

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

М Е Т О Д И К А

ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ
ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА
ПРИРОДНОГО ГАЗА

РД 51-89-84

Москва 1984

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

М Е Т О Д И К А

ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ
ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОЛИЧЕСТВА
ПРИРОДНОГО ГАЗА

РД 51-89-84

Москва 1984

РАЗРАБОТАН	ВНИО "Совзгазавтоматика"	
	Главный инженер	В. Г. Блохин
	Руководитель темы	В. А. Айрапетов
	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

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.

1. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1.1. 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_0	кгс/см ²

Величина	Условное обозначение	Единица измерения
Экстремальное (максимальное или минимальное) значение избыточного давления на диафрагме	P_M	кгс/см ²
Среднее значение абсолютной температуры газа	\bar{T}	К
Среднее за период планиметрирования значение температуры газа	\bar{t}	°С
Верхний предел измерения температуры	t_b	°С
Нижний предел измерения температуры	t_n	°С
Экстремальное (максимальное или минимальное) значение температуры	t_m	°С
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	$\sqrt{\Delta P_M}$	(кгс/см ²) ^{0,5}
Среднее за период планиметрирования значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме	$\sqrt{\Delta P}$	(кгс/см ²) ^{0,5}
Период планиметрирования	τ	ч
Предельное значение показания пропорционального планиметра	N_n	-
Предельное значение показания корневого планиметра	N_k	-
Текущее значение показания планиметра, соответствующее среднему за время τ значению избыточного давления газа	N_p	-
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 планметра, 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_0	см
Скорость протяжки часового механизма	v_x	см/ч
Количество газа, приведенное к нормальным условиям ($P = 1,03323$ кгс/см ² и $t = 20$ °C)	V_H	м ³
Плотность газа при нормальных условиях	$\rho_{нн}$	кг/м ³
Диаметр отверстия диафрагмы при рабочей температуре	d	мм
Коэффициент расхода при $Re = 10^6$	α^*	"
Поправочный множитель на влажность газа	K_v	"
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_p	°C
Показатель адиабаты	κ	"
Динамическая вязкость газа	μ	кгс см ⁻²
Расход газа при $Re = 10^6$	Q_0^*	м ³ /ч

Остальные обозначения указаны непосредственно в тексте.

2. СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ДИАГРАММ

2.1. Средства обработки дисковых диаграмм.

2.1.1. Планметры (ГОСТ 18248-72):

- корневой типа ПК-1, ПК-2, ПК-В;

- пропорциональный типа ПШ-Б, ПШ-Г.

Примечание. Допускается применение также импортных планметров.

2.1.2. Круглый поворотный столик.

2.2. Средства обработки ленточных диаграмм.

2.2.1. Полярный планметр типа ПП-М.

2.2.2. Прямоугольный гладкий столик.

2.3. Средства вычислений.

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

3. ПОДГОТОВКА К ОБРАБОТКЕ ДИАГРАММ

3.1. Общие требования.

3.1.1. Обработку дисковых диаграмм корневым или пропорциональным планметром производят на специальном круглом поворотном столике.

3.1.2. Обработку ленточных диаграмм полярным планметром производят на прямоугольном гладком столике.

3.1.3. Перед обработкой диаграммы необходимо проверить планметр в соответствии с требованиями заводской инструкции.

В результате проверки планметра должно быть установлено, что:
- наибольшая продолжительность свободного вращения барабана

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

— осевой люфт отчетного 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 $N_{пр}$ показания отчетного устройства планиметра по результатам трехкратной обводки соответственно внутренней (с булевой отметкой шкалы) и внешней (с предельной отметкой шкалы) оцифрованных окружностей дисковой диаграммы;

— используя указанные в сопроводительной документации нормированные значения $N_{0н}$ и $N_{прн}$ показания планиметра для тех же шкал, определяют приведенные погрешности по формулам:

$$S_2 = \frac{N_0 - N_{0н}}{N_{прн}} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\delta = \frac{N_{np} - N_{npн}}{N_{npн}} 100\% \quad (2)$$

и сравнивает их с погрешностями из сопроводительной документации на прибор.

3.1.4. 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 планшета, совместят центры диаграммы, кнопочного штифта прибора и вращения круглого поворотного столика.

Ленточную диаграмму с суточной записью параметра разовивают на участке 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 соводным рычагом, установленным, приблизительно, в средней части планиметрируемого участка, угол в 90° .

4. ОБРАБОТКА ДИАГРАММЫ

4.1. Планиметрирование дисковых диаграмм.

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

4.1.2. 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 рисков в зависимости от количества планиметрируемых секторов.

4.1.3. 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.

4.1.4. 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.

4.1.5. 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 столлик с закрепленной на нем диаграммой по часовой стрелке и следить за тем, чтобы обводной штифт все время находился перед оператором.

4.1.6. 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 значения контролируемого параметра обводной штифт возвращают в начальную точку по дуге времени. После этого снимают показания.

4.1.7. При планиметрировании незамкнутой линией записи (меньше 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 1.

4.1.8. 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.

4.1.9. 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.

4.1.10. 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.4.1.9 образуют планиметрическое число для каждого сектора.

4.2. Планиметрирование ленточных диаграмм.

4.2.1. 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 нижнему пределу 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 дуги — 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 дуги с начальной точкой обвода контура и снимают показания счетных механизмов. Затем перемещают визир обводной дуги по часовой стрелке строго по линии контура, следя за тем, чтобы счетное кольцо не перекашивалось с плоскости стола на диаграмму, и остановившись в начальной точке вновь снимают показания. Разность двух отсчетов до и после обвода составляет планиметрическое число.

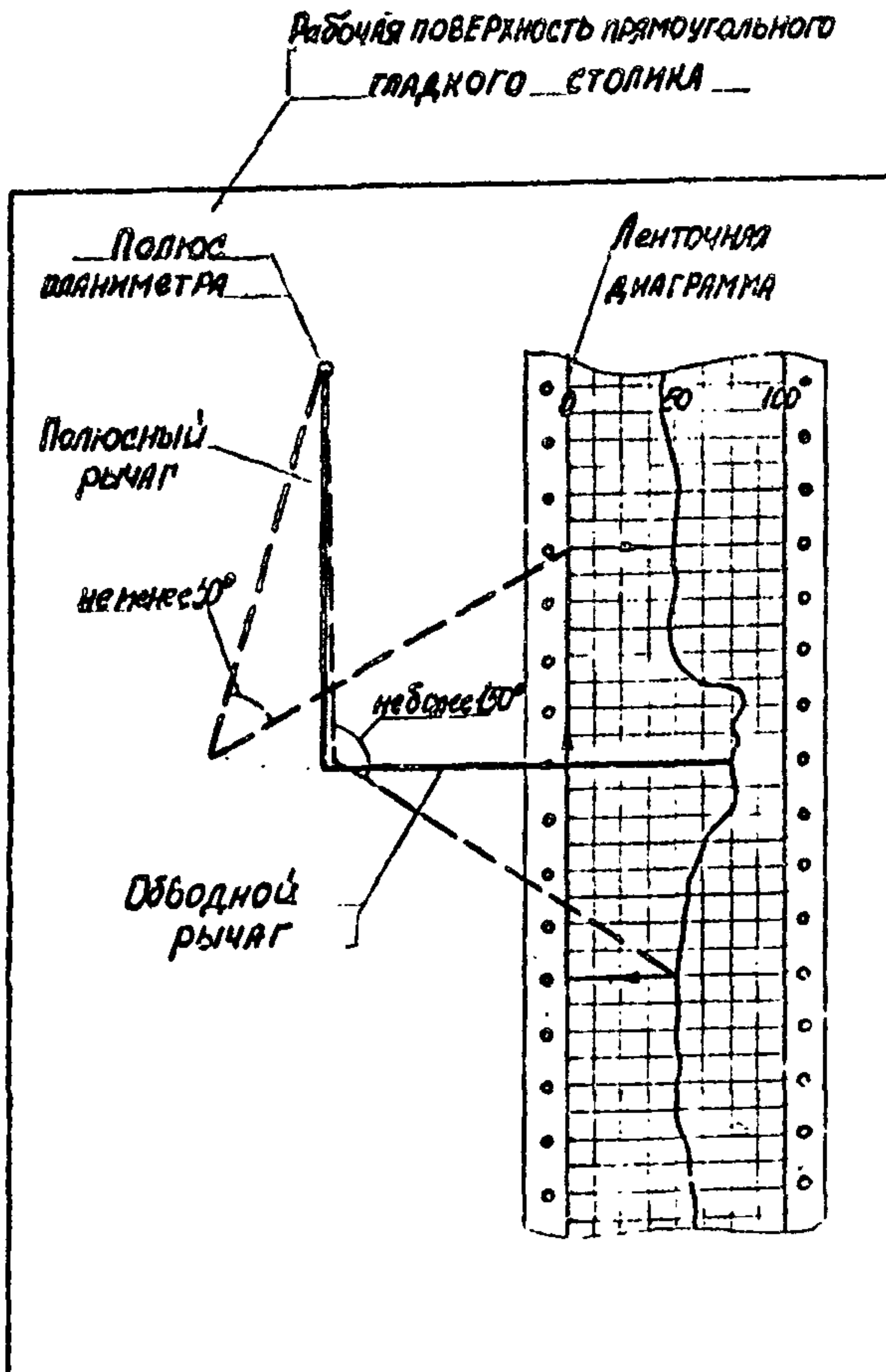


Рис. 1

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 100 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 .

