

**ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ВНИИГАЗ)**

**ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ  
ПО КОНТРОЛЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ  
С УХОДЯЩИМИ ГАЗАМИ  
КОТЛОАГРЕГАТОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ  
МОЩНОСТИ, РАБОТАЮЩИХ  
НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ**

**РД 51-167-92**

**МОСКВА 1992**

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ И ГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (ВНИИГАЗ)

СОГЛАСОВАНО

Зам.министра экологии и  
природных ресурсов Российской  
Федерации

 Н.Г.Рыбальский

14 мая 1992 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель председателя  
ГГК "Газпром"

 Р.И.Вяхирев

30 мая 1992 г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО КОНТРОЛЮ

ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ С УХОДЯЩИМИ ГАЗАМИ КОТЛОАГРЕГАТОВ  
МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ, РАБОТАЮЩИХ НА ПРИРОДНОМ  
ГАЗЕ

РД 51-167-92

Директор ВНИИГАЗа



А.И.Гриценко

Начальник лаборатории  
охраны окружающей среды



Г.С.Акопова

Москва  
1992

УДК /628.512:621.18/(083.95)

В инструкции изложены порядок подготовки, проведения и обработки результатов экологических испытаний котлоагрегатов теплопроизводительностью 0,12 – 160 Гкал/ч, работающих на природном газе и жидком топливе

В разработке "Временной инструкции..." принимали участие сотрудники: лаборатории охраны окружающей среды ВНИИГАЗа – Аколова Г.С., Гладкая Н.Г., Прокофьева А.М. и Газнадзора России – Красник Г.В., Баевский В.Л.

© Всероссийский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий (ВНИИГАЗ), 1992

## 1. Общие положения

1.1. Временная инструкция по контролю вредных выбросов с уходящими газами котлоагрегатов малой и средней мощности, работающих на природном газе, разработана на основе типовой инструкции по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосфере в отраслях промышленности /1/ и с учетом требований ряда ГОСТов и других нормативных документов /2-22/.

1.2. Инструкция разработана для использования переносного газоанализатора типа "Тесто-33" (фирма "Тесто-терм", Германия). Газоанализатор "Тесто-33" зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под номером 12639-91.

1.3. Инструкция предназначена для использования предприятиями как газовой промышленности, так и других ведомств, осуществляющих контроль за выбросами водогрейных и паровых котлоагрегатов производительностью 0,12-180 Гкал/ч, работающих на природном газе и жидком топливе, перечень которых приведен в табл. 1.1.

1.4. Целью регламентируемых данной инструкцией испытаний является:

- получение достоверных данных о компонентном составе уходящих газов, включая  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $SO_2$ ;
- проведение контроля за соблюдением норм и правил по охране атмосферного воздуха;
- обеспечение разработки методов и средств контроля за параметрами выбросов;
- организация контроля эффективности работы установок очистки уходящих газов и мероприятий предотвращения образования вредных веществ.

1.5. Инструкция может быть использована для следующих видов контроля источника выброса: прямого, полного или выборочного, периодического, планового, инспекционного, с целью научно-исследовательских работ.

1.6. Термины и определения, использованные в инструкции согласно нормативным документам /3,4/, приведены в табл. 1.2

Таблица I. I.

## Водогрейные котлы

Тип котлоагрегата	Теплопроизводительность Гкал/ч	Расход природного газа м <sup>3</sup> /ч
Универсал 6 (односторонний)	0,12-0,22	17-32
Универсал 3	0,18-0,46	26-66
Универсал 5 (двусторонний)	0,18-0,51	26-73
Универсал 6 (двусторонний)	0,24-0,55	34-80
Надточия (модель-3)	0,24-0,56	35-82
Энергия 3; 6	0,33-0,74	49-109
КСГМ	0,34-1,5	54-239
Тула-1	0,43-0,81	62-116
Минск-1	0,49-0,93	68-129
Факел	0,85	110
Братск	0,85	110
ФНКВ (1:1М)	0,9-1,0	148-164
ТВГ-1,5	0,5	204
ТВГ-4	4,0	520
КВГ-4	4,0	506
КВГМ-4	4,0	494
КВГ-6,3	6,5	822
КВГМ-6,5	6,5	797,0
ТВГ-8	8,0	1100
КВГМ-10	10,0	1260,0
КВГМ-20	20,0	2520,0
ТВГМ-30	30,0	3700,0
КВГМ-30	30,0	3860,0
ЛТВМ-30М	40,0	5200,0
КВГМ-50	50,0	6260,0
ЛТВМ-50	50,0	6720,0
КВГМ-100	100,0	12520,0
ЛТВМ-100	100,0	14100,0
КВГМ-180	180,0	25300,0
ЛТВМ-180	180,0	25300,0

