МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНО–ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
"СОЮЗГАЗАВТОМАТИКА" (ВНПО СГА)

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ВНИПИАСУГАЗПРОМ)

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МЕТОДИКА

ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА

РД 51-89-84

Москва 1984

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНОЕ НАУЧНО–ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
"СОЮЗГАЗАВТОМАТИКА" (ВНПО СГА)

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО–ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ
ИНСТИТУТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (ВНИПИАСУГАЗПРОМ)

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МЕТОДИКА

ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА

РД 51-89-84

Москва 1984

РАЗРАБОТАН	ВНИО "Союзгазавтоматика"	
	Главный инженер	В.Г.Блохин
	Руководитель темы	В.А.Айралетов
	Исполнители:	Ж.С.Сошина Л.А.Степкина Н.В.Кириллова
СОГЛАСОВАН	Отделом стандартизации, метрологии и качества продукции Мингазпрома	
	Начальник	А.К.Гаврилин
УТВЕРЖДЕН	Техническим Управлением Мингазпрома	
	Начальник	А.Д.Седых

УДК 622.324.5(084.21):001.8 Группа Т 58

РУКОВОДЯЩИЙ НОРМАТИВНЫЙ ДОКУМЕНТ

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РД 51 - 89 - 84

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Вводится впервые

Настоящий руководящий документ распространяется на обработку диаграмм самопишущих средств измерения, применяемых для определения количества газа методом переменного перепада давления на газоизмерительных пунктах (ГИП) производственных объединений Мингазпрома.

Руководящий документ устанавливает номенклатуру средств обработки диаграмм и требования к проверке их работоспособности, правила обработки различных видов записей изменяющихся во времени значений параметров, расчет количества газа по результатам планиметрирования и требования к оформлению результатов обработки диаграмм.

Руководящий документ соответствует требованиям Правил РД 50-213-80, повышает достоверность определения количества природного газа и расширяет область применения метода переменного перепада давления.

I. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

I.I. Условные обозначения основных величин и их единицы измерения указаны в табл.I.

Таблица I

Величина	Условное обозначение	Единица измерения
Среднее значение абсолютного давления газа	$\bar{P}$	кгс/см^2
Среднее за период планиметрирования значение избыточного давления	$\bar{P}_{п}$	кгс/см^2
Предел измерения избыточного давления	$P_{пр}$	кгс/см^2
Барометрическое давление	$P_{б}$	кгс/см^2

Величина	Условное обозначение	Единица измерения
Экстремальное (максимальное или минимальное) значение избыточного давления на диафрагме	$P_м$	кгс/см^2
Среднее значение абсолютной температуры газа	$\bar{T}$	К
Среднее за период планиметрирования значение температуры газа	$\bar{t}$	^oC
Верхний предел измерения температуры	$t_в$	^oC
Нижний предел измерения температуры	$t_н$	^oC
Экстремальное (максимальное или минимальное) значение температуры	$t_м$	^oC
Перепад давления на диафрагме	ΔP	кгс/см^2
Предел измерения перепада давления	$\Delta P_{пр}$	кгс/см^2
Экстремальное (максимальное или минимальное) значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме	$\sqrt{\Delta P_м}$	(кгс/см^2)^{0,5}
Среднее за период планиметрирования значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме	$\overline{\sqrt{\Delta P}}$	(кгс/см^2)^{0,5}
Период планиметрирования	τ	ч
Предельное значение показания пропорционального планиметра	$N_п$	-
Предельное значение показания корневого планиметра	$N_к$	-
Текущее значение показания планиметра, соответствующее среднему за время τ значению избыточного давления газа	$N_р$	-
Текущее значение показания планиметра, соответствующее среднему за время τ значению температуры газа без учета нижнего предела измерения температуры	N_t	-

Величина	Условное обозначение	Единица измерения
Текущее значение показания планиметра, соответствующее среднему за время τ значению корня квадратного из перепада давления на диафрагме	$N_{\sqrt{\Delta P}}$	-
Длина шкалы самопишущего прибора, соответствующая диапазону измерения	ℓ_m	см
Скорость протяжки часового механизма	v_τ	см/ч
Количество газа, приведенное к нормальным условиям ($P = 1{,}03323$ кгс/см^2 и $t = 20\ ^0$C)	$V_н$	м^3
Плотность газа при нормальных условиях	$\rho_{нон}$	кг/м^3
Диаметр отверстия диафрагмы при рабочей температуре	d	мм
Коэффициент расхода при $Re = 10^6$	α^*	-
Поправочный множитель на влажность газа	K_φ	-
Поправочный множитель на число Рейнольдса	K_{Re}	-
Коэффициент расширения газа	ε	-
Коэффициент сжимаемости газа	K	-
Содержание углекислого газа в природном газе	N_{CO_2}	-
Содержание азота в природном газе	N_{N_2}	-
Температура точки росы по воде	$t_р$	^{0}C
Показатель адиабаты	$\varkappa$	-
Динамическая вязкость газа	μ	кгс с/м^2
Расход газа при $Re = 10^6$	$Q^*_н$	м^3/час

Остальные обозначения указаны непосредственно в тексте.

2. СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ

2.I. Средства обработки дисковых диаграмм.

2.I.I. Планиметры (ГОСТ I8248-72):

- корневой типа ПК-I, ПК-2, ПК-3;
- пропорциональный типа ПП-Б, ПП-I.

Примечание. Допускается применение также импортных планиметров.

2.I.2. Круглый поворотный столик.

2.2. Средства обработки ленточных диаграмм.

2.2.I. Полярный планиметр типа ПП-М.

2.2.2. Прямоугольный гладкий столик.

2.3. Средства вычислений.

2.3.I. Электронная клавишная вычислительная машина типа "Электроника" (БЗ-36, БЗ- 38 и т.д.).

3. ПОДГОТОВКА К ОБРАБОТКЕ ДИАГРАММ

3.I. Общие требования.

3.I.I. Обработку дисковых диаграмм корневым или пропорциональным планиметром производят на специальном круглом поворотном столике.

3.I.2. Обработку ленточных диаграмм полярным планиметром производят на прямоугольном гладком столике.

3.I.3. Перед обработкой диаграммы необходимо проверить планиметр в соответствии с требованиями заводской инструкции.

В результате проверки планиметра должно быть установлено, что:

- наибольшая продолжительность свободного вращения барабана

от воздействия на него рукой человека – не менее 3 с;

– осевой люфт отсчетного барабана – не более 0,05 мм;

– угловой люфт счетного барабана при неподвижном лимбе – не более 0,1 оборота (10 делений барабана);

– расхождение в определении площадей полярным планиметром при расположении счетного механизма справа и слева относительно полюса планиметра при обводке квадрата со стороной 10 см, начерченного на диаграммной ленте, – не более 3-х делений;

– приведенная погрешность планиметра, определяемая с помощью контрольной линейки, входящей в комплект планиметра, должна соответствовать требованиям действующих НТД.

Примечание. Приведенные погрешности импортных планиметров, предназначенных для обработки дисковых диаграмм, не должны превышать значений, указанных в сопроводительной документации. Оценку этих погрешностей осуществляют следующим образом:

– определяют средние арифметические значения N_0 и $N_{пр}$ показаний отсчетного устройства планиметра по результатам трехкратной обводки соответственно внутренней (с нулевой отметкой шкалы) и внешней (с предельной отметкой шкалы) оцифрованных окружностей дисковой диаграммы;

– используя указанные в сопроводительной документации нормированные значения $N_{0н}$ и $N_{пр\,н}$ показаний планиметра для тех же шкал, определяют приведенные погрешности по формуле:

$$\delta_{пр} = \frac{N_0 - N_{0н}}{N_{пр\,н}} \cdot 100\% \quad , \qquad (1)$$

$$\delta = \frac{N_{пр} - N_{прн}}{N_{прн}} 100\% \qquad (2)$$

и сравнивают их с погрешностями из сопроводительной документации на прибор.

3.I.4. Перед обработкой диаграмму необходимо зафиксировать на специальном столике.

Фиксацию дисковых диаграмм производят после того, как с помощью кнопочного штифта и пластины-шайбы, входящих в комплект планиметра, совместят центры диаграммы, кнопочного штифта прибора и вращения круглого поворотного столика.

Ленточную диаграмму с суточной записью параметра разоивают на участки по п.4.2.4 и закрепляют нужный участок на рабочей поверхности прямоугольного гладкого столика. Планиметр устанавливают вне пределов диаграммы так, чтобы полюсный рычаг образовывал с обводным рычагом, установленным, приблизительно, в средней части планиметрируемого участка, угол в 90^0.

4. ОБРАБОТКА ДИАГРАММЫ

4.I. Планиметрирование дисковых диаграмм.

4.I.I. Корневые и пропорциональные планиметры для обработки диаграмм должны применяться в соответствии с требованиями своих паспортов.

4.I.2. На линии записи значений контролируемого параметра в точке пересечения её с дугой времени диаграммы наносят карандашом риски, соответствующие началу и окончанию сектора (участка) планиметрирования.

При планиметрировании записи, соответствующей интервалу време-

ни равному 24 часам (т.е. кривая записи параметра замкнута), наносят одну риску, соответствующую одновременно началу и окончанию планиметрирования.

При планиметрировании незамкнутой кривой записи параметра или последовательном планиметрировании по интервалам времени меньшим 24 часов (планиметрирование по секторам) наносят две или больше рисок в зависимости от количества планиметрируемых секторов.

4.I.3. Планиметр необходимо установить на закрепленной диаграмме так, чтобы кнопочный штифт вошел в паз планиметра, а обводной оказался вблизи карандашной риски на линии записи. При этом счетный механизм должен находиться слева.