4.3.1. 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 отдельно по верхней и нижней границам пульсирующей записи. В этом случае конечный результат планиметрирования определяют как среднее арифметическое значение двух отдельных 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 значения 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 0,95 дополнительная погрешность от пульсаций не превышает значения равного

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

где $4 \sqrt{\Delta P}$ и $2 \sqrt{\Delta P}$ - 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.

4.4.1. 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 производиться без учета этих пиков в соответствии с пп.4.1, 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_{Π} .

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

$$N'_{\Gamma AP} = N_{\Gamma AP} K_{\Pi} \quad (3)$$

$$K_{\Pi} = 1 - \frac{N'_{\Gamma AP} - N_{\Pi\Pi}}{N'_{\Gamma AP}} \frac{\Delta \tau_{\Pi}}{\tau} \cdot n \quad (4)$$

где $N'_{\Gamma AP}$ - планиметрическое число, полученное при планиметрировании без учета пиков;

$\Delta \tau_{\Pi}$ - ширина пика, определенная экспериментально, ч;

n - число пиков за планиметрируемый период;

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

Для определения $N_{\Pi\Pi}$ 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 Предложении 3.

При $0,999 \leq K_{\Pi} \leq 1,001$ принимают $K_{\Pi} = 1$.

4.5. определение средних значений измеряемых параметров по ре-

з у л ь т а т а м п л а н и м е т р и р о в а н и я .

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

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

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

$$\bar{P}_H = 24 \frac{P_{пр}}{N_k} \cdot \frac{N_P}{\tau} \quad (6)$$

$$\bar{t} = 24 \frac{t_b - t_H}{N_k} \cdot \frac{N_t}{\tau} + t_H \quad (7)$$

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

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

$$\bar{t} = \frac{t_b - t_H}{C_{ш} \cdot D_r \cdot \tau} N_t + t_H \quad (8)$$

$$\bar{P}_H = \frac{P_{пр}}{C_{ш} \cdot D_r \cdot \tau} \cdot N_P \quad (9)$$

$$\sqrt{\overline{\Delta P}} = \frac{\sqrt{\Delta P_{\text{пр}}}}{v_{\text{с}} \cdot v_{\text{г}} \cdot Z} \cdot N_{\sqrt{\Delta P}} \quad (10)$$

Следует иметь в виду, что для полярного планиметра планиметрические числа N_t , N_p , $N_{\sqrt{\Delta P}}$ имеют размерность — см².

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 ГПП менее 1 млн. м³ в сутки и при изменении параметров в указанных диапазонах:

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

$$\left| \frac{P_{\text{м}} - \overline{P_{\text{н}}}}{\overline{P_{\text{н}}}} \right| 100\% < 1\% \quad (11)$$

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

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

$$\left| \frac{P_M - \bar{P}_M}{\bar{P}_M} \right| \cdot 100\% \geq 1\% \quad (12)$$

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

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

$$\left| \frac{P_M - \bar{P}_M}{\bar{P}_M} \right| \cdot 100\% < 1\% \quad (13)$$

$$\left| \frac{t_M - \bar{t}}{293} \right| \cdot 100\% \geq 1\%$$

4.6.3. Невыполнение условий (11) + (13) для любой из пар параметров $\sqrt{\Delta P}$ и P_M или(и) $\sqrt{\Delta P}$ и t влечет за собой необходимость деления диаграммы этой пары на два сектора.

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

При этом, первоначальному анализу рекомендуется подвергать

диаграммы с записью P_m 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 линий записи параметра с дугами времени, ограничивающими первый сектор, определяют для него интервал времени.

4.6.5. Найденный интервал времени τ_i последующей диаграммы переносят на остальные для данного ГИП диаграммы таким образом, чтобы дуги времени каждой диаграммы совпадали как по началу отсчета t_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

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_{mi}} - \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\Delta P}} \cdot \frac{P_{mi} - \bar{P}}{\bar{P}_m} \cdot \frac{\tau_i}{\tau} \right| \leq 0,002 \frac{\bar{P}}{\bar{P}_m} \quad (14)$$

и (или)

$$\left| \frac{\sqrt{\Delta P_{mi}} + \sqrt{\Delta P}}{\sqrt{\Delta P}} \cdot \frac{t_{mi} - t}{293} \cdot \frac{\tilde{\tau}_i}{\tau} \right| \leq 0,002 \frac{T}{293} \quad (15)$$

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

i - номер сектора;

τ_i - интервал времени i -го сектора

$$\bar{P} = P_0 + \bar{P}_H, \quad \bar{T} = \bar{t} + 273,15 \quad (17)$$

$$\tau = \sum_{i=1}^m \tau_i \quad (18)$$

При выполнении условий (14), (15) для обоих секторов диаграммы не разбивают на сектора и количество газа определяют по результатам планиметрирования всей записи измеряемых параметров.

При не выполнении условий (14), (15) 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 (14), (15) для сектора с наибольшим отклонением параметров от их среднего за весь период значения. Если для сектора условия (14), (15) выполняются, проверке подвергают оставшийся сектор.

Примечание. Для простоты расчетов правая часть неравенств (14), (15) может быть заранее рассчитана и использована в повседневном анализе записей мгновенных значений контролируемых параметров. Для расчета значений \bar{P}/\bar{P}_H 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

$$\left| \frac{P_{Hi} - \bar{P}_H}{\bar{P}_H} \right| \text{ или } \left| \frac{t_{mi} - \bar{t}}{293} \right|, \text{ а по горизонтальной - } \left| \frac{\sqrt{\Delta P_{mi}} - \sqrt{\Delta \bar{P}}}{\sqrt{\Delta \bar{P}}} \frac{\tau_i}{\tau} \right|$$

