сигнала с полупериодом не более 10 с, мм;
- d — ширина диаграммной ленты, мм

Примечания:

- При использовании в пламенно-фотометрическом детекторе (ПФД) фотозелектронных умножителей (ФЭУ), имеющих световую анодную чувствительность (Σd) выше 10 А/лм, в знаменатель формулы (1) вводят сомножитель 0,1 Σd .
- При определении значения флуктуационных шумов электроннозахватывающего детектора (ЭЗД), работающего в режиме постоянного тока ионизационной камеры, используют методику расчета, установленную в НД на хроматограф конкретного типа.
- Кратковременные изменения выходного сигнала, имеющие характер одиночных импульсов, при оценке уровня флуктуационных шумов нулевого сигнала не учитывают.

3.2.7. Для определения предела детектирования C_{min} вводят в хроматограф пять или более раз контрольную смесь, указанную в приложении 1.

C_{min} рассчитывают по формулам:

- при работе с аналоговым устройством обработки измерительной информации для детектора по теплопроводности (ДТП)

$$C_{min} = \frac{2\Delta x \cdot G}{\frac{h}{d} \cdot U_{bx}^0 \cdot K_y \cdot \frac{\tau_{0,5}}{B_q} \cdot v_{r-H}}, \quad (4)$$

для пламенно-ионизационного детектора и электроннозахватывающего детектора

$$C_{min} = \frac{2\Delta x \cdot G}{\frac{h}{d} \cdot I_w^0 \cdot K_y \cdot \frac{\tau_{0,5}}{B_q}}, \quad (5)$$

для термо-ионного детектора и пламенно-фотометрического детектора

$$C_{\min} = 0,12 \cdot \frac{2\Delta x \cdot G}{\frac{h}{d} \cdot I_{bx}^o \cdot Ky \cdot \frac{\tau_{0,5}}{B_q}}, \quad (6)$$

где

C_{\min} – г/см³ для формул (4), (7);

C_{\min} – г/с для формул (5), (8);

C_{\min} – гР/с для формул (6),(9);

Δx – экспериментально полученное значение уровня флуктуационных шумов А (В);

G – масса контрольного вещества, г;

d – ширина диаграммной ленты, мм;

h – высота пика, см;

$\tau_{0,5}$ – ширина пика на половине высоты, мм;

B_q – скорость диаграммной ленты, см/с;

v_r – скорость газа-носителя, см³/с;

2) при регистрации сигнала в цифровой форме по формулам:
для детектора теплопроводности

$$C_{\min} = \frac{2\Delta x \cdot G}{\frac{\bar{S}}{U^o} \cdot U_{bx}^o \cdot Ky \cdot v_r}, \quad (7)$$

для пламенно-ионизационного детектора и электроннозахватного детектора

$$C_{\min} = \frac{2\Delta x \cdot G}{\frac{\bar{S}}{U^o} \cdot I_{bx}^o \cdot Ky}, \quad (8)$$

для термо-ионного детектора и пламенно-фотометрического детектора ПФД

$$C_{\text{min}} = 0,12 \frac{2\Delta x \cdot G}{\bar{S} \cdot I_{\text{kr}}^* \cdot K_y}, \quad (9)$$

где \bar{S} – среднее арифметическое значение площади пика, В·с.

3.3. Определение метрологических характеристик

3.3.1. Относительное среднее квадратическое отклонение выходного сигнала определяют при условиях, указанных в приложении 1.

Относительное среднее квадратическое отклонение определяют для всех информативных параметров выходного сигнала, для которых эту характеристику нормируют: времени удерживания(t), высоты (h) и площади пика(S).

На вход хроматографа 5–10 раз подают смесь в соответствии с приложением 1 и определяют значения выходного сигнала: (h_i , t_i , S_i), находят их средние арифметические значения (\bar{h} , \bar{t} , \bar{S}).