Продолжение табл. I.1

Паровые котлы

Тип котлоагрегата	Номинальная производит. т/ч	Расход природного газа м <sup>3</sup> /ч
Е-0,4/9Г; Е-1/9Г	0,6-1,0	82-136
ММЗ-0,8-9	0,8	70,0
МЭК-7АГ-1 (Е-1-9ГН)	1,0	90,0
Е-1/9-1Г	1,0	90,0
ДКВР-2,5/13	2,5	203,0
ДКВР-4/13	4,0	342,0
ДЕ-4-14ГМ	4,0	291,0
ДКВР-6,5/13	6,5	546,0
ДЕ-65-14ГМ	6,5	472,0
ДКВР-10/13	10,0	843,0
ДЕ-10-14ГМ	10,0	718,0
АПВ-2	12,0	300,0
ДЕ-16-14ГМ	16,0	1154,0
ДКВР-20/13	20,0	2021,0
ДЕ-25-14ГМ	25,0	1792,0
ГИ-50-14	50,0	3660,0

Таблица I.2

Термины и определения /6/

Наименование терминов	О п р е д е л е н и е
I	2
Источник выделения загрязняющих веществ	- объект, в котором происходит образование загрязняющих веществ (технологическая установка, устройство, аппарат, неплотности в трубопроводах, склады сырья и т.д.)
Источник загрязнения атмосферы	- объект, от которого загрязняющее вещество поступает в атмосферу



Продолжение табл. I.2

1	2
Организованные выбросы загрязняющих веществ	- выбросы через специально сооруженные устройства (трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и т.д.)
Неорганизованные выбросы загрязняющих веществ	- выбросы в виде ненаправленных потоков газа, например, в результате нарушения герметичности оборудования
Загрязняющее вещество	- вещество, не входящее в постоянный состав атмосферы и неблагоприятно воздействующее на окружающую среду и здоровье людей
Выброс загрязняющего вещества	- поступление в атмосферу загрязняющего вещества от ИЗА
Валовый выброс	- масса загрязняющего вещества, поступающего в атмосферу в течение года от источника или совокупности источников загрязнения атмосферы
Массовый выброс	- масса загрязняющего вещества, поступающего в атмосферу от ИЗА в единицу времени
Охрана атмосферы	- система государственных мероприятий по защите атмосферы от загрязняющих веществ
Контроль за охраной атмосферы	- общегосударственная система мероприятий, направленных на выполнение требований законодательства в области охраны атмосферы
Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха	- контроль за охраной атмосферного воздуха, осуществляемый Советами народных депутатов, их исполнительными и распорядительными органами, а также специальными уполномоченными государственными органами

I	2
Ведомственный (отраслевой) контроль за охраной атмосферного воздуха	- контроль за охраной атмосферного воздуха, осуществляемый головной организацией ведомства (отрасли)
Производственный контроль за охраной атмосферного воздуха	- контроль за охраной атмосферного воздуха, осуществляемый специализированными подразделениями предприятий
Дымовые газы (уходящие газы)	- газы, образующиеся в источниках выделения при горении органических веществ
Концентрация вредного вещества	- величина, выражающая относительное содержание данного компонента (составной части) в смеси
Предельно допустимая концентрация вредного вещества (ПДК)	- максимальная концентрация в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает вредного действия на него (включая отдаленные последствия) и на окружающую среду в целом
Предельно допустимый выброс (ПДВ)	- научно-технический норматив, устанавливаемый из условия, чтобы содержание загрязняющих веществ в приземном слое воздуха от источника или их совокупности не превышало нормативов качества воздуха для населения животного и растительного мира



## 2. Подготовка котлоагрегата к испытаниям, условия проведения измерений, измеряемые параметры

2.1. Места отбора проб должны соответствовать требованиям, изложенным в ГОСТе 12.4.021-75/5/ и ОНД-90 /6/.

2.2. Подготовка мест отбора проб уходящих газов производится на остановленном агрегате.