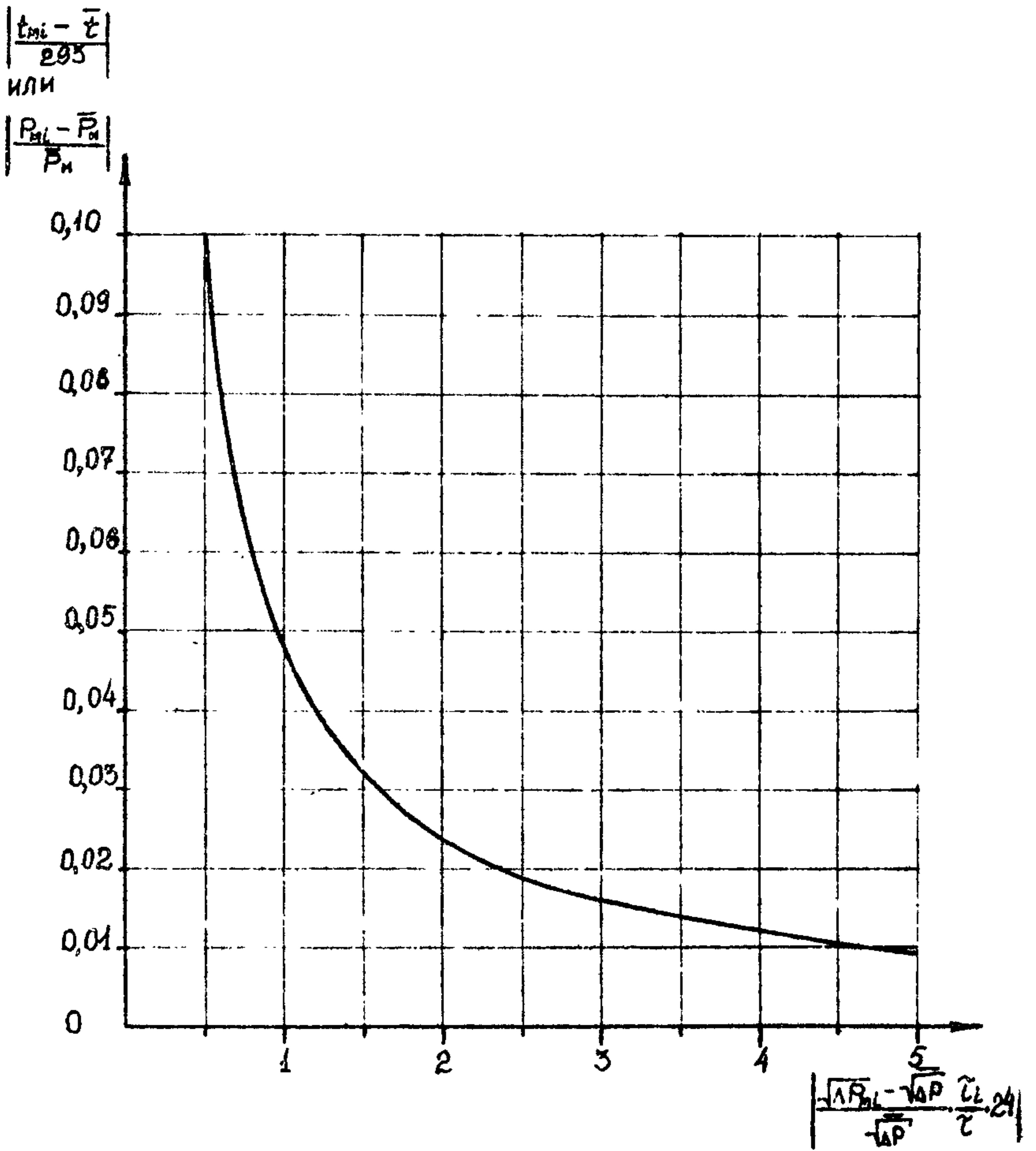


Рис.2

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), (15), 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:

$$\text{или:} \quad \left| \frac{\sum_{j=1}^{m-1} \sqrt{\Delta P_j} \cdot \sqrt{(\bar{P}_j + I) \tau_j}}{\sum_{i=1}^m \sqrt{\Delta P_i} \cdot \sqrt{(\bar{P}_i + I) \tau_i}} - I \right| \leq 0,003 \quad (19)$$

$$\text{и (или)} \quad \left| \frac{\sum_{j=1}^{m-1} \frac{\sqrt{\Delta P_j}}{\sqrt{\tau_j}} \cdot \tau_j}{\sum_{i=1}^m \frac{\sqrt{\Delta P_i}}{\sqrt{\tau_i}} \cdot \tau_i} - I \right| \leq 0,003 \quad (20)$$

где m - количество секторов диаграммы от последнего деления;

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

Неравенства (19), (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 ме-

тервалов времени предыдущего разбиения.

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

Выполнение неравенств (19), (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 (14), (15) вместо $\sqrt{\Delta P}$, \bar{P}_M и \bar{t} средние значения этих величин по каждому сектору. Делению следует подвергать тот сектор, для которого одно из выражений:

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

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

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 (19), (20).

Так продолжают разбиение диаграммы, каждый раз выбирая один из секторов и деля его на 2 части, до тех пор пока не выполняются условия неравенств (19), (20).

4.6.9. Для многоконтурных ГИП, в которых измерительный поток разветвляется по нескольким одинаковым трубопроводам, оснащенным одинаковыми оредотвами измерения, достаточен анализ диаграммных записей одного из трубопроводов и, если анализ показал необходимость деления диаграмм на сектора, т.е. определения количества газа по промежуточным интервалам времени, то такое же деление диаграмм 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 1% 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

5.1. По результатам разбиения диаграмм на сектора и определения средних значений $\sqrt{\Delta P_i}$, \bar{P}_{ni} , \bar{t}_i для каждого сектора рассчитывают количество газа по формулам:

$$C_0 = 21,09 \alpha^* d^2 \quad (21)$$

$$\psi_0 = \epsilon \frac{\mu_{кф}}{\sqrt{\rho_{ном}}} \quad (22)$$

$$V_{ni}^* = C_0 C_0 \tau \cdot \sqrt{\Delta P_i} \sqrt{\frac{\bar{P}_i}{\bar{T}_i \bar{K}_i}} \quad (23)$$

α^* — определяют по РД 50-213-80;

$\mu, \epsilon, \mu_{кф}$ — определяют по РД 50-213-80 с использованием средних за весь период планиметрирования $\sqrt{\Delta P}$, \bar{P} , \bar{T} .

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

При $T = \text{const}$ или её изменении меньше чем на 1%

$$V_{ni}^* = C_0 \cdot C_c \cdot \frac{1}{\sqrt{T}} \cdot \sqrt{\Delta P_i} \cdot \sqrt{\frac{P_i}{K_i}} \cdot \tau_i \quad (24)$$

При $P = \text{const}$ или его изменении меньше чем на 1%

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

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

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

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

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

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

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

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

$$K_{Re}^* = \frac{V_n^*}{\tau} \quad (29)$$

5.3. Для многоточных ГИП при выполнении условий п.4.6.9 α , μ и K для всех измерительных трубопроводов принимают одинаковыми и рассчитывают в соответствии с требованиями п.5.1.

5.4. Для многоточных ГИП ξ определяют в соответствии с требованиями п.5.1 и 4.6.9 для каждого измерительного трубопровода.

* Величины рассчитанные при $Re = 10^6$

6. ОБРАБОТКА 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	$N\sqrt{\Delta P_i}$	$\sqrt{\Delta P_i}$	\bar{T}_i	\bar{P}_i	\bar{K}_i	V_{Ni}
0 + 24	24					—	—

Таблица 3 $\frac{\sum V_{Ni}}{V_N}$

$P_{квн}$	N_{Nz}	$N_{коз}$	t_p

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

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

Величины N_{CO_2} , N_{N_2} , t_p записывают с точностью до 2-х значащих цифр; величины N_{\pm} , N_p , $N_{\overline{p}}$ записывают в соответствии с пп.4.1.9 и 4.2.6; $f_{ном}$ - до 3-х значащих цифр; V_n - до 4-х значащих цифр. Промежуточные расчетные величины должны вычисляться с точностью до 6-ти значащих цифр.

6.3. На лицевой стороне диаграммы 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}	\overline{P}_{ni}	P_0
0 + 24			
⋮			

Таблица 5

Границы интервалов времени	N_{τ_i}	$\bar{\tau}_i$
0 + 24		
⋮		

Примеры записей на диаграммах представлены 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 ВНИИМАСУгазпром



В. А. Айрапетов

Исполнители:

Зам. зав. лабораторией

21.06.84 

К. С. Сошина

М. н. с.



Л. А. Стёпкина

Инженер



Н. В. Кириллова

Согласовано:

Зав. производственным отделом
по метрологии ВНИО "Союзгаз-
автоматика"



В. П. Демидова

Начальник группы стандартизации
ВНИИМАСУгазпром



И. А. Захарова

Приложение 1
(справочное)

ПРИМЕР № 1.

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°C

$$D = 681,0 \text{ мм}$$

Результаты измерений.

Температура газа $t = 17,2^\circ\text{C}$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

$$\rho_{н.у.} = 0,694 \text{ кг/м}^3$$

Содержание углекислого газа в природном газе

$$N_{\text{CO}_2} = 0,0013$$

Содержание азота в природном газе

$$N_{\text{N}_2} = 0,018$$

Температура точки росы по воде

Газ сухой

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

№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
2.	Среднее за время $\tau = 18$ часов значение избыточного давления, \bar{P}_K	Ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{4}{18}$	$39,5 \text{ кгс/см}^2$
3.	Экстремальное (минимальное) в секторе от 13ч до 18ч значение корня квадратного на перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_M}$	см. рис. 3 т.1		$0,316' \text{ (кгс/см}^2)^{0,5}$
4.	Экстремальное (минимальное) в секторе от 13ч до 18ч значение избыточного давления, P_M	см. рис. 4 т.1		$34,8 \text{ кгс/см}^2$
5.	Проверка необходимости деления диаграммы на сектора для сектора от 13ч до 18ч	Ф.14 Методики	$\frac{0,316 - 0,571}{0,571} \times$ $\times \frac{34,8 - 39,5}{39,5} \cdot \frac{5}{18} < 0,002$	$0,013 < 0,002$
6.	Т.к. условие не выполняется, планируем диаграмму по 2 секторам $\tau_1 = 13ч$ (от 0ч до 13ч) и $\tau_2 = 5ч$ (от 13ч до 18ч)			
7.	Среднее за время $\tau_1 = 13ч$ (от 0 до 13ч) значение корня квадратного на перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_1}$	Ф.5 методики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{3,19}{13}$	$0,623 \text{ (кгс/см}^2)^{0,5}$
8.	Среднее за время $\tau_2 = 5ч$ значение избыточного давления, \bar{P}_K	Ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{36,2}{13}$	$40,1 \text{ кгс/см}^2$
9.	Среднее за время $\tau_2 = 5ч$ значение корня квадратного на перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_2}$	Ф.5 методики	$24 \cdot \frac{\sqrt{0,63}}{7,5} \cdot \frac{0,86}{5}$	$0,437 \text{ (кгс/см}^2)^{0,5}$