4.I.4. Нулевые деления лимба и счетного барабана необходимо точно совместить с контрольными рисками планиметра, а обводной штифт - с точкой начала отсчета в месте пересечения карандашной риски с записью.

4.I.5. Запись обводят, перемещая планиметр с помощью поводка против часовой стрелки, не отклоняясь при этом от линии записи. Для обеспечения точной обводки линии записи следует поворачивать столик с закрепленной на нем диаграммой по часовой стрелке и следить за тем, чтобы обводной штифт все время находился перед оператором.

4.I.6. При интервале планиметрирования равном 24 часам запись следует обводить так, чтобы обводной штифт возвратился в точку начала отсчета.

При несовпадении конечной и начальной точек записи значений контролируемого параметра обводной штифт возвращают в начальную точку по дуге времени. После этого снимают показания.

4.I.7. При планиметрировании незамкнутых линий записи (менее 24 часов) необходимо после окончания обводки из конечной

точки записи провести штифт по дуге времени до окружности, соответствующей начальной точке обводки, и снять показания. Пример обработки диаграммы с незамкнутой линией записи представлен в Приложении I.

4.I.8. При последовательном непрерывном планиметрировании по секторам необходимо после окончания обводки в каждом интервале из конечной точки записи провести штифт по дуге времени до окружности, соответствующей начальной точке обводки диаграммы и снять показания планиметра. Вновь провести штифт по дуге времени до пересечения с линией записи (до начальной точки следующего сектора) и продолжить планиметрирование аналогичным способом. Пример обработки диаграммы по секторам представлен в Приложении 2.

4.I.9. В конечной точке планиметрируемого участка снимают показания с лимба и барабана в виде трехзначного числа.

Планиметрирование следует производить 3 раза.

Окончательный результат планиметрирования принимают как среднее арифметическое значение трех отсчетов, из которого образуют планиметрическое число:

- для корневого планиметра посредством отделения запятой первой цифры;

- для пропорционального - посредством отделения запятой первых двух цифр.

4.I.I0. При последовательном непрерывном планиметрировании нескольких секторов результат планиметрирования для каждого интервала, начиная со второго, получают вычитанием из последнего показания планиметра предшествующего показания. Из этой разности в соответствии с п.4.I.9 образуют планиметрическое число для каждого сектора.

4.2. Планиметрирование ленточных диаграмм.

4.2.I. Полярный планиметр для обработки диаграммы следует применять в соответствии с требованиями заводской инструкции и паспорта.

4.2.2. Для определения среднего значения измеряемого параметра, записанного на ленточной диаграмме, определяют площадь, ограниченную линией записи значения контролируемого параметра, линией, соответствующей минимуму предела измерения контролируемого параметра и двумя линиями, соответствующими началу и окончанию планиметрируемого интервала времени.

4.2.3. Перед планиметрированием устанавливают полюс вне границ планиметрируемой площади, а визир обводной лупы - в среднюю часть контура, так чтобы угол между полюсным и обводным рычагами был равен приблизительно 30°. Затем производят пробный обвод контура по часовой стрелке, следя, чтобы угол между рычагами планиметра находился в пределах от 30° до 150°, как показано на Рис.I. При значениях углов между рычагами менее 30° и более 150° планиметр работает неустойчиво.

4.2.4. Для обеспечения условий п.4.2.3. и в соответствии с рекомендациями раздела 4 6 на линии записи контролируемого параметра рисками выделяют участок для планиметрирования (как правило с интервалом в 8 ч).

4.2.5. Выбрав планиметрируемый участок и установив в правильное положение полюс планиметра, совмещают визир обводной лупы с начальной точкой обвода контура и снимают показания счетных механизмов. Затем перемещают визир обводной лупы по часовой стрелке строго по линии контура, следя за тем, чтобы счетное колесико не перекатывалось с плоскости стола на диаграмму, и остановившись в начальной точке вновь снимают показания. Разность двух отсчетов до и после обвода составляет планиметрическое число.

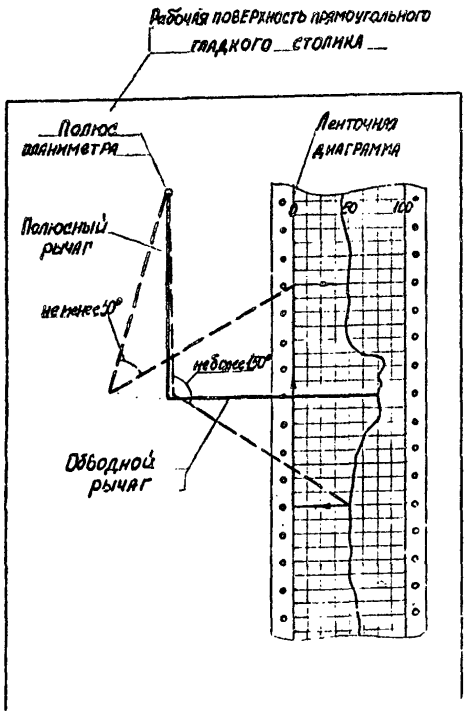

Рабочая поверхность прямоугольного гладкого столика
Полюс планиметра
Ленточная диаграмма
Полюсный рычаг
не менее 30°
не более 150°
Ободной рычаг
0
50
100

Рис. 1

Планиметрирование площади производят дважды. Окончательное планиметрическое число определяют как среднее арифметическое двух планиметрических чисел.

4.2.6. Отсчет по полярному планиметру записывается в виде четырехзначного числа: первая цифра берется по стрелке диска (одно деление равно I00 $см^2$), вторая и третья - барабанчика (десятки и единицы), четвертая - по нониусу (десятые доли). Отсчет по нониусу берется при совпадении штриха нониуса со штрихом барабанчика.

4.3. О б р а б о т к а д и а г р а м м с п у л ь с и р у ю щ е й з а п и с ь ю .

4.3.I. Пульсирующая запись, как правило, бывает на диаграммах с записью перепада давления. Поскольку целью планиметрирования является определение средних значений расхода или количества газа, пропорциональных корню квадратному из перепада давления, то планиметры для обработки соответствующих диаграмм выбирают такими, чтобы результат планиметрирования был выражен средним значением корня квадратного из перепада давления. При пульсирующей записи параметра планиметрирование производят раздельно по верхней и нижней границам пульсирующей записи. В этом случае конечный результат планиметрирования определяют как среднее арифметическое значение двух раздельных результатов планиметрирования. Таким образом получают планиметрическое число пропорциональное среднему значению корня квадратного из перепада давления. Пример обработки диаграммы с пульсирующей записью представлен в Приложении 3.

4.3.2. Если ширина (двойная амплитуда) пульсации менее 5 мм, то допускается планиметрирование производить по средней линии ширины пульсации.

4.3.3. Если период колебаний более 5 мм, то планиметрирование необходимо производить по линии записи контролируемого параметра.

Примечание. При наличии пульсации потока, т.е. при получении пульсирующей записи значений перепада давления на диафрагме, результат планиметрирования такой диаграммы, а , следовательно, и среднее значение корня квадратного из перепада давления, содержит дополнительную погрешность, величина и знак которой не могут быть определены.

С доверительной вероятностью равной 0,9 дополнительная погрешность от пульсаций не превысит значения равного

$$\delta_n = \frac{4\sqrt{\Delta P}}{2\sqrt{\Delta P}} 100\%,$$

где $4\sqrt{\Delta P}$ и $\sqrt{\Delta P}$ - среднегодовые значения соответственно ширины пульсации (двойная амплитуда) и действительного значения корня квадратного из перепада давления на диафрагме.

Поэтому при наличии пульсаций необходимо принять меры по выявлению причин их возникновения и по их устранению.

4.4. Обработка диаграмм с периодически повторяющимися пиками.

4.4.I. При наличии в записи перепада давления резких, периодически повторяющихся равнозначных как по величине, так и по ширине пиков, длительность по времени которых не может быть определена визуально, планиметрирование должно производится без учета этих пиков в соответствии с пп.4.I, 4.2, 4.3. Результат

планиметрирования в этом случае содержит ошибку, поэтому после выяснения причин возникновения пиков и экспериментального определения длительности их по времени вносят поправку в результат в виде коэффициента $K_п$.

В этом случае планиметрическое число после обработки записи перепада давления определяют по формулам:

$$N_{\overline{\Delta P}} = N'_{\overline{\Delta P}} K_п \quad , \tag{3}$$

$$K_п = I - \frac{N'_{\overline{\Delta P}} - N_{пп}}{N'_{\overline{\Delta P}}} \cdot \frac{\Delta \tau_п}{\tau} \cdot n \tag{4}$$

где $N'_{\overline{\Delta P}}$ – планиметрическое число, полученное при планиметрировании без учета пиков;

$\Delta \tau_п$ – ширина пика, определенная экспериментально, ч;

n – число пиков за планиметрируемый период;

$N_{пп}$ – планиметрическое число, полученное при планиметрировании кривой, соединяющей острия пиков, направленных в одну сторону от средней линии записи.

Для определения $N_{пп}$ необходимо провести дополнительное планиметрирование по кривой, соединяющей острия пиков. При планиметрировании этой кривой обводной штифт следует вести по окружности, проходящей через острие первого пика, до пересечения с дугой времени второго пика, далее – по этой дуге до окружности, проходящей через острие второго пика, вновь по окружности до дуги времени третьего пика и по дуге времени до окружности, проходящей через острие третьего пика и т.д. Пример планиметрирования диаграммы с повторяющимися пиками представлен в Приложении 3.

При $0{,}999 \leq K_п \leq I{,}001$ принимают $K_п = I$.

4.5. Определение средних значений измеряемых параметров по ре-

зультатам планиметрирования.