Отбор проб продуктов сгорания проводится через отверстие диаметром 12 мм, которое следует просверлить на прямолинейном участке за котлоагрегатом длиной 8-10 наибольших линейных размеров поперечного сечения (ЛРС) газохода, причем длина прямолинейного участка до места замера должна быть не менее 5+6 ЛРС.

Для котлоагрегатов, оборудованных экономайзером, пробоотборная точка располагается между котлоагрегатом и экономайзером. Не следует выбирать пробоотборные точки вблизи от изменения сечения поворотов газохода, арматуры, дымососов и т.п., создающих аэродинамические сопротивления.

2.3. При проведении измерений глубина погружения пробоотборного зонда должна быть не менее половины внутреннего диаметра газохода в точке отбора пробы.

2.4. При необходимости в качестве удлинителя к зонду используется трубка из стали 1х18Н9(10)Г, а переходника - трубка из тефлона. Все места соединений должны быть тщательно герметизированы.

2.5. При проведении измерений должна быть обеспечена возможность работы агрегата в широком диапазоне нагрузок (в зависимости от задач и программы исследований) в пределах ограничений, предусмотренных инструкцией по эксплуатации.

2.6. Измерения параметров производятся на нескольких режимах (не менее 3-х) от номинального в диапазоне нагрузок от 30 до 100 %. Рекомендуемые уровни нагрузок при испытаниях 30, 50, 75 и 100 %.

Регламент проведения измерений определяется видом проводимого контроля, согласно требованиям действующей нормативно-технической документации /1, 2, 6/.

2.7. Измерения проводятся на установившихся режимах, т.е.

когда отклонения основных параметров не превышают  $+1$ ;  $-1$  %.

2.8. В уходящих газах котлоагрегатов производится непосредственное измерение концентраций:

- оксида азота (  $NO$  );
- диоксида азота (  $NO_2$  );
- оксида углерода (  $CO$  );
- кислорода (  $O_2$  );
- диоксида серы (  $SO_2$  ).

Концентрация диоксида углерода  $CO_2$  рассчитывается прибором по измеренной концентрации  $O_2$ . Одновременно на режимах испытаний проводится регистрация основных теплотехнических параметров котлоагрегатов.

Типовой перечень измеряемых параметров приведен в приложении.

### 3. Обработка результатов измерений

3.1. Газоанализатор "Тесто-33" определяет концентрации компонентов уходящих газов в следующих единицах:

- кислород - % об.;
- диоксид углерода - % об.;
- оксид азота - ppm (объемные доли на миллион),  $mg/m^3$ ;
- диоксид азота;
- оксид углерода;
- диоксид серы.

3.2. С целью унификации данных по концентрациям загрязняющих веществ уходящих газов котлоагрегатов рекомендуется в качестве основной единицы измерения концентраций принять ppm (объемные доли на миллион).

3.3. Соотношения между единицами измерения концентраций:

- оксид азота (  $NO$  ) в пересчете на диоксид (  $NO_2$  ), а также диоксид азота (  $NO_2$  )  
 $1 ppm = 2,054 mg/m^3 = 1 \cdot 10^{-4} \% об.$ ;
- оксид углерода (  $CO$  )  
 $1 ppm = 1,25 mg/m^3 = 1 \cdot 10^{-4} \% об.$ ;
- диоксид серы (  $SO_2$  );  
 $1 ppm = 2,86 mg/m^3 = 1 \cdot 10^{-4} \% об.$

Коэффициенты соотношений при переводе объемных концентраций в весовые определены по формуле

$$\rho_i = \frac{M}{22,412} ,$$

где  $\rho_i$  - плотность газа ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{SO}_2$ );  $M$  - молекулярная масса газа; 22,412 - объем одной килограмм-молекулы (по закону Авогадро).

$$\rho_{\text{NO}_2} = \frac{14 + 32}{22,412} = 2,054;$$

$$\rho_{\text{CO}} = \frac{12 + 16}{22,412} = 1,25;$$

$$\rho_{\text{SO}_2} = \frac{32,07 + 32}{22,412} = 2,86.$$

3.4. Концентрация оксидов азота (суммарно  $C_{\text{NO}_x}^{\Phi}$  определяется как сумма оксида  $C_{\text{NO}}^{\Phi}$  (в пересчете на диоксид  $\text{NO}_2$ ) и диоксида  $C_{\text{NO}_2}^{\Phi}$  в уходящих газах, т.е. в ppm  $C_{\text{NO}_x}^{\Phi} = C_{\text{NO}}^{\Phi} + C_{\text{NO}_2}^{\Phi}$ , а в мг/м<sup>3</sup>

$$C_{\text{NO}_x}^{\text{H}} = C_{\text{NO}_x}^{\Phi} \cdot 2,05 = (C_{\text{NO}}^{\Phi} + C_{\text{NO}_2}^{\Phi}) \cdot 2,05 .$$