№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
10.	Среднее за время $t_0 = 5$ ч (от 13 ч до 18 ч) значение избыточного давления, $P_{из}$	ф. 6 методика	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{13,2}{5}$	38,0 кгс/см ²
11.	Проверка условия достаточности разбоя диаграммы на сектора	ф. 19 методика	$\frac{0,571 \cdot \sqrt{40,5 \cdot 18}}{0,437 \sqrt{39,5}}$ $\frac{+0,623 \sqrt{41,7 \cdot 13}}{I} - I = 0,0024 < 0,003$	
12.	Т.к. условие выполняется, приступают к определению количества газа			
13.	Псевдокритические параметры, $P_{пк}, T_{пк}$	ф. 66 ф. 67 РД 50-213-80		47,1 кгс/см ² 192,5 К
14.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр}, T_{пр}$	ф. 68 ф. 69 РД 50-213-80		0,860 1,51
15.	Динамическая вязкость газа, μ	ф. 79 РД 50-213-80		$1,17 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$
16.	Коэффициент расхода, α	ф. 19 РД 50-213-80		0,6337
17.	Показатель адиабаты, κ	ф. 63 РД 50-213-80		1,45
18.	Коэффициент расширения газа, ϵ	ф. 59 РД 50-213-80		0,9975
19.	Коэффициент влажности газа, K_v	п. 6.4.1 - " -		1
Определение количества газа за 13 часов (от 0 ч до 13 ч)				
20.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр1}, T_{пр}$	ф. 68 ф. 69 РД 50-213-80		0,873 1,51
21.	Коэффициент сжимаемости, K_I	стр. 316 - " -		0,9249
22.	Количество газа за 13 часов, $V_{н1}$	ф. 24 методика		7129418 м ³

№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
Определение количества газа за 5 часов (от 13ч до 18ч)				
23.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр2}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-213-80		0,828 1,51
24.	Коэффициент сжимаемости, K_2	стр.316 - " -		0,9283
25.	Количество газа за 5 часов, $V_{нз}^*$	ф.24 методики		1870000 м ³
26.	Общее количество газа при $Re = 10^6$, $\sum V_{нi}^*$	ф.26 методики		8998418 м ³
27.	Расход газа при $Re=10^6$, Q_H^*	ф.28 методики		499988 м ³ /ч
28.	Число Рейнольдса при Q_H^* , Re^*	ф.82 РД 50-213-80		15,7 · 10 ⁶
29.	Действительное число Рейнольдса, Re	ф.90 РД 50-213-80		15,7 · 10 ⁶
30.	Поправочный множитель на число Рейнольдса, K_{Re}	ф.91 РД 50-213-80		0,9991
31.	Количество газа за 18 часов, V_n	ф.28 методики	округляем до	8991318 м ³ 8991000 м ³
Для справки: Определение количества газа без разбиения на сектора				
32.	Коэффициент сжимаемости, K	стр.316 РД 50-213-80		0,9256
33.	Количество газа за 18 часов при $Re = 10^6$, $V_{нз}^*$	ф.27 методики		8976905 м ³
34.	Количество газа за 18 часов, $V_{нз}$	ф.28 методики	округляем до	8968826 м ³ 8969000 м ³
35.	Методическая погрешность определения количества газа при определении его по предельным параметрам	$\delta = \left(\frac{V_n}{V_{нз}} - 1 \right) 100\% = 0,25\%$		

Приложение 2
(справочное)

ПРИМЕР № 2

Исходные данные

Паспортные данные.

Предел измерения перепада давления дифманометра

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

Предел измерения избыточного давления манометра

$$P_{\text{пр}} = 60 \text{ кгс/см}^2$$

Диаметр отверстия сужающего устройства

$$d = 374,96 \text{ мм}$$

Внутренний диаметр трубопровода перед диафрагмой при 20°C

$$D = 681,0 \text{ мм}$$

Результаты измерений.

Температура газа $t = 17^\circ\text{C}$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

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

Содержание углекислого газа в природном газе

$$N_{\text{CO}_2} = 0,0014$$

Содержание азота в природном газе

$$N_{\text{N}_2} = 0,017$$

Температура точки росы по воде

Газ сухой

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

№ п/п	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
2.	Среднее за время $\tau = 24$ часа значение избыточного давления, $P_{\text{и}}$	Ф.6 методики	$\frac{60}{100} \cdot 63,1$	37,9 кгс/см ²
3.	Экстремальное (минимальное) в выбранном секторе от 0ч до 4ч значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_{\text{и}}}$	см.рис. 5 т.1		0,532(кгс/см ²) ^{0,5}
4.	Экстремальное (максимальное) в выбранном секторе от 0ч до 4ч значение избыточного давления, $P_{\text{и}}$	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 \neq 0,002
6.	Т.к. неравенство не выполняется, то данную диаграмму планметрируем по секторам $\tau_1 = 4$ ч (от 0 до 4) и $\tau_2 = 20$ ч (от 4 до 24)			
7.	Среднее за время $\tau = 4$ часа (от 0 до 4, значение корня квадратного из перепада давления на диафрагме, $\sqrt{\Delta P_{\text{и}}}$)	Ф.5 методики	24. $\frac{\sqrt{0,53} \cdot 0,87}{7,5 \cdot 4}$	0,552(кгс/см ²) ^{0,5}

№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
8.	Среднее за время $\tau_1=4$ ч (от 0 до 4) значение избыточного давления, $P_{из1}$	ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{11,7}{4}$	42,1 кгс/см ²
9.	Среднее за время $\tau_2=20$ часов (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}
10.	Среднее за время $\tau_2=20$ часов (от 4 до 24) значение избыточного давления, $P_{из2}$	ф.6 методики	$24 \cdot \frac{60}{100} \cdot \frac{51,4}{20}$	37,0 кгс/см ²
11.	Проверка достаточного условия разбивки диаграммы на сектора	ф.19 методики	$\left(\frac{\sqrt{38,9 \cdot 0,656 \cdot 24}}{0,652 \cdot \sqrt{43,1 \cdot 4} + 0,677 \cdot \sqrt{38,9 \cdot 20}} \right) \cdot 0,0024 < 0,003$ $- 1 < 0,003$	
12.	Т.к. неравенство выполняется, приступают к определению количества газа			
13.	Псевдокритические параметры, $P_{ПК}$ $T_{ПК}$	ф.66 ф.67 РД 50-213-80		47,09 кгс/см ² 193,2 К
14.	Коэффициент расхода, α^*	ф.19 - " -		0,6337
15.	Показатель адиабаты, κ	ф.63 - " -		1,45
16.	Коэффициент расширения, ξ	ф.59 - " -		0,9966
17.	Коэффициент влажности, k_1	п.6.4.1. - " -		1
18.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр}$, $T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-213-80		0,826 1,50

№ п/п	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
19.	Динамическая вязкость газа, μ	ф.79 РД 50-213-80		$1,16 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кгс} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$
Определение количества газа за 4 часа (от 0ч до 4ч)				
20.	Приведенное давление, приведенная температура, $P_{пр1}, T_{пр}$	ф.68 ф.69 РД 50-213-80		0,915 1,50
21.	Коэффициент сжимаемости, K_1	стр.316 - " -		0,9189
22.	Количество газа за 4 часа, V_{H1}	ф.24 методики		1989828 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 50-213-80		0,807 1,50
24.	Коэффициент сжимаемости, K_2	стр.316 - " -		0,9283
25.	Количество газа за 20 часов, V_{H2}	ф.24 методики		11399302 м ³
26.	Общее количество газа при $Re = 10^6$, $\sum V_{H_i}$	ф.26 методики		13389130 м ³
27.	Расход газа при $Re = 10^6$, Q_H^*	ф.28 методики		557880 м ³ /ч
28.	Число Рейнольдса Re^* при Q_H^*	ф.82 РД 50-213-80		$17,8 \cdot 10^6$
29.	Действительное число Рейнольдса, Re	ф.90 РД 50-213-80		$17,8 \cdot 10^6$

№ пп	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул, рисунков	Расчет	Результат
30.	Доправочный множитель на число Рейнольдса, K_{Re}	ф. 91 РД 50-213-80		0,9990
31.	Количество газа за 24 часа, V_H	ф. 28 методики	округляем до	13375740 м^3 13380000 м^3
Для справки: Расчет количества газа без разбиений по секторам				
32.	Коэффициент сжимаемости, K	стр. 316 РД 50-213-80		0,9267
33.	Количество газа за 24 часа при $Re = 10^6$, δ	ф. 27 методики		13422464 м^3
34.	Количество газа за 24 часа, V_{H24}	ф. 28 методики	округляем до	13409041 м^3 13410000 м^3
35.	Методическая погрешность определения количества газа при определении его по среднесуточным параметрам			$\delta = \left(\frac{V_H}{V_{H24}} - 1 \right) 100\% = -0,25\%$

ПРИМЕР № 3

Исходные данные

Паспортные данные.