4.5.1. С помощью корневого планиметра определяют среднее за время τ значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме (размерность $\overline{\sqrt{\Delta P}}$ определяется размерностью $\sqrt{\Delta P_{пр}}$)

$$\overline{\sqrt{\Delta P}} = 24 \frac{\sqrt{\Delta P_{пр}}}{N_k} \cdot \frac{N_{\sqrt{\Delta P}}}{\tau} , \qquad (5)$$

4.5.2. С помощью пропорционального планиметра определяют средние за время τ значения избыточного давления и температуры газа (размерности $\bar{P}_и$, $\bar{t}$ определяются размерностями соответственно $P_{пр}$, $t_в$ и $t_н$):

$$\bar{P}_и = 24 \frac{P_{пр}}{N_k} \cdot \frac{N_p}{\tau} , \qquad (6)$$

$$\bar{t} = 24 \frac{t_в - t_н}{N_k} \cdot \frac{N_t}{\tau} + t_н , \qquad (7)$$

Примечание. При применении импортных планиметров необходимо внимательно ознакомиться с инструкцией по эксплуатации и обратить особое внимание на рекомендации по отсчету показаний планиметра. Большинство импортных планиметров требует введения поправок в результат отсчета.

4.5.3. С помощью полярного планиметра определяют средние за время τ значения температуры, избыточного давления газа и корня квадретного из перепада давления на диафрагме:

$$\bar{t} = \frac{t_в - t_н}{c_ш \cdot v_r \cdot \tau} N_t + t_н , \qquad (8)$$

$$\bar{P}_и = \frac{P_{пр}}{c_ш \cdot v_r \cdot \tau} N_p , \qquad (9)$$

$$\sqrt{\overline{\Delta P}} = \frac{\sqrt{\Delta P_{пр}}}{l_{ш} \cdot v_2 \cdot \tau} \cdot N_{\sqrt{\Delta P}} \qquad (10)$$

Следует иметь в виду, что для полярного планиметра планиметрические числа N_t, N_p, $N_{\sqrt{\Delta P}}$ имеют размерность – см^2.

4.6. Обработка диаграмм с записью изменяющихся во времени параметров.

4.6.1. Для нестационарного потока при определении количества газа по осредненным значениям параметров за определенный период времени возникает дополнительная погрешность.

Этой погрешностью можно пренебречь, если ее значение не превышает 0,1%.

При невыполнении этого условия период времени, за который определяют количество газа, необходимо разбить на ряд интервалов. Для каждого такого временного интервала (т.е. сектора на диаграмме) фиксируют результат планиметрирования и определяют количество газа. Суммируя полученные значения количества газа за каждый интервал времени, определяют количество газа за весь период.

4.6.2. Диаграмму не разбивают на сектора при отсутствии взаимных претензий между производственными объединениями при пропускной способности ГИП менее 1 млн.м^3 в сутки и при изменении параметров в указанных диапазонах:

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_м} - \sqrt{\overline{\Delta P}}}{\sqrt{\overline{\Delta P}}} \right| 100\% < 50\%$$

$$\left| \frac{P_м - \overline{P}_и}{\overline{P}_и} \right| 100\% < 1\% \qquad (11)$$

$$\left| \frac{t_м - \overline{t}}{293} \right| 100\% < 1\%$$

$$\left|\frac{\sqrt{\Delta P_м} - \sqrt{\overline{\Delta P}}}{\sqrt{\overline{\Delta P}}}\right| \cdot 100\% < 5\%$$

$$\left|\frac{P_м - \overline{P}_м}{P_м}\right| \cdot 100\% \geqslant 1\% \qquad (12)$$

$$\left|\frac{t_м - \overline{t}}{293}\right| \cdot 100\% < 1\%$$

$$\left|\frac{\sqrt{\Delta P_м} - \sqrt{\overline{\Delta P}}}{\sqrt{\overline{\Delta P}}}\right| \cdot 100\% < 5\%$$

$$\left|\frac{P_м - \overline{P}_м}{P_м}\right| \cdot 100\% < 1\% \qquad (13)$$

$$\left|\frac{t_м - \overline{t}}{293}\right| \cdot 100\% \geqslant 1\%$$

4.6.3. Невыполнение условий (II) + (I3) для любой из пар параметров $\sqrt{\Delta P}$ и $P_м$ или(и) $\sqrt{\Delta P}_м$ и t влечет за собой необходимость деления диаграммы этой пары на два сектора.

В пределах каждого сектора или одного из них изменения параметра должно быть наименьшим. Границы секторов, если это возможно, намечают в местах скачкообразного изменения параметр.

Притом, первоначальному анализу рекомендуется подвергать

диаграммы с записью $P_и$ или t для одного и того же измерительного трубопровода.

Если же по ним выделение секторов затруднено, допускается подвергать анализу диаграмму перепада давления, обладающую наиболее резким изменением параметра, что нередко облегчает разбиение на сектора.

4.6.4. По точкам пересечения линии записи параметра с дугами времени, ограничивающими первый сектор, определяют для него интервал времени.

4.6.5. Найденный интервал времени τ_i исследуемой диаграммы переносят на остальные для данного ГИП диаграммы таким образом, чтобы дуги времени каждой диаграммы совпадали как по началу отсчета ζ_i, так и по длительности его.

4.6.6. После деления диаграммы на 2 сектора проводят проверку необходимости этого деления с учетом фактора времени путем поочередной проверки для каждого из секторов выполнения неравенств

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_{мi}} - \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\Delta P}} \cdot \frac{P_{мi} - \bar{P}_и}{\bar{P}_и} \cdot \frac{\tau_i}{\tau} \right| \leq 0{,}002 \frac{\bar{\rho}}{\bar{\rho}_и} \qquad (I4)$$

и (или)

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_{мi}} - \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\Delta P}} \cdot \frac{t_{мi} - t}{293} \cdot \frac{\tau_i}{\tau} \right| \leq 0{,}002 \frac{T}{293} \qquad (I5)$$

где $\sqrt{\Delta P_{мi}}$, $P_{мi}$, $t_{мi}$ – экстремальное (максимальное или минимальное) в выбранном секторе значение параметра, соответствующее наибольшему отклонению его от среднего значения за весь период планиметрирования;

i – номер сектора;

τ_i – интервал времени i-го сектора

$$\bar{P} = P_б + \bar{P}_и \quad , \qquad \bar{T} = \bar{t} + 273{,}15 \tag{I7}$$

$$\tau = \sum_{i=1}^{m} \tau_i \tag{I8}$$

При выполнении условий (I4), (I5) для обоих секторов диаграмму не разбивают на сектора и количество газа определяют по результатам планиметрирования всей записи измеряемых параметров.

При не выполнении условий (I4), (I5) хотя бы для одного из секторов убеждаются, таким образом, в необходимости деления на сектора по выделенным интервалам времени.

При этом целесообразно сначала проводить проверку выполнения условий (I4), (I5) для сектора с наибольшим отклонением параметров от их среднего за весь период значения. Если для этого сектора условия (I4), (I5) выполняются, проверке подвергают оставшийся сектор.

Примечание. Для простоты расчетов правая часть неравенств (I4), (I5) может быть заранее рассчитана и использована в повседневном анализе записей мгновенных значений контролируемых параметров. Для расчета значений $\bar{P}/\bar{P}_и$ и $\bar{T}$ могут быть использованы среднегодовые значения этих параметров.

Допускается необходимость деления диаграммы на сектора проверять по графику рис.2. По вертикальной оси откладываются значения $\left|\frac{\rho_{иi} - \bar{\rho}_и}{\bar{\rho}_и}\right|$ или $\left|\frac{t_{мi} - \bar{t}}{293}\right|$, а по горизонтальной – $\left|\frac{\sqrt{\Delta\rho_{мi}} - \sqrt{\Delta\bar{\rho}}}{\sqrt{\Delta\bar{\rho}}} \cdot \frac{\tau_i}{\tau} \cdot 24\right|$