3.5. Для каждого режима испытаний результаты измерения концентраций загрязняющих веществ, полученные в ppm, приводятся к единице измерения в мг/м<sup>3</sup> сухих уходящих газов (по соотношениям пп.3.3) при коэффициенте разбавления уходящих газов  $h = 1,4$  по соотношениям в общем виде:

$$C_i^{1,4} = 0,714 C_i^{\text{H}} \cdot h^{\Phi} ,$$

$$C_i^{1,4} = \frac{C_i^{\text{H}} \cdot 1,4}{h^{\Phi}} ,$$

где  $C_i^{1,4}$  - концентрация  $i$ -ого вещества при  $h = 1,4$ ;  $C_i^{\text{H}}$  - приведенная к нормальным условиям фактически измеренная концентрация;  $h^{\Phi}$  - фактический коэффициент разбавления уходящих газов:

Конкретно для каждого из веществ ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) приведение к нормальным условиям и  $h = 1,4$  проводится по соотношениям:

$$C_{\text{NO}_x}^{1,4} = 0,714 \cdot 2,05 (C_{\text{NO}}^{\Phi} + C_{\text{NO}_2}^{\Phi}) h^{\Phi} = 1,46 C_{\text{NO}_x}^{\Phi} \cdot h^{\Phi} , \text{ мг/м}^3 ;$$

$$C_{\text{CO}}^{1,4} = 0,714 \cdot 1,25 C_{\text{CO}}^{\Phi} \cdot h^{\Phi} = 0,89 C_{\text{CO}}^{\Phi} \cdot h^{\Phi} , \text{ мг/м}^3 ;$$

$$C_{\text{SO}_2}^{1,4} = 0,714 \cdot 2,86 C_{\text{SO}_2}^{\Phi} \cdot h^{\Phi} = 2,04 C_{\text{SO}_2}^{\Phi} \cdot h^{\Phi} , \text{ мг/м}^3 .$$

3.6. Так как коэффициенту разбавления  $h = 1,4$  соответствует концентрация кислорода в уходящих газах  $\text{O}_2 = 6\%$ , то возможно

приведение измеренных концентраций к эталонное единице в мг/нм<sup>3</sup> при концентрации O<sub>2</sub> = 6 % по соотношениям в общем виде:

$$C_i^{O_2=6} = \left( \frac{21 - 6}{21 - O_2^{\Phi}} \right) \cdot C_i^H = \left( \frac{15}{21 - O_2^{\Phi}} \right) \cdot C_i^H = \left( 0,714 - \frac{1}{O_2^{\Phi}} \right) C_i^H,$$

где O<sub>2</sub><sup>Φ</sup> - измеренная, фактическая для данного режима концентрация кислорода.

3.7. В случае необходимости приведения измеренных концентраций к различным стандартным значениям концентрации кислорода используют соотношение:

$$C_i^{ст} = \left( \frac{21 - O_2^{ст}}{21 - O_2^{\Phi}} \right) \cdot C_i^H, \text{ мг/нм}^3$$

где O<sub>2</sub><sup>ст</sup> - стандартное значение кислорода.

3.8. Объем сухих продуктов сгорания (V<sub>с.г.</sub>) подсчитывается по балансу углерода в сжигаемом газе и образующихся продуктах сгорания по формуле /21/

$$V_{с.г.} = \frac{CH_4 + 2C_2H_2 + 3C_3H_6 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + 2C_2H_4 + CO + CO_2}{C_{CO_2}^{\Phi} + 10^{-4} C_{CO}^{\Phi} + C_{CH_4}^{\Phi}},$$

$\frac{\text{нм}^3}{\text{нм}^3 \text{ газа}}$

где в числителе - состав углеродсодержащих компонентов в газе, % об.; в знаменателе - фактические (измеренные) концентрации углеродсодержащих компонентов в уходящих газах, причем C<sub>CO<sub>2</sub></sub><sup>Φ</sup> и C<sub>CH<sub>4</sub></sub><sup>Φ</sup> - в % об., а C<sub>CO</sub><sup>Φ</sup> - в ppm.