Предел измерения перепада давления дифманометра

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

Предел измерения избыточного давления манометра

$$P_{\text{пр}} = 100 \text{ кгс/см}^2$$

Внутренний диаметр трубопровода перед диафрагмой при 20°C

$$D = 331,89 \text{ мм}$$

Диаметр отверстия сужающего устройства

$$d = 233,49 \text{ мм}$$

Результаты измерений.

Температура газа $t = 45^\circ\text{C}$

Плотность сухого газа при нормальных условиях

$$\rho_{\text{сух}} = 0,714 \text{ кг/м}^3$$

Содержание углекислого газа в природном газе

$$N_{\text{CO}_2} = 0,0080$$

Содержание азота в природном газе

$$N_{\text{N}_2} = 0,0057$$

Температура точки росы по воде

Газ сухой

№	Наименование операции и определяемой величины	Номер пункта, формул	Расчет	Результат
1.	Планиметрирование по верхней границе метода	н.4.3.1.		5,02

№	Наименование операции и определяемой величины	Номер пунктов, формул	Расчет	Результат
	записи, $N\sqrt{\Delta P}$			
2.	Планиметрирование по нижней границе записи, $N\sqrt{\Delta P}_n$	п. 4.3.1 методики		5,51
3.	Общий результат планиметрирования, $N\sqrt{\Delta P}$	п. 4.3.1 методики	$\frac{5,62 + 5,51}{2}$	5,57
4.	Планиметрирование кривой, соединяющей экстремальные значения пиков, $N_{пл}$	п. 4.4.1 методики		5,42
5.	Определение коэффициента K_{Π}	п. 4.4.1. ф. 4 методики	$I - \frac{5,57-5,42}{5,57} \times$ $\times 158 \frac{I}{24 \cdot 60}$	0,9970
6.	Планиметрическое число с учетом K_{Π} , $N\sqrt{\Delta P}$	п. 4.4.1. ф. 5	$5,57 \cdot 0,9970$	5,55
7.	Среднее за время $\tau = 24$ часа 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 $\tau = 24$ часа значение избыточного давления, $P_{из}$	ф. 6	$\frac{100}{100} \cdot 68,8$	68,8 кгс/см ²

Разбиение диаграммы по секторам не производят, $P_{из} = const, \tau = const$

Определение количества газа

9.	Псевдокритические параметры, $P_{ПК}$ $T_{ПК}$	ф. 66 РД 50-213-80 ф. 67		47,4 кгс/см ² 196,8 К
10.	Приведенные параметры, $P_{пр}$ и $T_{пр}$	ф. 68 РД 50-213-80 ф. 69		1,470 1,62

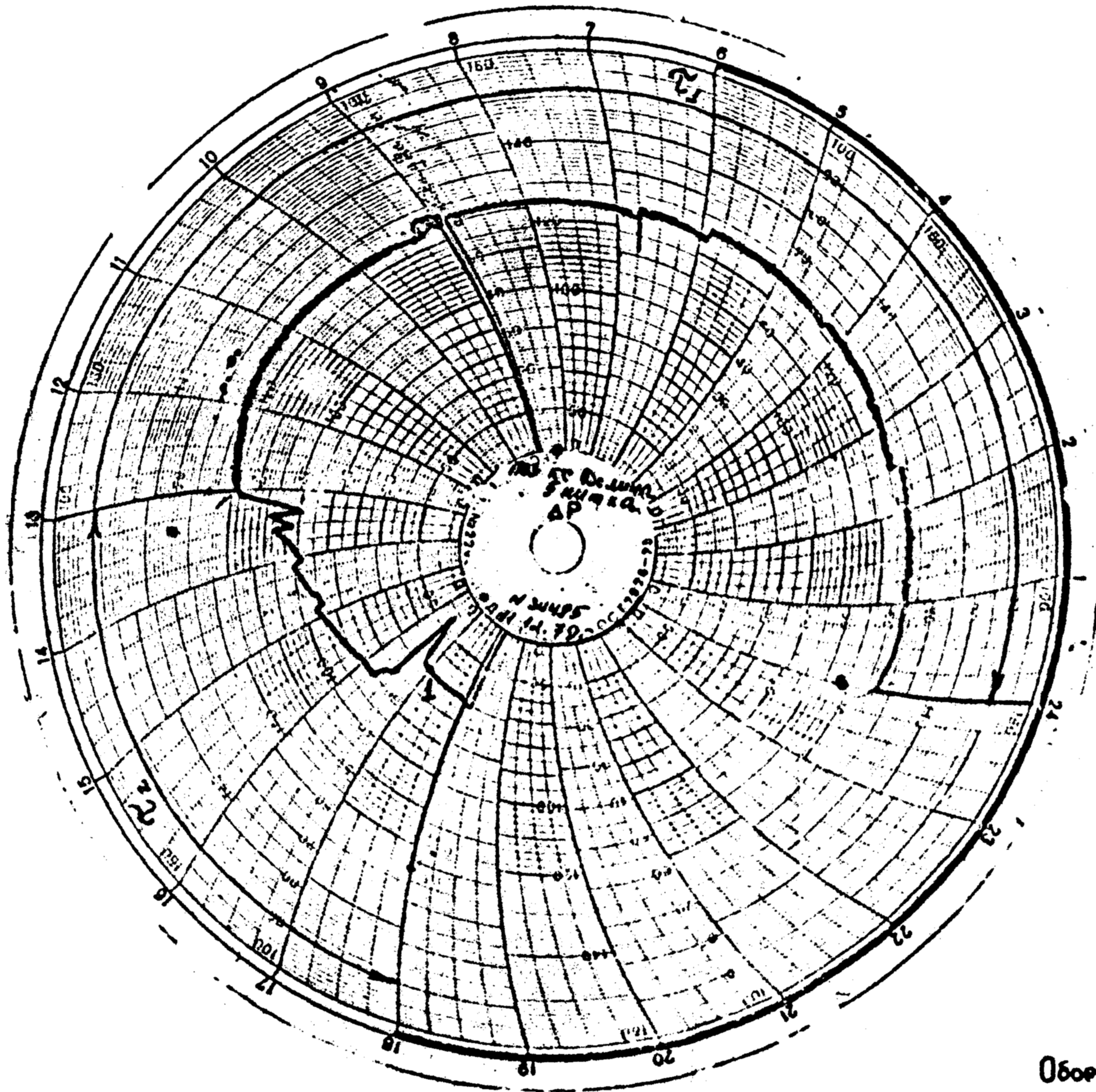
№№ !Наименование опе- !рации и определя- !емой величины	!Номер пунк- !тов, формул !	Расчет	! Результат
11. Коэффициент сжима- емости, K	стр.316 РД 50-213-80		0,9075
12. Коэффициент расхо- да, α^*	ф.19 РД 50-213-80		0,6916
13. Показатель адиабата, κ	ф.63 РД 50-213-80		1,46
14. Коэффициент расши- рения газа, ξ	ф.59 РД 50-213-80		0,9983
15. Коэффициент влаж- ности газа, K_φ	п.6.4.1. РД 50-213-80		1
16. Количество газа за сутки при $Re = 10^6$, V_n^*	ф.24 методики		6507560 м ³
17. Динамическая вяз- кость газа, μ	ф.79 РД 50-213-80		1,33 $10^{-6} \frac{кгс \cdot с}{м^3}$
18. Расход газа при $Re = 10^6$, Q_n^*	ф.28 методики		271148 м ^{3/ч}
19. Число Рейнольдса при Q_n^* , Re^*	ф.82 РД 50-213-80		15,8 · 10 ⁶
20. Действительное чис- ло Рейнольдса, Re	ф.90 РД 50-213-80		15,8 · 10 ⁶
21. Поправочный множи- тель на число Рей- нольдса, K_{Re}	ф.91 РД 50-213-80		0,9983
22. Количество газа за сутки, V_n	ф.28 методики	округляем до	6495846 м ³ 6496000 м ³