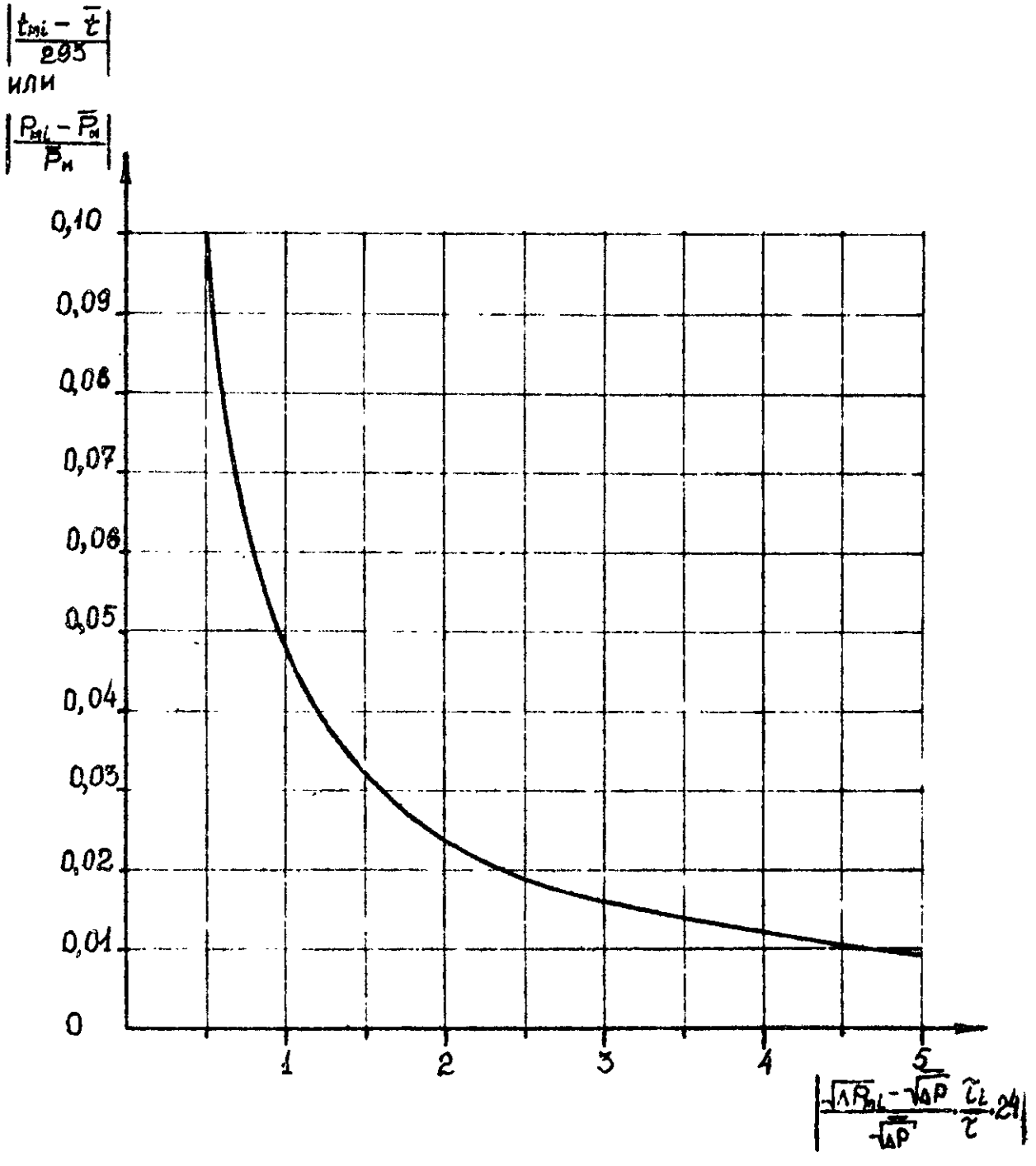

$\left|\frac{t_{mi}-\bar{t}}{293}\right|$
или
$\left|\frac{P_{mi}-\bar{P}_н}{\bar{P}_н}\right|$
0,10
0,09
0,08
0,07
0,06
0,05
0,04
0,03
0,02
0,01
0
1
2
3
4
5
$\left|\frac{\sqrt{\Delta P_{mi}}-\sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\Delta P}}\cdot\frac{\tau_i}{\tau}\cdot 24\right|$

Рис. 2

Если точка с полученными координатами попадает на кривую или в область, лежащую выше кривой, диаграмму необходимо делить на сектора. Если же точка оказывается в области ниже кривой - диаграмму разбивать на сектора не следует и количество газа определяется по средним значениям за весь период записи параметров.

4.6. 7. При необходимости деления диаграммы по секторам эти сектора планиметрируют и по полученным планиметрическим числам определяют средние значения тех параметров, для которых не выполняются условия неравенств (14), (I5), т.е. определяют $\sqrt{\Delta P_i}$ и $\bar{P}_i$ или (и) $\sqrt{\Delta P_i}$ и $\bar{t}_i$.

По средним в каждом секторе значениям параметров проверяют достаточное условие разбиения диаграммы на сектора по неравенствам:

$$\left| \frac{\sum_{i=1}^{m-1} \sqrt{\Delta P} \cdot \sqrt{(\bar{P}_{ni} + 1)} \tau_i}{\sum_{i=1}^{m} \sqrt{\Delta P_i} \sqrt{(\bar{P}_{ni} + 1)} \cdot \tau_i} - 1 \right| \leq 0{,}003 \qquad (19)$$

и (или)

$$\left| \frac{\sum_{i=1}^{m-1} \frac{\sqrt{\Delta P_i}}{\sqrt{T_i}} \cdot \tau_i}{\sum_{i=1}^{m} \frac{\sqrt{\Delta P_i}}{\sqrt{T_i}} \cdot \tau_i} - 1 \right| \leq 0{,}003 \qquad (20)$$

где m - количество секторов диаграммы от последнего деления;

$(m-1)$ - количество секторов диаграммы от предыдущего деления.

Неравенства (I9), (20) даны в общем виде для любого количества разбиений.

В знаменатель этих неравенств подставляют средние значения параметров и значения интервалов времени всех секторов последнего разбиения. В числитель - средние значения и значения ин-

тервалов времени предыдущего разбиения.

Если предыдущего разбиения не было, в числитель подставляют средние значения параметров за весь период записи.

Выполнение неравенств (I9), (20) свидетельствует о правильности произведенного посекторного планиметрирования диаграммы. Не выполнение этих неравенств свидетельствует о недостаточном количестве выделенных секторов и о необходимости дальнейшего деления какого-то из уже имеющихся секторов вновь на два сектора.

Какой из секторов надо делить определяют подставляя в левую часть неравенств (I4), (I5) вместо $\sqrt{\overline{\Delta P}}$, $\overline{P}_{и}$ и $\overline{t}$ средние значения этих величин по каждому сектору. Делению следует подвергать тот сектор, для которого одно из выражений:

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_{мi}} - \sqrt{\overline{\Delta P_i}}}{\sqrt{\overline{\Delta P_i}}} \cdot \frac{P_{мi} - \overline{P}_{мi}}{\overline{P}_{мi}} \cdot \frac{\tau_i}{\tau} \right| \quad \text{или}$$

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_{мi}} - \sqrt{\overline{\Delta P_i}}}{\sqrt{\overline{\Delta P_i}}} \cdot \frac{(t_{мi} - \overline{t}_i)}{293} \cdot \frac{\tau_i}{\tau} \right|$$

окажется наибольшим.

Методика разбиения вновь выбранного сектора на части та же, что и при разбиении всей диаграммы в соответствии с п.4.6.3.

4.6.8. Получив, в результате, на диаграмме 3 сектора и определив в каждом секторе средние значения параметров, проверяем достаточность разбиения по неравенствам (I9), (20).

Так продолжают разбиение диаграммы, каждый раз выбирая один из секторов и деля его на 2 части, до тех пор пока не выполнятся условия неравенств (I9), (20).

4.6.9. Для многониточных ГИП, в которых измерительный поток разветвляется по нескольким одинаковым трубопроводам, оснащенным одинаковыми средствами измерения, достаточен анализ диаграммных записей одного из трубопроводов и, если анализ показал необходимость деления диаграммы на сектора, т.е. определения количества газа по промежуточным интервалам времени, то такое же деление диаграммы необходимо произвести по всем трубопроводам ГИП за те же интервалы времени.

При этом, если за определенный интервал времени давление и абсолютная температура газа в каждом измерительном трубопроводе отличается соответственно не более чем на I% и 2% от среднего по всем трубопроводам значения параметра, то планиметрические числа для этих параметров принимаются равными средним арифметическим значениям по всем трубопроводам.

5. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ГАЗА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПЛАНИМЕТРИРОВАНИЯ ДИАГРАММ

5.I. По результатам разбиения диаграммы на сектора и определения средних значений $\overline{\sqrt{\Delta P_i}}$, $\overline{P}_{Hi}$, $\overline{t}_i$ для каждого сектора рассчитывают количество газа по формулам:

$$C_0 = 2I,09\alpha^* d^2 \qquad (2I)$$

$$\psi_0 = \varepsilon \frac{\mu K \varphi}{\sqrt{\rho_{ном}}} \qquad (22)$$

$$V_{Hi}^* = C_0 C_0 \tau \cdot \overline{\sqrt{\Delta P_i}} \sqrt{\frac{\overline{P}_i}{\overline{T}_i \overline{K}_i}} \qquad (23)$$

α^* – определяют по РД 50-213-80;

$\mu, \alpha, \varepsilon, K, \varphi$ – определяют по РД 50-213-80 с использованием средних за весь период планиметрирования $\overline{\Delta P}$, $\overline{P}$, $\overline{T}$.

K_i – определяют по РД 50-213-80 с использованием средних значений давления (P_i) и температуры (T_i) по каждому сектору.

При T = const или её изменении меньше чем на I%

$$V_{ni}^{*} = C_0 \cdot C_c \cdot \frac{I}{\sqrt{T}} \cdot \sqrt{\Delta P_i} \sqrt{\frac{\bar{P}_i}{K_i}} \cdot \tau_i \qquad (24)$$

При P = const или его изменении меньше чем на I%

$$V_{ni}^{*} = C_0 \cdot C_c \cdot \sqrt{\bar{P}} \cdot \frac{\sqrt{\Delta P_i}}{\sqrt{T_i K_i}} \cdot \tau_i \qquad (25)$$

Определив количество газа для каждого сектора, рассчитывают количество газа за сутки

$$V_n^{*} = \sum_{i=1}^{m} V_{ni}^{*} \qquad (26)$$

При обработке диаграмм без разбиения на сектора (когда после анализа диаграммы убеждаются, что ее не надо разбивать на сектора, или в случае P = const и T = const) количество газа за сутки определяют по формуле

$$V_n^{*} = C_0 \cdot C_c \cdot \tau \sqrt{\Delta P} \cdot \sqrt{\frac{\bar{P}}{\bar{T} \bar{K}}} \qquad (27)$$

5.2. Количество газа за сутки с учетом действительного значения Re определяют по формуле

$$V_n = V_n^{*} \cdot K_{Re} \qquad (28)$$

где K_{Re} определяют в соответствии с требованиями РД 50-213-80 при

$$Q_n^{*} = \frac{V_n^{*}}{\tau} \qquad (29)$$

5.3. Для многониточных ГИП при выполнении условий п.4.6.9 $\varkappa$, μ и K для всех измерительных трубопроводов принимают одинаковыми и рассчитывают в соответствии с требованиями п.5.I.