В пределах допустимой инженерной точности расчетов концентрацией метана в уходящих газах можно пренебречь, то есть, V<sub>с.г.</sub> в нм<sup>3</sup>/нм<sup>3</sup> газа определяется по формуле:

$$V_{с.г.} = \frac{CH_4 + 2C_2H_2 + 3C_3H_6 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12} + 2C_2H_4 + CO + CO_2}{C_{CO_2}^{\Phi} + 10^{-4} C_{CO}^{\Phi}}$$

3.9. Удельный выброс NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub> (г/нм<sup>3</sup>) сжигаемого газа определяется по формуле:

$$K_i = 10^{-3} C_i^H V_{с.г.} = 10^{-3} \rho_i \cdot C_i^{\Phi} \cdot V_{с.г.}$$



3.10. Мощность выброса  $i$ -ого вещества (г/с) рассчитывается по формуле:

$$M_i = K_i \cdot V_{T(0)} \cdot 3600 ; \quad V_{T(0)} - \text{расход топливного газа при нормальных условиях.}$$

3.11. Результаты измерений представляются по типовой форме в виде таблицы и графиков, приведенных в приложении (рис. 1, 2).

Рис. I. Зависимость концентрации вредных веществ  
в уходящих газах от теплопроизводительности  
(паропроизводительности) котлоагрегатов