СОДЕРЖАНИЕ

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



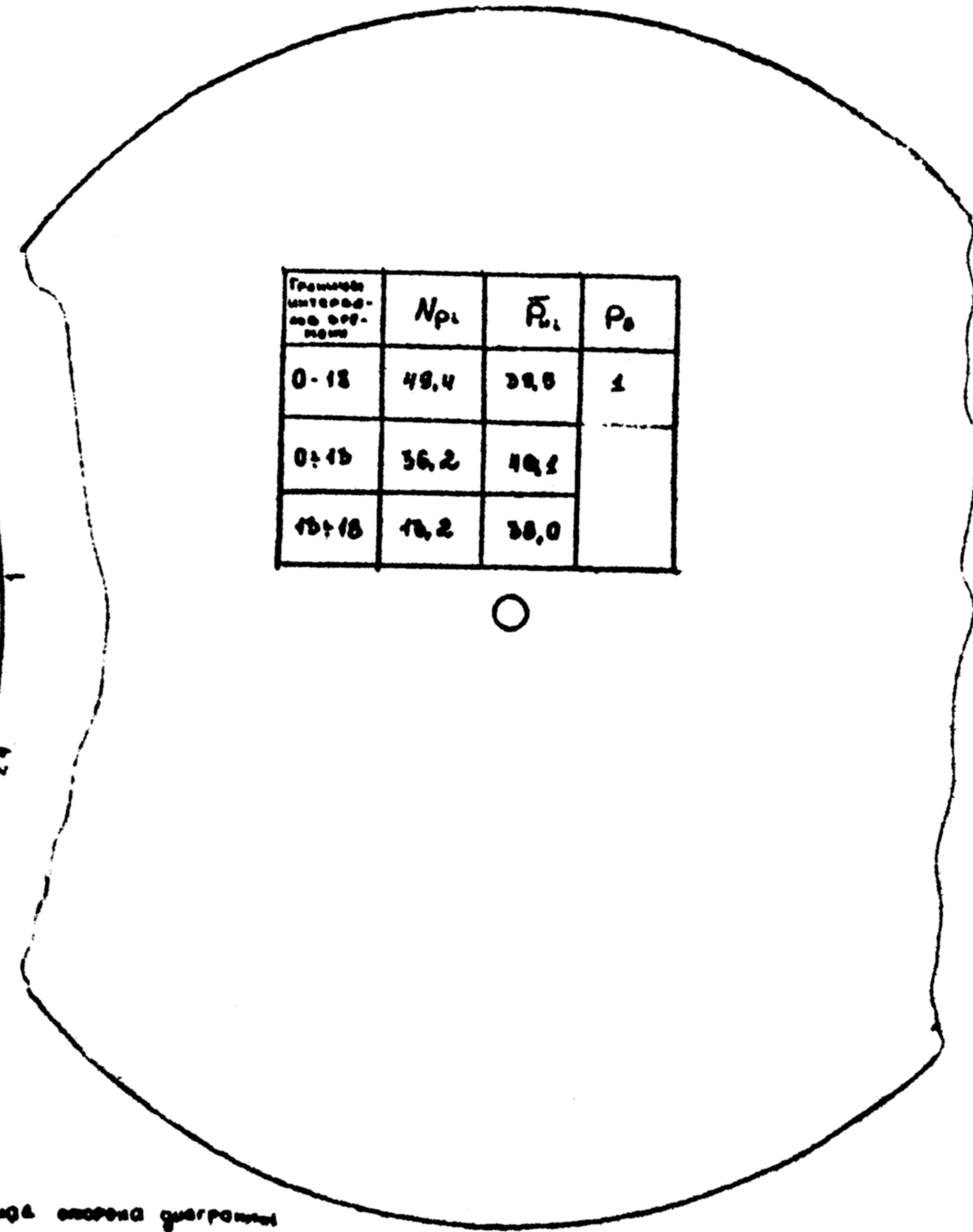
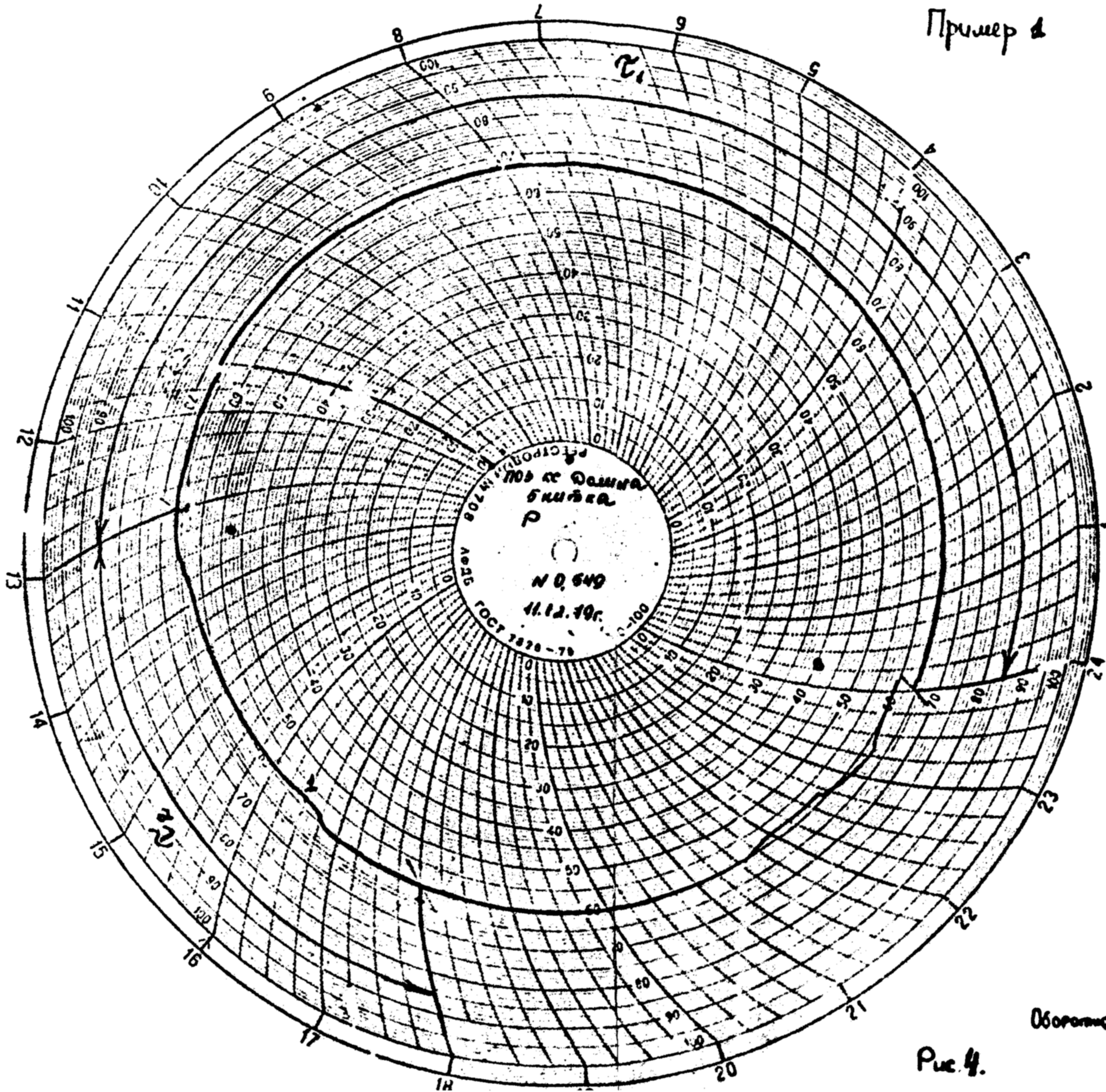
Границы интервалов срезов	τ_i	$N_{ср.}$	$\sqrt{\Delta P_i}$	\bar{T}_i	\bar{P}_i	\bar{K}_i	$V_{ср.}^2$
0-18	18	4,05	0,571	290,35	40,5	—	—
0-15	15	2,19	0,625	290,35	41,1	0,9249	7129000
15-18	5	0,86	0,487	290,35	39,0	0,9285	1870000

$\Sigma V_{ср.}^2 = 8999000$
 $V_{ср.} = 8991000$

$\rho_{ср.}$	$N_{ср.}$	$N_{ср.}$	t_p
0,694	0,015	0,0015	сч. по ф.