5.4. Для многониточных ГИП ε определяют в соответствии с требованиями пп.5.I и 4.6.9 для каждого измерительного трубопровода.

---

* Величины рассчитанные при Re = $I0^6$

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ

6.1. На лицевой стороне диаграммы с записью величины перепада давления в центральном круге записываются:

- наименование места расположения газоизмерительного пункта;
- номер измерительного трубопровода (номер нитки);
- обозначение контролируемой величины (ΔP);
- номер измерительного прибора;
- дата (число, месяц, год) проведения измерений.

6.2. На оборотной стороне диаграммы ΔP записываются в виде таблиц величины, необходимые для подсчета количества газа за сутки (см.табл.2, 3).

Таблица 2

Границы интервалов времени	τ_i	$N\sqrt{\Delta P_i}$	$\overline{\sqrt{\Delta P_i}}$	$\overline{T}_i$	$\overline{P}_i$	$\overline{K}_i$	V''_{Hi}
0 ÷ 24	24					—	—

Таблица 3 $\frac{\Sigma V_{Hi}}{V_H}$

ρ_{HCM}	N_{N_2}	N_{CO_2}	t_p

При обработке диаграмм без разбиения на сектора в таблице 2 заполняют одну строку, считая всю диаграмму как бы одним сектором.

При обработке диаграммы по секторам в таблице 2 заполняют столько строк, на сколько секторов разбита диаграмма.

Величины N_{ω_1}, N_{N_2}, t_p записывают с точностью до 2-х значащих цифр; величины N_t, N_p, $N_{\sqrt{\Delta p}}$ записывают в соответствии с пп.4.I.9 и 4.2.6; $\rho_{ном}$ - до 3-х значащих цифр; $V_н$ - до 4-х значащих цифр. Промежуточные расчетные величины должны вычисляться с точностью до 6-ти значащих цифр.

6.3. На лицевой стороне диаграмм с записью величин P и t в центральном круге следует записывать:

- наименование места расположения газоизмерительного пункта;
- номер измерительного трубопровода (номер нитки);
- обозначение контролируемой величины (P или t);
- номер измерительного прибора;
- дата (число, месяц, год) проведения измерения.

На оборотной стороне диаграммы с записью давления должны указываться величины согласно таблице 4.

На оборотной стороне диаграммы с записью температуры необходимо указать величины согласно таблице 5.

Таблица 4

Границы интервалов времени	N_{pi}	$\bar{P}_{ni}$	$P_б$
0 + 24			
:			

Таблица 5

Границы интервалов времени	N_{ti}	$\bar{t}_i$
0 ÷ 24		
⋮		

Примеры записей на диаграммах предоставлены в приложениях 1, 2, 3.

6.4. Лицо, производившее расчеты и запись на диаграмме указывает свою фамилию и ставит подпись на оборотной стороне диаграммы.

Руководитель разработки –
Зав.лабораторией учета газа
и МО АСУ ВНИИАСУгазпрома В.А.Айрапетов

Исполнители:

Зам.зав.лабораторией К.С.Сошина

М.н.с. Л.А.Стёпкина

Инженер Н.В.Кириллова

Согласовано:

Зав.производственным отделом
по метрологии ВНПО "Союзгаз-
автоматика" В.П.Демидова

Начальник группы стандартизации
ВНИИАСУгазпрома К.А.Захарова

Приложение 1
(справочное)

ПРИМЕР № I.

Исходные данные

Паспортные данные.

Предел измерения перепада давления дифманометра

$$\Delta P_{пр} = 0,63 \text{ кгс/см}^2$$

Предел измерения избыточного давления манометра

$$P_{пр} = 60 \text{ кгс/см}^2$$

Диаметр сужающего устройства

$$d = 374,96 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр трубопровода перед диафрагмой при 20°С

$$D = 681,0 \text{ мм}$$

Результаты измерений.

Температура газа $t = 17,2^{\circ}C$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

$$\rho_{сух} = 0,694 \text{ кг/м}^3$$

Содержание углекислого газа в природном газе

$$N_{CO_2} = 0,0013$$

Содержание азота в природном газе

$$N_{N_2} = 0,018$$

Температура точки росы по воде

Газ сухой

№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
I.	Среднее за время τ =I8часов значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\overline{\sqrt{\Delta P}}$	Ф.5 методики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{4,05}{18}$	$0,571(\frac{кгс}{см^2})^{0,5}$

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
2.	Среднее за время τ =18часов значение избыточного давления, $\bar{P}_и$	ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{4}{18}$	39,5кгс/см^2
3.	Экстремальное (минимальное) в секторе от 13ч до 18ч значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_м}$	см.рис.3 т.1		0,316 [illegible] см^2)^{0,5}
4.	Экстремальное (минимальное) в секторе от 13ч до 18ч значение избыточного давления, $P_м$	см.рис.4 т.1		34,8кгс/см^2
5.	Проверка необходимости деления диаграммы на сектора для сектора от 13ч до 18ч	ф.14 Методики	$\frac{0,346-0,571}{0,571} \times$ $\times \frac{34,8-39,5}{39,5} \cdot \frac{5}{18} < 0,002$	$0,013 \nless 0,002$
6.	Т.к. условие не выполняется, планиметрируем диаграмму по 2 секторам τ_1=13ч (от 0ч до 13ч) и τ_2= 5ч (от 13ч до 18ч)			
7.	Среднее за время τ_1=13ч (от 0 до 13ч) значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_1}$	ф.5 методики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{3,19}{13}$	$0,623 \left(\frac{кгс}{см^2}\right)^{0,5}$
8.	Среднее за время τ_1=13ч значение избыточного давления, $P_{и1}$	ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{36,2}{13}$	40,1кгс/см^2
9.	Среднее за время τ_2= 5ч значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_2}$	ф.5 методики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{0,86}{5}$	$0,437 \left(\frac{кгс}{см^2}\right)^{0,5}$

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
I0.	Среднее за время τ_2=5ч (от I3ч до I8ч) значение избыточного давления, $P_{и2}$	ф.6 методики	$24\cdot\frac{60}{I00}\cdot\frac{I3,2}{5}$	38,0 кгс/см^2
II.	Проверка условия достаточности разбиения диаграммы на сектора	ф.I9 методики	$\frac{0,57I\cdot\sqrt{40,5}\cdot I8}{0,437\sqrt{39}\,5+0,623\sqrt{4I,I}\cdot I3}$	I=0,0024<0,003
I2.	Т.к. условие выполняется, приступают к определению количества газа			
I3.	Псевдокритические параметры, $P_{пк}$, $T_{пк}$	ф.66 ф.67 РД 50-2I3-80		47,I кгс/см^2 I92,5 К
I4.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		0,860 I,5I
I5.	Динамическая вязкость газа, μ	ф.79 РД 50-2I3-80		I.I7·I0^{-6} $\frac{кгс\cdot с}{м^2}$
I6.	Коэффициент расхода, α	ф.I9 РД 50-2I3-80		0,6337
I7.	Показатель адиабаты, $\varkappa$	ф.63 РД 50-2I3-80		I,45
I8.	Коэффициент расширения газа, ε	ф.59 РД 50-2I3-80		0,9975
I9.	Коэффициент влажности газа, $K_ч$	п.6.4.I - " -		I

Определение количества газа за I3 часов (от 0 ч до I3 ч)

20.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{прI}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		0,873 I,5I
2I.	Коэффициент сжимаемости, K_I	стр.3I6 - " -		0,9249
22.	Количество газа за I3 часов, $V_{н1}^*$	ф.24 методики		7I294I8 м^3

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
	Определение количества газа за 5 часов (от I3ч до I8ч)			
23.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр2}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		0,828 I,5I
24.	Коэффициент сжимаемости, K_2	стр.3I6	- " -	0,9283
25.	Количество газа за 5 часов, $V^*_{н2}$	ф.24 методики		I870000 м^3
26.	Общее количество газа при Re = $I0^6$, $\geq V^*_{нi}$	ф.26 методики		899984I8 м^3
27.	Расход газа при Re=$I0^6$, $Q^*_н$	ф.28 методики		499968 м^3/ч
28.	Число Рейнольдса при $Q^*_н$, Re^*	ф.82 РД 50-2I3-80		I5,7·$I0^6$
29.	Действительное число Рейнольдса, Re	ф.90 РД 50-2I3-80		I5,7·$I0^6$
30.	Поправочный множитель на число Рейнольдса, K_{Re}	ф.9I РД 50-2I3-80		0,999I
3I.	Количество газа за I8 часов, $V_н$	ф.28 методики	округляем до	899I3I8 м^3 899I000 м^3
	Для справки: Определение количества газа без разбиения на сектора			
32.	Коэффициент сжимаемости; K	стр.3I6 РД 50-2I3-80		0,9256
33.	Количество газа за I8 часов при Re = $I0^6$, $V^*_{нв}$	ф.27 методики		8976905 м^3
34.	Количество газа за I8 часов, $V_{нг}$	ф.28 методики	округляем до	8968826 м^3 8969000 м^3
35.	Методическая погрешность определения количества газа при определении его по среднесуточным параметрам	$\delta = \left(\frac{V_н}{V_{нв}} - I\right) I00\% = 0,25\%$		

Приложение 2
(справочное)

ПРИМЕР № 2

Исходные данные

Паспортные данные.

Предел измерения перепада давления дифманометра

$$\Delta P_{пр} = 0,63 \text{ кгс/см}^2$$

Предел измерения избыточного давления манометра

$$P_{пр} = 60 \text{ кгс/см}^2$$

Диаметр отверстия сужающего устройства

$$d = 374,96 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр трубопровода перед диафрагмой при 20°С

$$Д = 68I,0 \text{ мм}$$

Результаты измерений.