Определяют значения относительного среднего квадратического отклонения выходных сигналов по формулам

$$\sigma_t = \frac{100}{t} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2}{n-1}},$$

$$\sigma_h = \frac{100}{h} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (h_i - \bar{h})^2}{n-1}},$$

$$\sigma_S = \frac{100}{S} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{n-1}},$$

где n – число наблюдений, полученное после исключения аномальных результатов наблюдений.

Полученные значения σ_t , σ_h , σ_S не должны превышать указанных в НД.

3.3.2. Определение погрешности коэффициента деления выходного сигнала

Ко входу усилителя или устройства переключения коэффициентов деления выходного сигнала вместо детектора подключают источник тока типа ИТ-12 или напряжения типа ИРН-64. К выходу усилителя или устройства переключения коэффициентов деления сигнала подключают измерительный прибор типа КСП4 или типа ПП-63. Устанавливают минимальный коэффициент деления сигнала M_i .

На вход усилителя или устройства переключения коэффициентов деления сигнала подают соответственно ток I_1 или напряжение U_1 и регистрируют показание измерительного прибора $L_{1,i}$.

Коэффициент деления изменяют на короткое время и затем возвращают его к исходному значению. Регистрируют показание измерительного прибора $L_{1,2}$. Операцию повторяют пять раз и затем определяют среднее арифметическое значение показаний измерительного прибора L .

Значения L_i определяют при каждом значении коэффициента деления сигнала M_i . Средние арифметические значения показаний измерительного прибора определяют при соответствующих значениях напряжения U_i или тока I_i .

Относительную погрешность коэффициента деления в процентах вычисляют по формулам:

при подаче напряжения

$$\Delta M_i = \left(\frac{L_i M_i U_i}{L_i M_i U_i} - 1 \right) \cdot 100,$$

при подаче тока

$$\Delta M_i = \left(\frac{L_i M_i I_i}{L_i M_i I_i} - 1 \right) \cdot 100,$$

Полученное значение ΔM_i не должно превышать указанного в НД.

3.3.3. Определение изменения выходного сигнала за 48 ч непрерывной работы хроматографа

Проводят операции по п. 3.3.1 и определяют средние арифметические значения информативных параметров выходного сигнала.

Через 48 ч непрерывной работы хроматографа снова проводят измерения по п.3.3.1. и определяют средние арифметические значения информативных параметров выходного сигнала.

Изменение выходного сигнала δ_i в процентах за 48 ч непрерывной работы хроматографа определяют по формуле

$$\delta_t = \frac{X_t - X}{X} \cdot 100,$$

где X – средние арифметические значения информативных параметров выходного сигнала.

Изменение выходного сигнала δt за 48 ч непрерывной работы хроматографа не должно превышать значения, установленного в НД.

Примечание. Необходимость непрерывной работы устанавливают метрологические службы, осуществляющие поверку (калибровку) хроматографа. При соответствующем обосновании допускается уменьшать время непрерывной работы.

3.3.4. Определение погрешности результатов измерений

Определение погрешности результатов измерений проводят в условиях, указанных в НД на МВИ. Образцы для контроля погрешности должны удовлетворять требованиям МИ 2335–95.

На вход хроматографа подают образец для контроля.

Результат измерений содержания (добавки) контрольного компонента (C) должен удовлетворять условию

$$C - C_q \leq K,$$

где C_q – действительное значение содержания (добавки) компонента,

K – норматив оперативного контроля точности

4. Оформление результатов поверки

4.1. Результаты поверки хроматографа заносят в протокол по форме приложения 3.

4.2. Результаты поверки хроматографа с двумя и более детекторами заносят в отдельные протоколы для хроматографа с каждым из детекторов.

4.3. Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя.

4.4. Положительные результаты периодической поверки оформляют выдачей свидетельства установленной формы по ПР 50.2.006–94.

4.5. Хроматографы, не удовлетворяющие требованиям настоящей рекомендации, к выпуску в обращение и применению не допускают и на них выдают извещение с указанием причин непригодности по ПР 50.2.006–94.