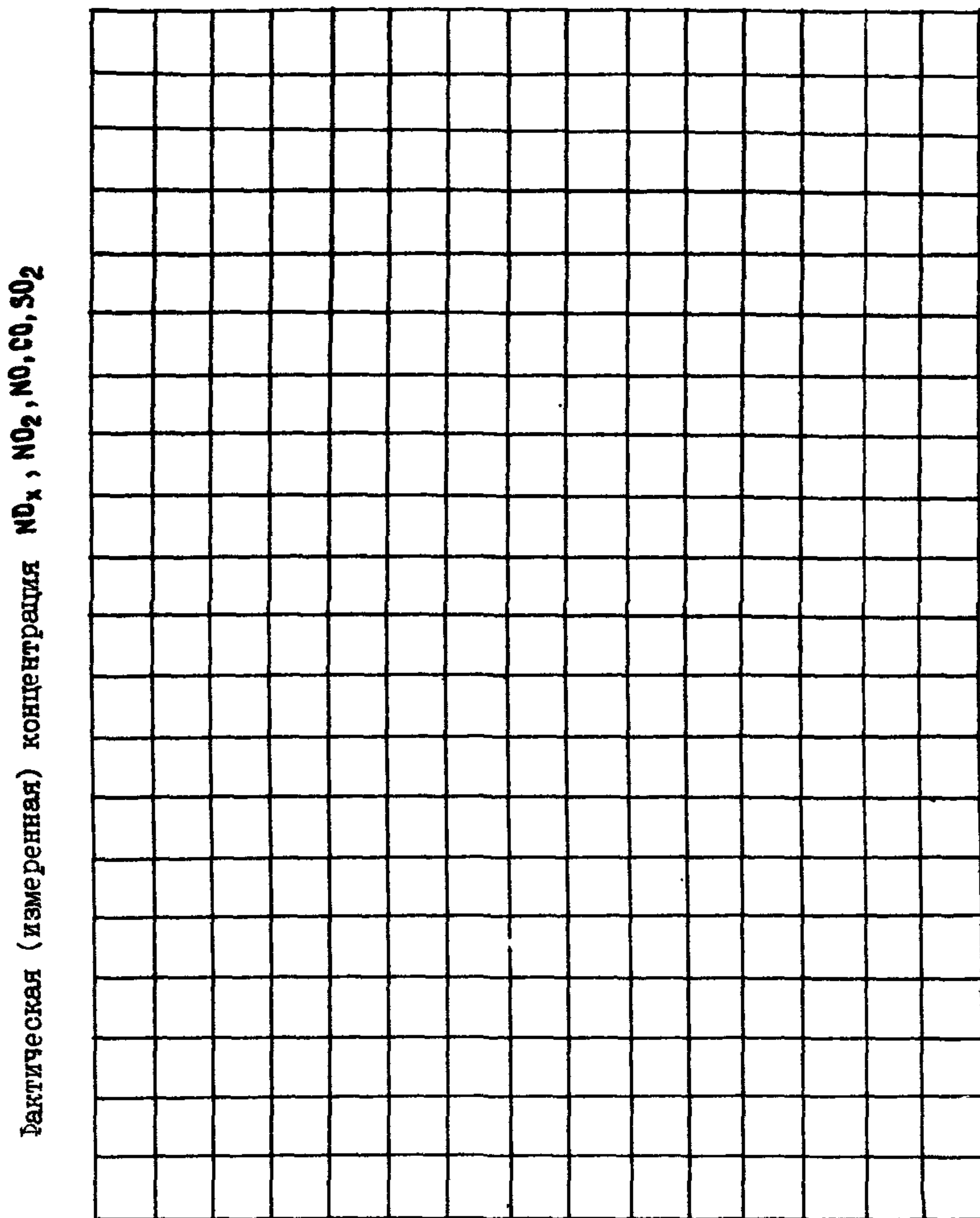
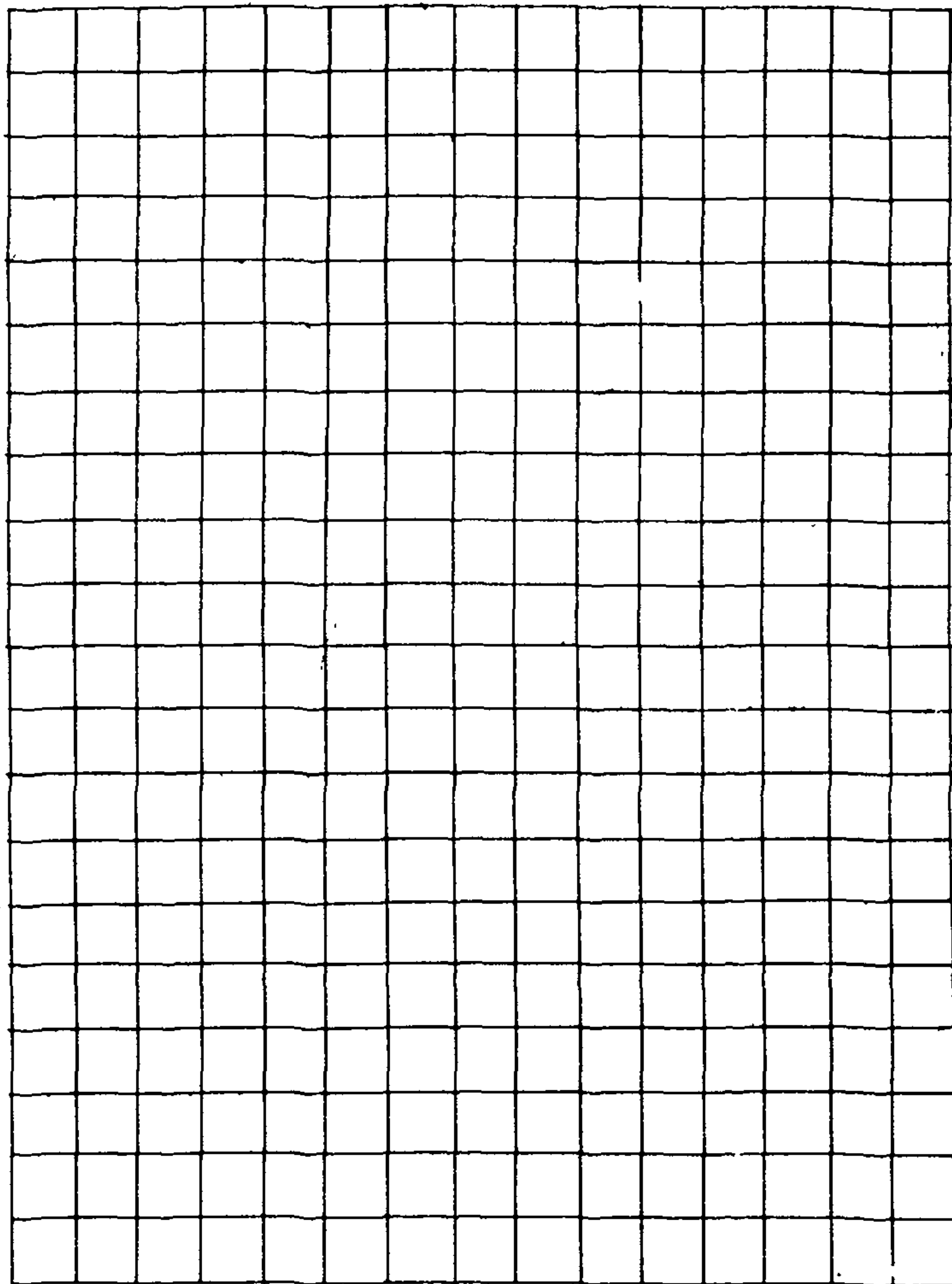