Температура газа $t = I7^{\circ}C$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

$$\rho_{н.у.} = 0,698 \text{ кг/м}^3$$

Содержание углекислого газа в природном газе

$$N_{CO_2} = 0,00I4$$

Содержание азота в природном газе

$$N_{N_2} = 0,0I7$$

Температура точки росы по воде

Газ сухой

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
I.	Среднее за время τ=24 часа значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\overline{\sqrt{\Delta P}}$	ф.5 методики	$\frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot 6,20$	0,656(кгс/см^2)^{0,5}

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
2.	Среднее за время τ =24часа значение избыточного давления, $P_{и}$	ф.6 методики	$\frac{60}{I00} \cdot 63,I$	37,9 кгс/см^2
3.	Экстремальное (минимальное) в выбранном секторе от 0ч до 4ч значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_{м}}$	см.рис.5 т.I		0,532(кгс/см^2)^{0,5}
4.	Экстремальное (максимальное) в выбранном секторе от 0ч до 4ч значение избыточного давления, $P_{м}$	см.рис.6 т.2		43,8 кгс/см^2
5.	Проверка необходимости деления диаграммы на 2 сектора для сектора от 0ч до 4ч	п.4.6.6. ф.14	$\frac{0,532-0,656}{0,656} \times$ $\times \frac{43,8-37,9}{37,9} \times$ $\times \frac{4}{24} \leq 0,002$	0,005 $\leq$ 0,002
6.	Т.к. неравенство не выполняется, то данную диаграмму планиметрируем по секторам τ_1 = 4ч (от 0 до 4) и τ_2=20ч (от 4 до 24)			
7.	Среднее за время τ = 4часа (от 0 до4, значение корня квадретного из перепада давления на диафрагме, $(\Delta P)_1$	6.5 етодики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{0,87}{4}$	0,552(кгс/см^2)^{0,5}

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
8.	Среднее за время τ_1=4ч (от 0 до 4) значение избыточного давления, $P_{м_1}$	ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{II,7}{4}$	42,I кгс/см^2
9.	Среднее за время τ_2=20часов (от 4 до 24) значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_2}$	ф.5 методики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{5,33}{20}$	0,677(кгс/см^2)^{0,5}
I0.	Среднее за время τ_2=20часов (от 4 до 24) значение избыточного давления, $P_{м_2}$	ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{5I,4}{20}$	37,0 кгс/см^2
II.	Проверка достаточного условия разбиения диаграммы на сектора	ф.19 методики	$\left(\frac{\sqrt{38,9} \cdot 0,656 \cdot 24}{0,552 \cdot \sqrt{43,7} \cdot 4 + 0,677 \cdot \sqrt{37,0 \cdot 20}} \right) 0,0024 < 0,003$ $-1 < 0,003$	
I2.	Т.к. неравенство выполняется, приступают к определению количества газа			
I3.	Псевдокритические параметры, $P_{пк}$ $T_{пк}$	ф.66 ф.67 РД 50-2I3-80		47,09 кгс/см^2 I93,2 К
I4.	Коэффициент расхода, α	ф.I9 - " -		0,6337
I5.	Показатель адиабаты, $\varkappa$	ф.63 -." -		I,45
I6.	Коэффициент расширения, ε	ф.59 - " -		0,9966
I7.	Коэффициент влажности, K_φ	п.6.4.I. - " -		I
I8.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		0,826 I,50

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
19.	Динамическая вязкость газа, μ	ф.79 РД 50-2I3-80		I,I6·I0^{-6} $\frac{кгс \cdot с}{м^2}$
	Определение количества газа за 4 часа (от 0ч до 4ч)			
20.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр1}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		0,9I5 I,50
21.	Коэффициент сжимаемости, K_1	стр.3I6 - " -		0,9I89
22.	Количество газа за 4 часа, $V_{н1}$	ф.24 методики		I989828 м^3
	Определение количества газа за 20 часов (от 4ч до 24ч)			
23.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр2}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		0,807 I,50
24.	Коэффициент сжимаемости, K_2	стр.3I6 - " -		0,9283
25.	Количество газа за 20 часов, $V_{н2}$	ф.24 методики		II399302 м^3
26.	Общее количество газа при Re = I0^6, $\sum V_{нi}$	ф.26 методики		I3389I30 м^3
27.	Расход газа при Re = I0^6, $Q_н^*$	ф.28 методики		557880 м^3/ч
28.	Число Рейнольдса Re^{ш} при $Q_н^*$	ф.82 РД 50-2I3-80		I7,8·I0^6
29.	Действительное число Рейнольдса, Re	ф.90 РД 50-2I3-80		I7,8·I0^6

№№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
30.	Поправочный множитель на число Рейнольдса, K_{Re}	ф.9I РД 50-2I3-80		0,9990
3I.	Количество газа за 24 часа, $V_н$	ф.28 методики	округляем до	I3375740 $м^3$ I3380000 $м^3$
	Для справки: Расчет количества газа без разбиений по секторам			
32.	Коэффициент сжимаемости, К	стр.3I6 РД 50-2I3-80		0,9267
33.	Количество газа за 24 часа при $Re = I0^6$,	ф.27 методики		I3422464 $м^3$
34.	Количество газа за 24 часа, $V_{н24}$	ф.28 методики	округляем до	I340904I $м^3$ I34I0000 $м^3$
35.	Методическая погрешность определения количества газа при определении его по среднесуточным параметрам	$\delta = \left(\frac{V_н}{V_{н24}} - I \right) I00\% = -0,25\%$		

Приложение 3
(справочное)

ПРИМЕР № 3

Исходные данные

Паспортные данные.

Предел измерения перепада давления дифманометра

$$\Delta P_{пр} = 0,63 \text{ кгс/см}^2$$

Предел измерения избыточного давления манометра

$$P_{пр} = 100 \text{ кгс/см}^2$$

Внутренний диаметр трубопровода перед диафрагмой при 20°С

$$Д = 331,89 \text{ мм}$$

Диаметр отверстия сужающего устройства

$$d = 233,49 \text{ мм}$$

Результаты измерений.

Температура газа $t = 45°C$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

$$\rho_{нор} = 0,714 \text{ кг/м}^3$$

Содержание углекислого газа в природном газе

$$N_{CO_2} = 0,0080$$

Содержание азота в природном газе

$$N_{N_2} = 0,0057$$

Температура точки росы по воде

Газ сухой

№	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул	Расчет	Результат
1.	Планиметрирование по верхней границе	п.4.3.1. методики		5,62

№№	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул	Расчет	Результат
	записи, $N\sqrt{\Delta P}_в$			
2.	Планиметрирование по нижней границе записи, $N\sqrt{\Delta P}_н$	п. 4.3.1 методики		5,5I
3.	Общий результат планиметрирования, $N'\sqrt{\Delta P}$	п. 4.3.1 методики	$\frac{5,62 + 5,5I}{2}$	5,57
4.	Планиметрирование кривой, соединяющей экстремальные значения пиков, $N_{\sqrt{\Delta P}}$	п. 4.4.1 методики		5,42
5.	Определение коэффициента $K_п$	п. 4.4.1. ф. 4 методики	$I - \frac{5,57-5,42}{5,57} \times$ $\times I58 \frac{I}{24\ 60}$	0,9970
6.	Планиметрическое число с учетом $K_п$, $N\sqrt{\Delta P}$	п. 4.4.1. ф. 5 - " -	5,57·0,9970	5,55
7.	Среднее за время τ =24часа значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P}$	ф.5 методики	$\frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot 5,55$	0,587(кгс/см^2)
8.	Среднее за время τ = 24 часа значение избыточного давления, $P_и$	ф.6 - " -	$\frac{I00}{I00} \cdot 68,8$	68,8 кгс/см^2
	Разбиение диаграммы по секторам не производят, $P_и$ = const, t = const	п. 4.6.2 методики		
	Определение количества газа			
9.	Псевдокритические параметры, $P_{пк}$ $T_{пк}$	ф.66 ф.67 РД 50-2I3-80		47,4 кгс/см^2 I96,6 К
I0.	Приведенные параметры, $P_{пр}$ и $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-2I3-80		I,470 I,62

№№	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул	Расчет	Результат
II.	Коэффициент сжимаемости, К	стр.3I6 РД 50-2I3-80		0,9075
I2.	Коэффициент расхода, α^*	ф.I9 РД 50-2I3-80		0,69I6
I3.	Показатель адиабаты, $\varkappa$	ф.63 РД 50-2I3-80		I,46
I4.	Коэффициент расширения газа, ε	ф.59 РД 50-2I3-80		0,9983
I5.	Коэффициент влажности газа, K_φ	п.6.4.I. РД 50-2I3-80		I
I6.	Количество газа за сутки при $Re = I0^6$, $V_н^*$	ф. 24 методики		6507560 $м^3$
I7.	Динамическая вязкость газа, μ	ф.79 РД 50-2I3-80		I,33 $I0^{-6}$ $\frac{кгс \cdot с}{м^3}$
I8.	Расход газа при $Re = I0^6$, $Q_н^*$	ф.28 методики		27II48 $м^3/ч$
I9.	Число Рейнольдса при $Q_н^*$, Re^*	ф.82 РД 50-2I3-80		I5,8·$I0^6$
20.	Действительное число Рейнольдса, Re	ф.90 РД 50-2I3-80		I5,8·$I0^6$
2I.	Поправочный множитель на число Рейнольдса, K_{Re}	ф.9I РД 50-2I3-80		0,9983
22.	Количество газа за сутки, $V_н$	ф.28 методики	округляем до	6495846 $м^3$ 6496000 $м^3$