Приложение 1

Условия поверки	Норма для детекторов							
	по тепло-проводности	пламенно-ионизационного	электронно-захватного	постоянной скорости рекомбинации электронов	ионизационно-резонансного	пламенно-фотометрического	термо-ионного	термо-аэро-зольного
Температура, °С, в термостатах колонок детектора, испарителя	150±10	150±50					250±10	
Расход газа-носителя, см ³ /мин	30±10				60±10	30±10	50±10	
Газ-носитель	Гелий или азот	Азот						
Вид дозатора, объем дозы, см ³	Газовый 0,125 Микро- шприц $1 \cdot 10^{-3}$	Микро- шприц $1 \cdot 10^{-3}$						

Условия поверки	Норма для детекторов							
	по тепло-проводности	пламенно-ионизационного	электронно-захватного	постоянной скорости рекомбинации электронов	ионизационно-резонансного	пламенно-фотометрического	термоионного	термоаэрозольного
Колонка, заполнение и обработка	Металлическая длиной 2 м, заполненная алюмогелем А=1 (фракция 0,25–0,5 мм), обработанным 5%-ным раствором Na_2CO_3	Стеклянная длиной 1 м, заполненная хроматоном (фракция 0,125–0,16 мм), пропитанным 5%-ным раствором SE-30						
Контрольная смесь:	Пропан–гелий (азот) Гептан– nonан		Линдан–гексан			Метафос–гексан		
массовая концентрация контрольного компонента, mg/cm^3	$(3,5\text{--}6,0)\cdot10^{-2}$ (пропан) 3–6 (гептан)		$(3,5\text{--}6,0)\cdot10^{-3}$ (пропан) 0,3–0,6 (гептан)		$(4,0\text{--}5,0)\cdot10^{-3}$		$(1,0\text{--}2,0)\cdot10^{-2}$	$(1,0\text{--}2,0)\cdot10^{-4}$
объемная доля контрольного компонента, %	1,9–3,3 (пропан)		$(1,9\text{--}3,3)\cdot10^{-1}$ (пропан)					

Приложение 2

ИНСТРУКЦИЯ

по приготовлению контрольных растворов

Настоящая инструкция устанавливает методику приготовления растворов, предназначенных для контроля метрологических характеристик хроматографов.

Диапазон содержания контрольного компонента – $5 \cdot 10^{-5} + 10 \text{ мг}/\text{см}^3$. Относительная погрешность определения массовой концентрации контрольного компонента не превышает 10%.

П.1. Средства измерений, реактивы растворов

Для приготовления растворов используют следующие средства измерений, стандартные образцы и реактивы:

– весы лабораторные общего назначения класса точности 2 с наибольшим пределом взвешивания 200 г, с ценой деления 0,1 мг по ГОСТ 24104;

- термометр лабораторный с ценой деления $0,1^\circ\text{C}$ по ГОСТ 215;

- пипетки класса точности 2 с номинальной вместимостью 1,2; 5; 10 см³ по ГОСТ 20292;

- гексахлорциклогексан (линдан) ГСО-1855;

- метафос ГСО 1854;

- гепттан по ГОСТ 25828;

- декан квалификации “ч” по ТУ 6-09-3704;

- гексан квалификации “ч” по ТУ 6-09-3375.

Примечание. Допускается применять другие средства измерений, метрологические характеристики которых соответствуют указанным в настоящей рекомендации.

П. 2. Процедура приготовления растворов

П.2.1. Растворы в диапазоне 1–10 мг/см³ приготавливают объемно-весовым методом. Массовую концентрацию контрольного компонента (C_i) определяют по формуле

$$C_i = \frac{m_i}{v},$$

где: m_i – масса контрольного компонента, мг;
 v – объем приготовленного раствора, см³.

П.2.2. Исходные вещества, используемые для приготовления раствора, выдерживают не менее 2 ч в лабораторном помещении.

П.2.3. Температура окружающей среды при приготовлении контрольных растворов не должна изменяться более, чем на 4°С.

П.2.4. Определяют массу (m_1) мерной колбы вместимостью 100 см³. Результат взвешивания записывают до первого десятичного знака.