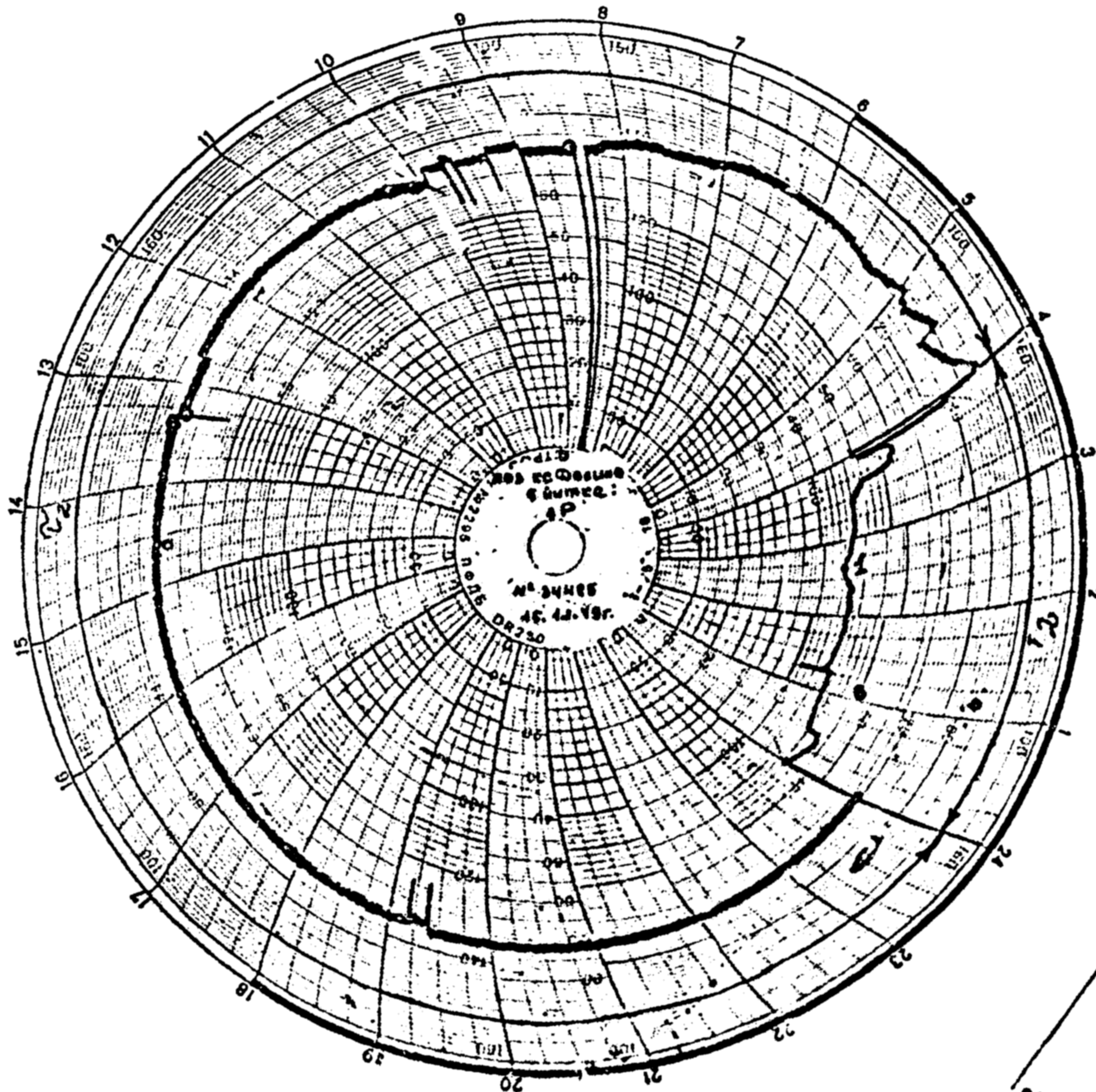
Оборотная сторона диаграммы

Рис 3.



Оборотная сторона гребной

Рис. 4.



Границы участка по радиусу	r_i	$N_{\Sigma r}$	$\sqrt{V_0 P_i}$	\bar{T}_i	\bar{P}_i	\bar{K}_i	$V_{\Sigma i}$
0-24	24	6,20	0,656	290,15	38,9	—	—
0-4	4	0,87	0,652	290,15	40,1	0,9189	1900000
4-24	20	5,33	0,617	290,15	80,0	0,9213	11400000