Рис. 2. Зависимость концентрации вредных веществ в уходящих газах от теплопроизводительности (паропроизводительности) котлоагрегата

Произведенная концентрация  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $SO_2$  (при нормальных условиях и коэффициенте разбавления уходящих газов  $\mu=1,4$ ), мг/м<sup>3</sup>



Теплопроизводительность (паропроизводительность) котла, Гкал/ч (т/ч)

## Литература

1. Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности. Л.: ГГО им. А.И.Воейкова, 1986. 25с.
2. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Л.: Госкомприрода СССР, 1990.
3. ГОСТ 17.2.1.04-77. Охрана природы. Атмосфера. Источники и метрологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения.
4. ГОСТ 17.2.1.03-84. Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
5. ГОСТ 12.4.021-75. Системы вентиляционные. Общие требования.
6. Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. ОНЦ-90, ч. I, П. Санкт-Петербург, 1991.
7. РД 52.04.59-85. Руководящий документ. Охрана природы. Атмосфера. Требования к точности контроля промышленных выбросов. Методические указания. М., 1986.
8. ГОСТ 17.0.002-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения.
9. Характеристика удельных выбросов загрязняющих веществ от отдельных производств и их использование при экспертизе воздухоохраных мероприятий. Методическое письмо ОКА ВНИЦэкология Госкомприрода СССР от 27.10.89 МП/7-486.
10. ГОСТ 8.504-84. Требования к построению, содержанию и изложению документов, регламентирующих методики выполнения измерений содержаний компонентов проб веществ и материалов.
11. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.
12. ГОСТ 23172-78. Котлы стационарные. Термины и определения.
13. ГОСТ 25720-83. Котлы водогрейные. Термины и определения.
14. ГОСТ 26691-85. Теплоэнергетика. Термины и определения.
15. ГОСТ 3619-89. (Ст. СЭВ 3034-81). Котлы паровые стационарные. Типы и основные параметры.

16. ГОСТ 10617-83. Котлы отопительные теплопроизводительностью от 0,10 до 3,15 МПа. Общие тех. условия.

17. ГОСТ 20548-87. Котлы отопительные водогрейные чугунные теплопроизводительностью до 100 кВт. Общие технические условия.

18. ГОСТ 21563-82. Котлы водогрейные стационарные. Основные параметры и технические требования.

19. ГОСТ 4.413-86. СПКП. Котлы теплофикационные водогрейные. Номенклатура показателей.

20. ГОСТ 4.422-86. СПКП. Котлы паровые стационарные. Номенклатура показателей.

21. ГОСТ 4.491-89. СПКП. Котлы отопительные водогрейные теплопроизводительностью до 3,15 МВт. Номенклатура показателей.

22. Равич М.Б. Газ и его применение в народном хозяйстве. М., 1974.

Типовая форма представления результатов измерений  
 концентраций вредных веществ в уходящих газах и  
 теплотехнических параметров работы котельной \_\_\_\_\_  
 " " \_\_\_\_\_ 199 г.

Замеры и расчеты выполнены: (наименование организации,  
 проводящей измерения)

№ п/п	Наименование параметра	Обозн.	Размер	Способ получения (формула, источник)	нагрузка в % от номинал.			
					30	50	70	100
	2	3	4	5	6	7	8	9

Котлоагрегат типа \_\_\_\_\_  
 рег. № \_\_\_\_\_

Измеряемые параметры

I. Состав топливного газа	$CH_4$ $C_2H_6$ $C_3H_8$ и т.д.	% об.	Справка газоснабжающей организации
2. Плотность газа при стандартных условиях ( $t=20^{\circ}C$ , $P=1,033 \text{ кг/см}^2$ )	$\rho_{20}$	кг/м <sup>3</sup>	—
3. Калорийность газа при стандартных условиях	$Q_H^D(20)$	ккал/м <sup>3</sup>	—