П.2.5. В мерную колбу вносят 100–1000 мг контрольного компонента и вновь взвешивают колбу (m_2).

П.2.6. Вычисляют массу контрольного компонента (m) в мг

$$m = m_1 - m_2.$$

П.2.7. В колбу с контрольным компонентом вводят 20–25 см³ растворителя, перемешивают содержимое и доводят объем раствора до 100 см³. Тщательно перемешивают раствор.

П.2.8. Рассчитывают массовую концентрацию контрольного компонента по П. 2.1.

П.2.9. Растворы с содержанием контрольного компонента (5·10⁻⁵–1) мг/см³ приготавливают объемным методом путем последовательного разбавления более концентрированных растворов. Массовую концентрацию контрольного компонента рассчитывают по формулам:

$$C_1 = \frac{C_o \cdot V_1}{100},$$

$$C_2 = \frac{C_1 \cdot V_2}{100},$$

$$C_n = \frac{C_{n-1} \cdot V_n}{100},$$

где: n – номер ступени разбавления исходного контрольного раствора с концентрацией C_o ;

V_1, V_2, V_n – аликвотная доля раствора с концентрацией

C_o, C_1, C_{n-1} – соответственно, мг/см³.

П.2.10. Перед каждым разбавлением рассчитывают значение аликвотной доли раствора (V_1, V_2, V_n), исходя из заданного значения концентрации контрольного компонента (C_1, C_2, C_n) и концентрации разбавляемого раствора.

П.2.11. В мерную колбу вместимостью 100 см³ вносят аликовотную долю разбавляемого раствора, доводят объем приготавливаемого раствора до 100 см³ и тщательно перемешивают.

П.3. Хранение контрольных растворов

П.3.1. Контрольную смесь хранят в чистых сухих склянках с хорошо притертymi пробками, вдали от источников огня и нагревательных приборов при температуре 4–8°C.

Срок хранения исходного раствора 3–5 дней, смеси меньших концентраций хранению не подлежат.

Приложение 3

Протокол № _____
проверки хроматографа, принадлежащего

наименование организации	
Тип хроматографа	Детектор
Изготовитель	Год изготовления
Порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя	
Наименование и номера блоков	
Условия поверки:	
температура окружающего воздуха	K (°C)
атмосферное давление	кПа
относительная влажность	%
напряжение питания	V

1. Определение дрейфа и уровня флюктуационных шумов нулевого сигнала

Наименование параметра	Значение параметра	
	по паспорту	действительное

2. Определение предела детектирования

Значение выходного сигнала	Значение предела детектирования	
	по паспорту	действительное

3. Определение среднего квадратического отклонения выходного сигнала

Значение выходного сигнала			Среднее арифметическое значение выходного сигнала			Среднее квадратическое отклонение выходного сигнала		
t_i	h_i	S_i	t	h	S	σ_i	σ_h	σ_s

4. Определение изменения выходных сигналов за 48 ч непрерывной работы

Значение выходного сигнала			Среднее арифметическое значение выходного сигнала			Значение по паспорту			Действительное значение		
t_{ii}	h_{ii}	S_{ii}	t_i	h_t	S_t	$\delta_{t,i}$	$\delta_{h,i}$	$\delta_{s,i}$	$\delta_{t,i}$	$\delta_{h,i}$	$\delta_{s,i}$

5. Определение погрешности коэффициента деления выходного сигнала

Номинальное значение коэффициента деления	Значение напряжения U_i , мВ	Показание потенциометра КСП4, нм	Погрешность коэффициента деления $\Delta M_i, \%$

6. Определение погрешности результатов измерений

Значение содержания (добавка) контрольного компонента, полученное при измерении	Значение содержания контрольного компонента по паспорту (расчетное значение добавки)	Норматив оперативного контроля погрешности по НД на МВИ

Заключение по результатам поверки _____

Выдано свидетельство (извещение о непригодности)

№ _____ от " ____ " 19 ____ г.

Поверку проводил _____
подпись

" ____ " 19 ____ г.