С О Д Е Р Ж А Н И Е

I. Условные обозначения 3

2. Средства обработки диаграмм..... 6

3. Подготовка к обработке диаграмм 6

4. Обработка диаграмм 8

5. Расчет количества газа по результатам планиметрирования диаграмм 24

6. Оформление результатов обработки диаграмм 26

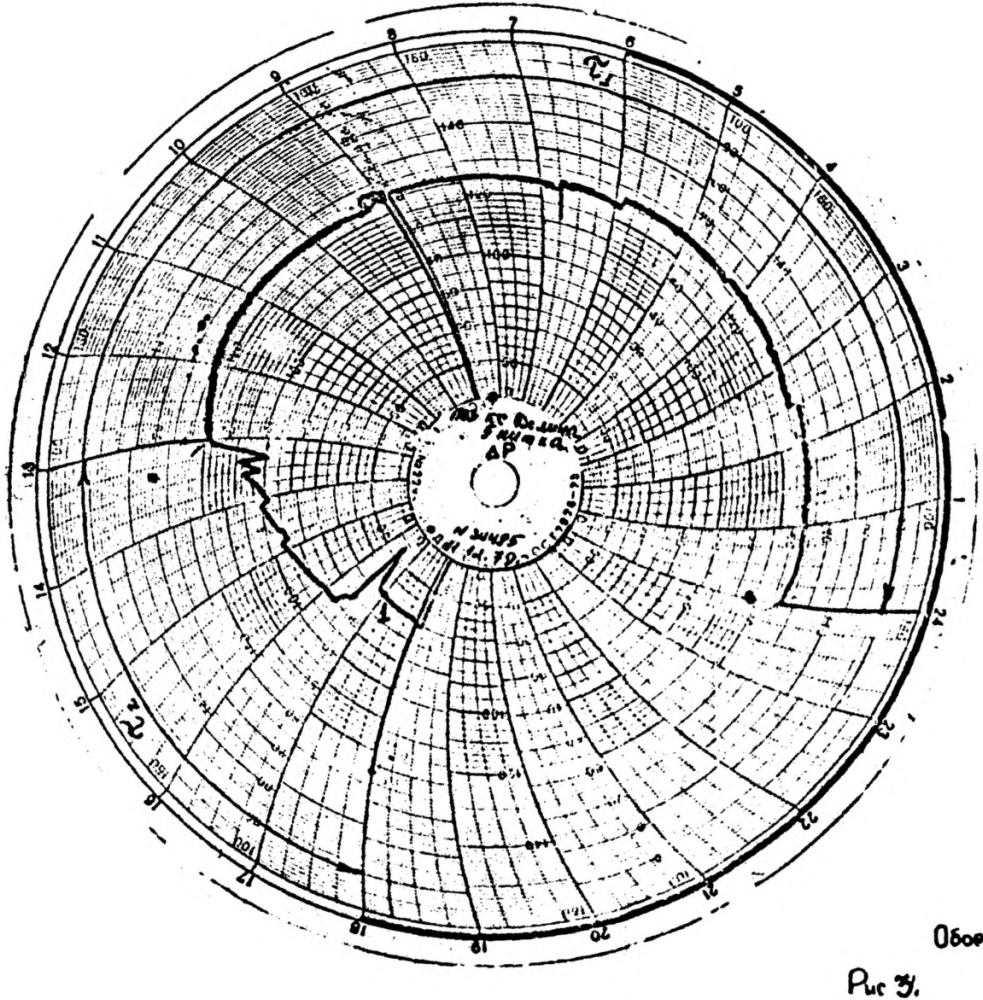
Приложение I..... 29

Приложение 2..... 33

Приложение 3..... 38

Подписано в печать 28.II.1984 Д-77167 Формат 60x84/16
Офсетная печать. Уч.-изд.л. 2,2 Усл.печ.л. 2,46 Тираж 1000 экз.
Заказ 349 Бесплатно

Ротапринт ВНИИЭгазпрома. Адрес: 117049, Москва,
Казанский пер., 7/19, тел.231-03-86



Границы интервалов времени	τ_i	$N_{изм.}$	$\sqrt{\Delta P_i}$	$\bar{T}_i$	$\bar{P}_i$	$\bar{K}_i$	V_{ni}^4
0÷18	18	4,85	0,571	290,35	40,6	—	—
0÷13	13	3,19	0,625	298,35	44,1	0,9249	712000
13÷18	5	1,86	0,484	290,35	39,0	0,9283	1870000

$\Sigma V_{ni}^4 = 8990000$.

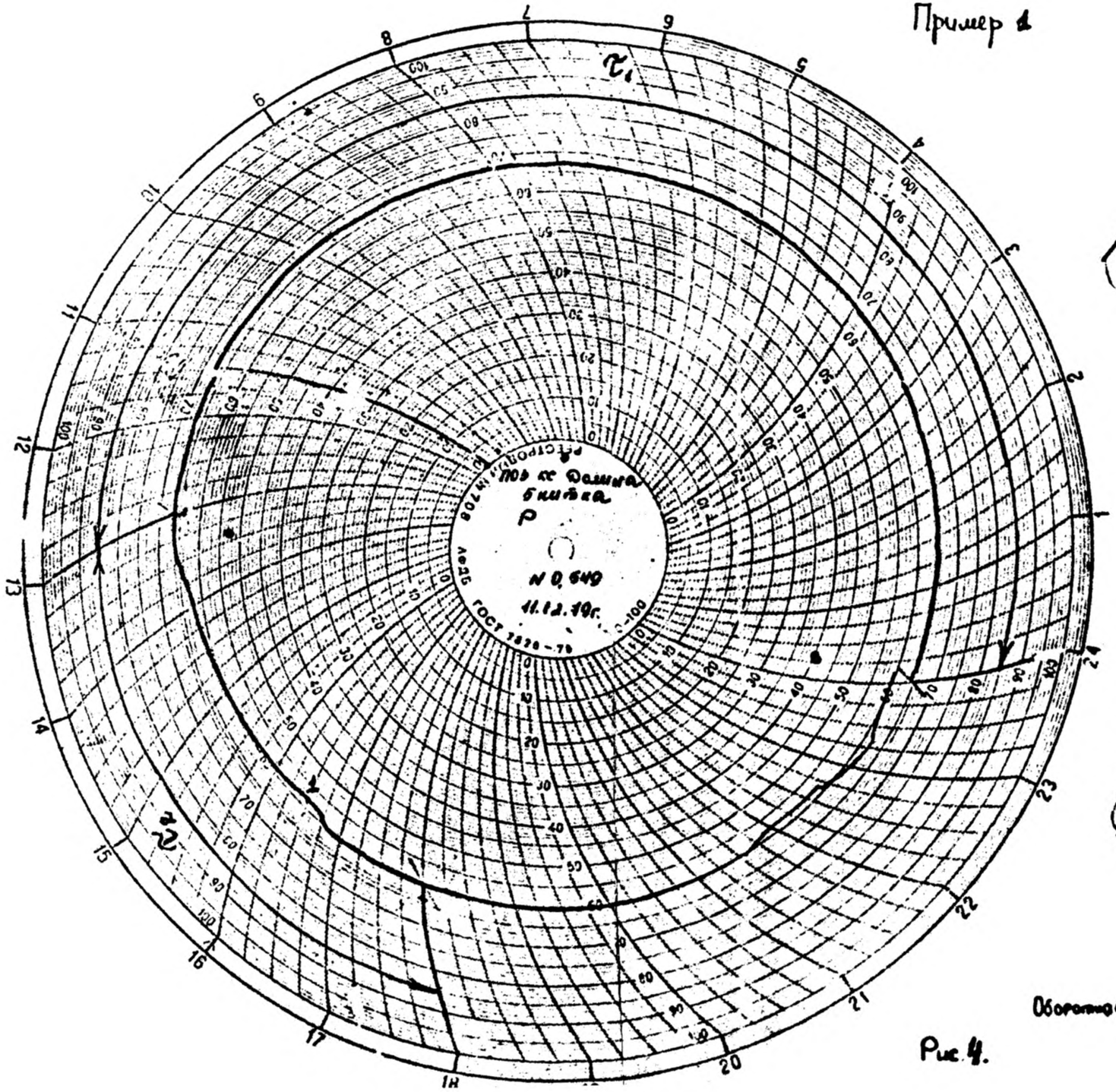
$V_n = 1991000$

P_{max}	N_{H_2}	N_{CO_2}	t_p
0,694	0,018	0,0015	сухой

Оборотная сторона диаграммы

Рис 3.