I	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	Барометрическое давление	$P_{\text{бар.}}$	мм.рт.ст.	Штатный прибор				
5.	Расход газа при стандартных условиях	$V_{\text{T}(20)}$	м <sup>3</sup> /ч	Эксплуатационный прибор				
6*	Давление пара в барабане	$P_{\text{п}}$	кгс/см <sup>2</sup>	—				
7.	Давление газа перед горелками	$H_{\text{T}}$	мм.вод.ст.	—				
8.	Давление воздуха перед горелками	$H_{\text{в}}$	мм.вод.ст.	—				
9.	Разрежение в топке котла	$S_{\text{T}}$	мм.вод.ст.	—				
10.	Температура уходящих газов	$t_{\text{у.г.}}$	°С	Газоанализатор Тесто-33				
II.	Содержание в уходящих газах			Тесто-33				
II.1.	Кислород	$C^{\text{O}_2}$	%					
II.2.	Диоксид углерода	$C^{\text{CO}_2}$	%	—				
II.3.	Оксид углерода	$C^{\text{CO}}$	ppm	—				
II.4.	Оксид азота	$C^{\text{NO}}$	ppm	—				
II.5.	Диоксид азота	$C^{\text{NO}_2}$	ppm	—				
II.6.	Диоксид серы	$C^{\text{SO}_2}$	ppm	—				
II.7.	Оксиды азота (суммарно)	$C^{\text{NO}_x}$	ppm	—				
12.	Коэффициент разбавления продуктов сгорания	$h^{\text{Ф}}$	безразмерный	Тесто-33				



1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Параметры, рассчитываемые по результатам измерений

13. Плотность газа при нормальных условиях (при $t = 0^{\circ}\text{C}$ и $\Gamma = 1,033 \text{ кг/см}^2$ )	$\rho_0$	кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{20} \cdot \frac{293}{273}$ или $1,073 \cdot \rho_{20}$
14. Калорийность газа при нормальных условиях	$Q_{H(0)}^p$	ккал/м <sup>3</sup>	$1,073 \cdot Q_{H(20)}^p$
15. Расход газа при нормальных условиях	$V_{\Gamma(0)}$	м <sup>3</sup> /ч	$0,93 \cdot V_{\Gamma(20)}$
16. Содержание в уходящих газах при нормальных условиях:			
- оксидов азота (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	$C_{NO_x}^H$	мг/м <sup>3</sup>	$(C_{NO}^p + C_{NO_2}^p) \cdot 2,05$
- диоксида серы	$C_{SO_2}^H$	мг/м <sup>3</sup>	$C_{SO_2}^p \cdot 2,86$
- оксида углерода	$C_{CO}^H$	мг/м <sup>3</sup>	$C_{CO}^p \cdot 1,25$
17. Содержание в уходящих газах при нормальных условиях в пересчете на коэффициент разбавления $h = 1,4$			
- оксидов азота (суммарно)	$C_{NO_x}^{1,4}$	мг/м <sup>3</sup>	$C_{NO_x}^{1,4} \equiv 1,46 C_{NO_x}^{\check{\phi}} h^{\check{\phi}}$
- оксида углерода	$C_{CO}^{1,4}$	мг/м <sup>3</sup>	$C_{CO}^{1,4} = 0,89 C_{CO}^{\check{\phi}} h^{\check{\phi}}$
- диоксида серы	$C_{SO_2}^{1,4}$	мг/м <sup>3</sup>	$C_{SO_2}^{1,4} = 2,04 C_{SO_2}^{\check{\phi}} h^{\check{\phi}}$
18. Объем сухих уходящих газов на м <sup>3</sup> сжигаемого газа	$V_{с.г.}$	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	$CH_4 + 2C_2H_2 + 3C_3H_6 + 4C_4H_{10} +$ $5C_6H_{12} + 2C_3H_4 + CO + CO_2 / C_{CO_2}^{\check{\phi}} + 10^{-4} C_{CO}^{\check{\phi}}$



Заказ II6. Тираж 200 экз.  
Объем: 0,8 уч.-изд.л. Ф-т 60x84/16

---

Отпечатано на роталпринте ВНИИГАЗа