$\Sigma V_{\Sigma i} = 13300000$

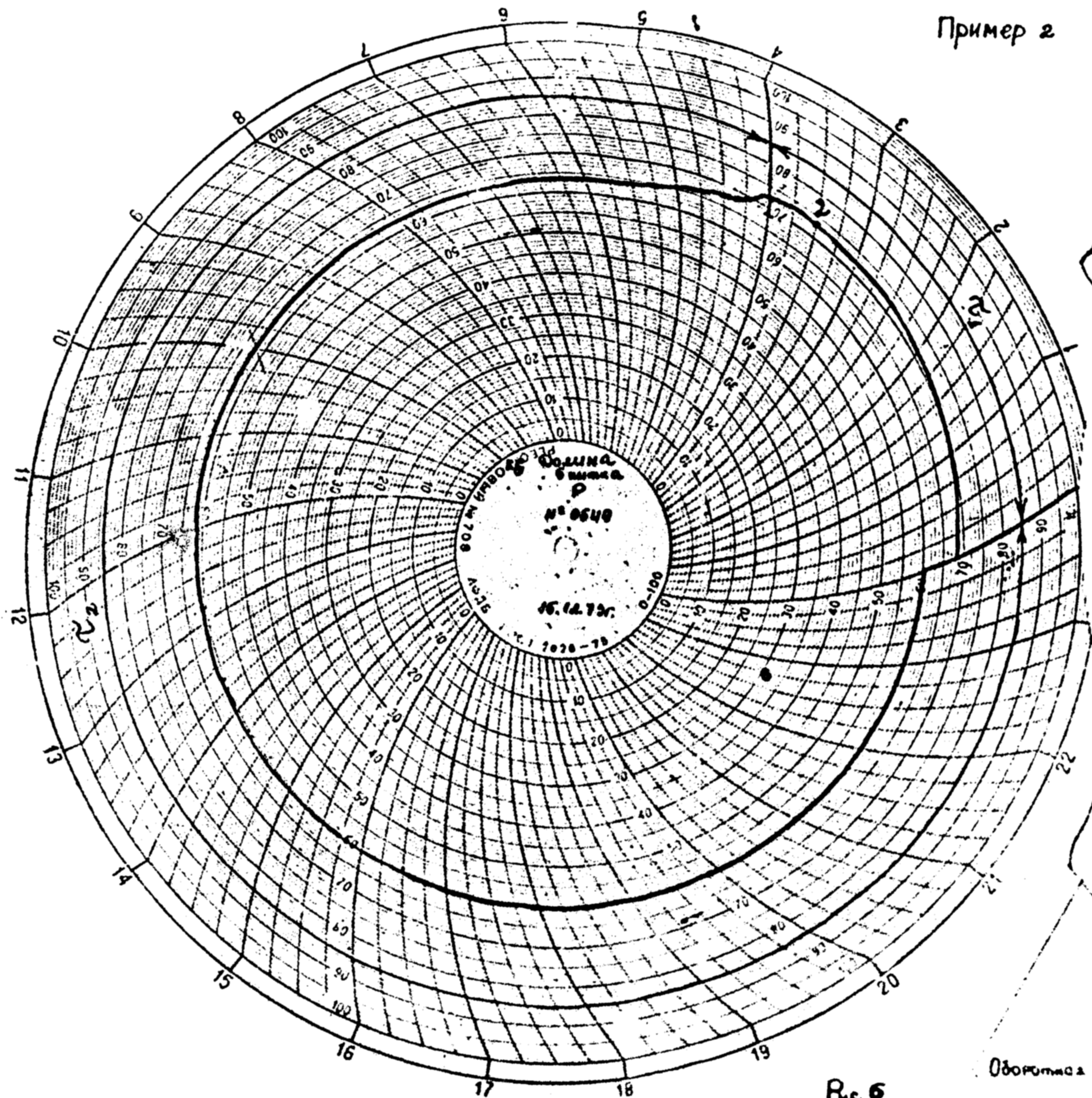
$V_{\Sigma} = 13300000$



$P_{\text{рас}}$	N_{Σ}	$N_{\text{рас}}$	t_p
0,698	0,017	0,0014	с/кв.м

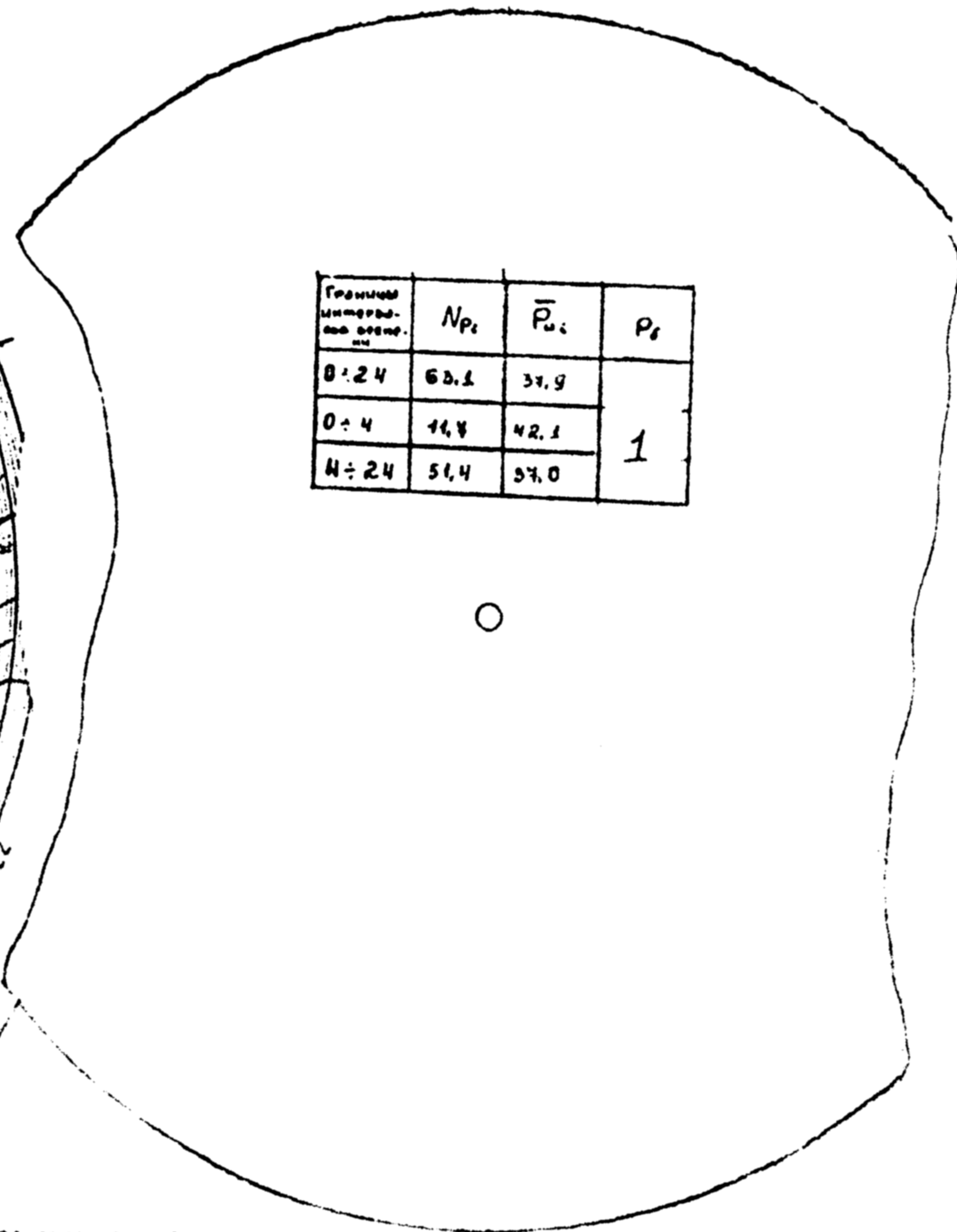
Оборудована с помощью прибора

Рис. 5

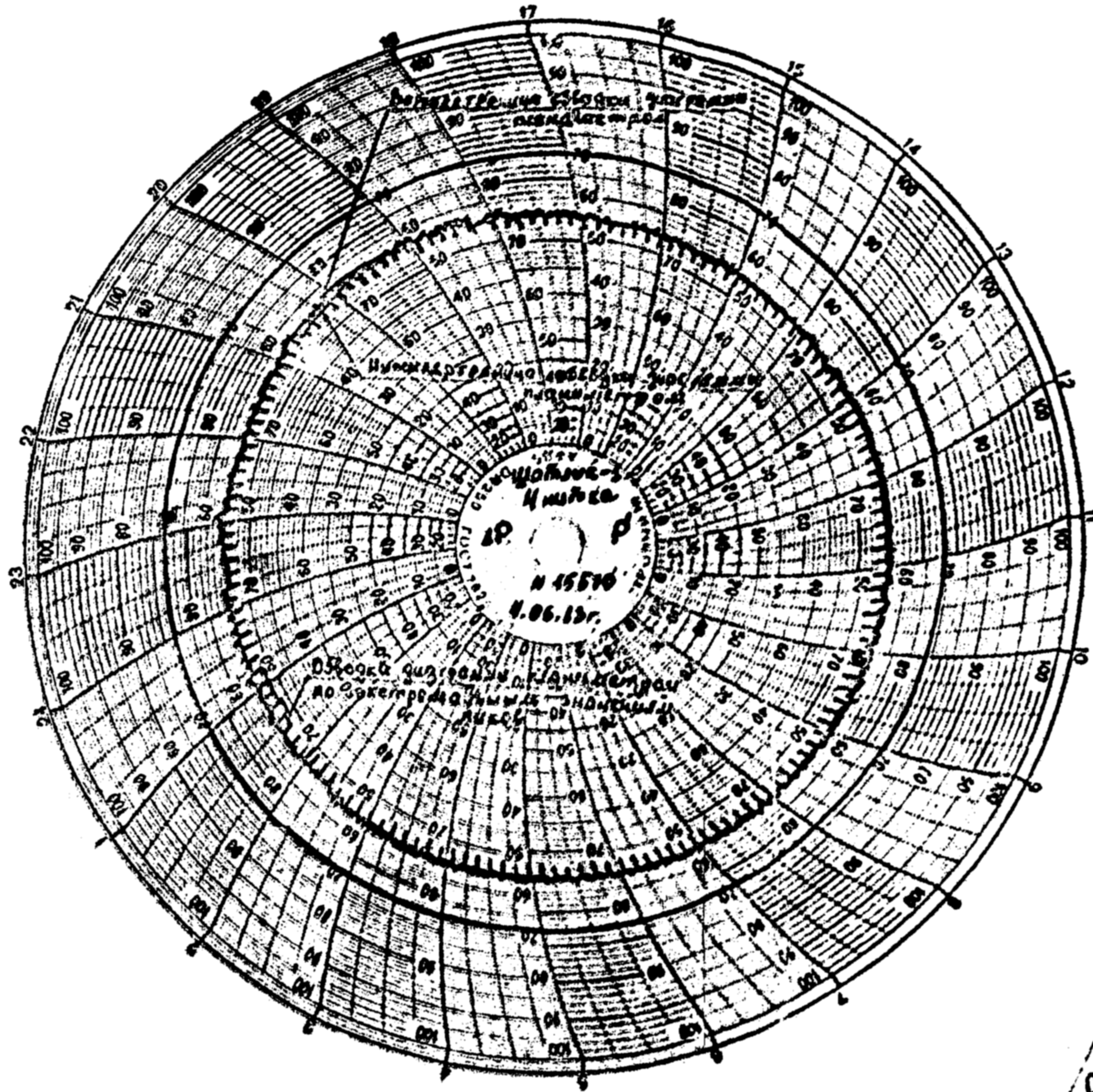


Р.с. 6

Оборотная сторона диаграммы



Пример 3.



Границы интервалов для определения	t_p	$N_{ср}$	$\sqrt{t_p}$	\bar{T}	\bar{P}	\bar{K}	\bar{U}
0-24	24	5,55	0,687	312,15	68,8	0,9015	0,9999



P_{max}	N_{N_0}	$N_{ср}$	t_p
0,714	0,0057	0,0080	0,0001

Границы интервалов для определения	N_{p_i}	\bar{P}_{i_i}	P_{i_i}
0-24	68,8	68,8	1

Оборотная сторона диаграммы

Рис. 7