Пример 1

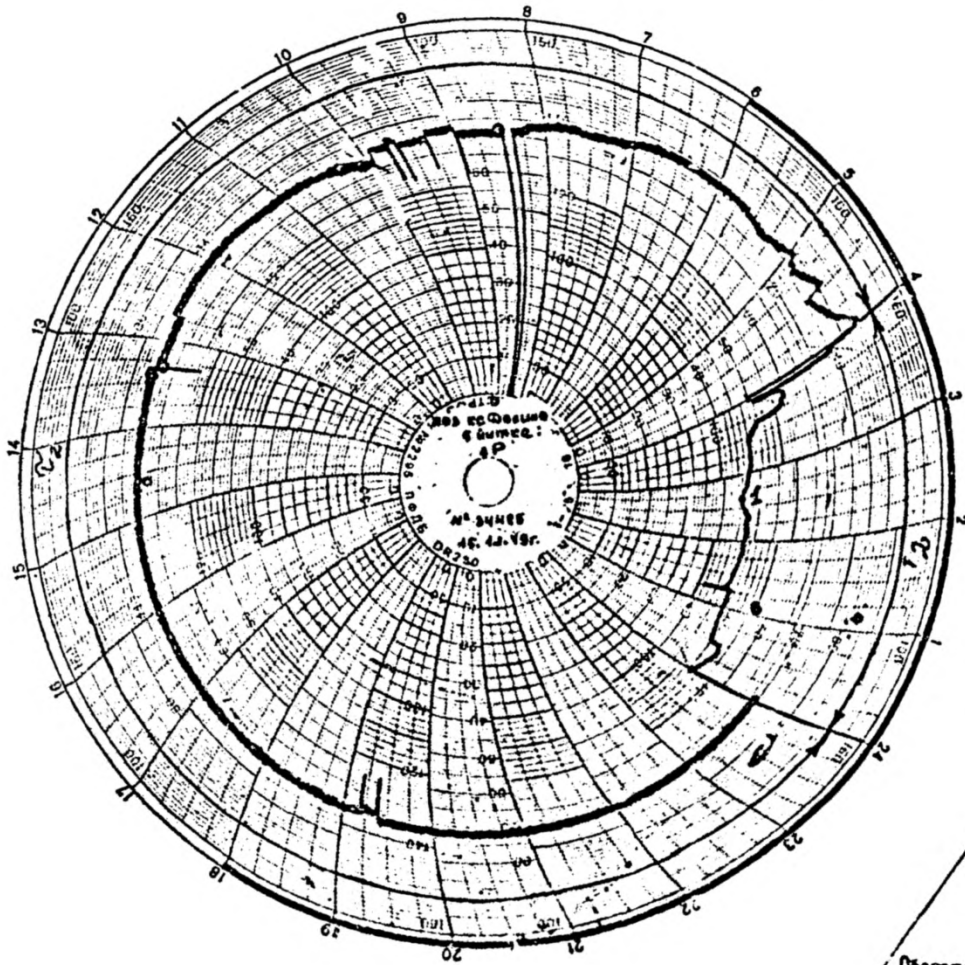


Граничные интервалы времени	N_{pi}	$\bar{P}_{ni}$	P_0
0-18	49,4	39,5	1
0÷13	36,2	40,1	
13÷18	13,2	38,0	

Оборотная сторона диаграммы

Рис. 4.

Пример 2



Границы интервалов времени	τ_i	$N_{\sqrt{\Delta P_i}}$	$\overline{\sqrt{\Delta P_i}}$	$\overline{T_i}$	$\overline{P_i}$	$\overline{K_i}$	V^*_{ni}
0 ÷ 24	24	6,20	0,656	290,15	38,9	—	—
0 ÷ 4	4	0,87	0,552	290,15	43,1	0,9189	1900000
4 ÷ 24	20	5,33	0,677	290,15	38,0	0,9283	11400000

$\Sigma V^*_{ni} = 13390000$

$V_n = 13380000$

$\rho_{пом}$	N_{N_0}	$N_{сов}$	t_p
0,698	0,017	0,0014	сухой

Оборотная сторона диаграммы

Рис. 5

Пример 2

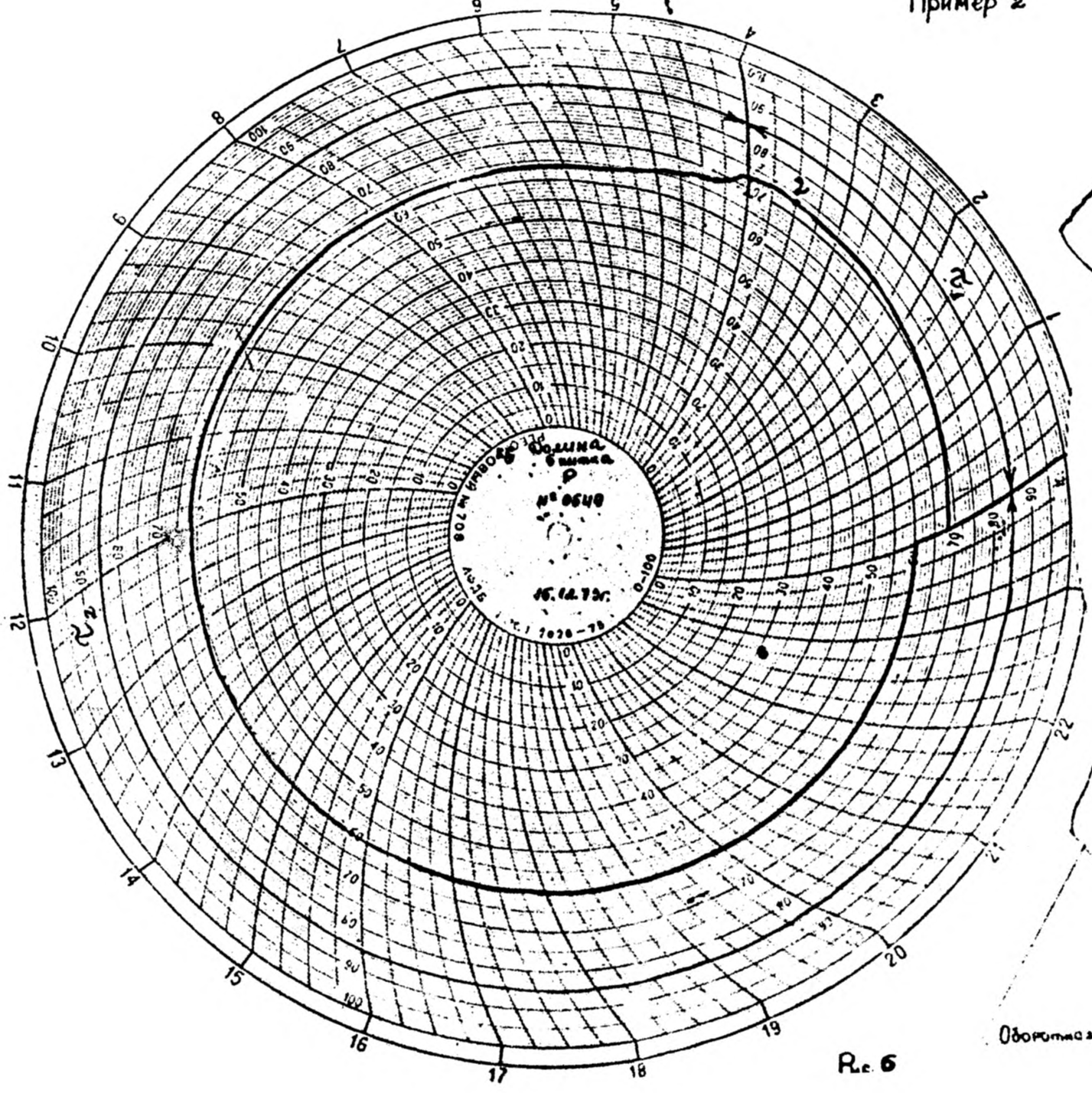
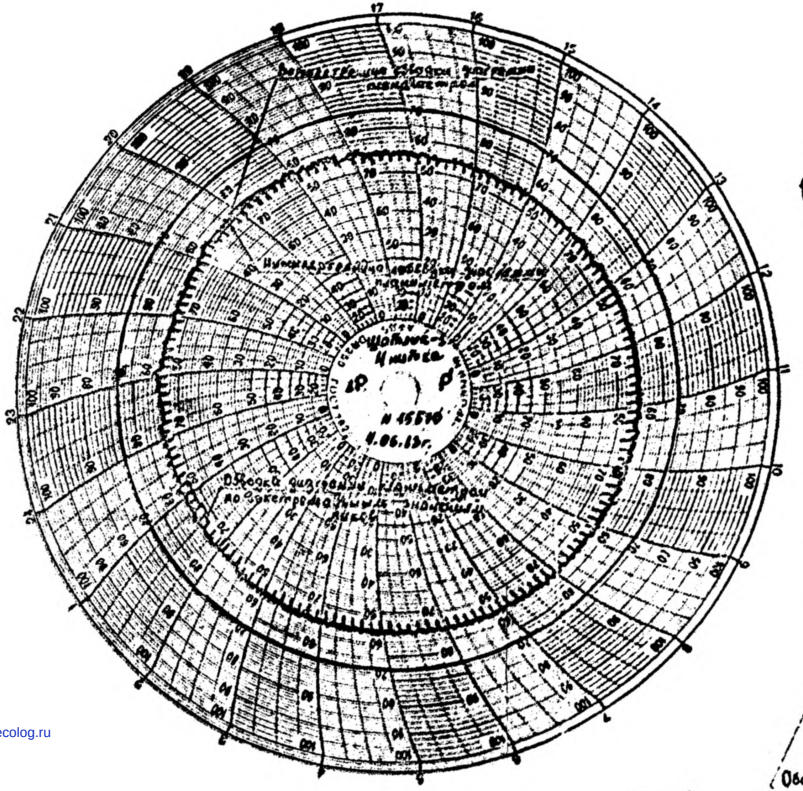


Рис. 6

Границы интервала времени	N_{P_i}	$\overline{P}_{u_i}$	$P_б$
0 ÷ 24	63,1	37,9	1
0 ÷ 4	11,7	42,1	
4 ÷ 24	51,4	37,0	

Оборотная сторона диаграммы

Пример 3.



Границы интервалов времени	τ	$N_{бр}$	$\sqrt{\overline{\Delta P}}$	$\overline{T}$	$\overline{P}$	$\overline{K}$	V_k
0-24	24	5,55	0,587	312,15	69,8	0,9076	6496000

$\rho_{мм}$	N_{N_a}	N_{Cl_a}	t_p
0,714	0,0037	0,0080	сухой

Границы интервалов времени	N_{P_i}	$\overline{P}_{v_i}$	$P_б$
0-24	68,8	68,8	1

Оборотная сторона диаграммы

Рис. 7

gost.e-ecolog.ru