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

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО УЧЕТУ ВАЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА НА ГАЗОТУРБИННЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ ПО ИЗМЕРЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ РАБОТЫ ГПА

РД 51-165-92

МОСКВА 1992

gost.e-ecolog.ru

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

СОГЛАСОВАНО

ЗАМ.МИНИСТРА ЭКОЛОГИИ
И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Н.Г.РЫБАЛЬСКИЙ

"15" мая 1992 г.

ЗАМ.ПРЕДСЕДАТЕЛЯ
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ГАЗОВОГО КОНЦЕРНА
"ГАЗПРОМ"

Р.И.ВЯХИРЕВ

"30" мая 1992г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО УЧЕТУ ВАЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА НА ГАЗОТУРБИННЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЯХ ПО ИЗМЕРЕННЫМ ПАРАМЕТРАМ РАБОТЫ ГПА

РД 51-165-92

ДИРЕКТОР ВНИИГАЗа А.И.ГРИЦЕНКО

НАЧАЛЬНИК ЛАБОРАТОРИИ
ГАЗОТУРБИННЫХ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩИХ АГРЕГАТОВ В.А.ЩУРОВСКИЙ

Москва
1992

УДК /628.512:546.17:621.51/(083.95)

Настоящая инструкция предназначена для определения выбросов загрязняющих веществ с выхлопными газами газотурбинных газоперекачивающих установок на компрессорных станциях магистральных газопроводов.

Замечания и предложения по настоящей инструкции направлять по адресу: 142717, Московская обл., Ленинский р-он, пос. Развилка, ВНИИГАЗ, лаб. газотурбинных ГПА; тел. 399-94-57.

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

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Выброс продуктов сгорания (выхлопных газов) газотурбинных установок ГТУ производится через дымовые трубы (шахты) и относится к организованным выбросам загрязняющих веществ в атмосферу / I /.

I.2. Настоящая инструкция предназначается для расчета выбросов в атмосферу оксидов азота (NO_x) и оксида углерода (CO), содержащихся в продуктах сгорания газотурбинных газоперекачивающих агрегатов (ГПА).

I.3. Инструкция распространяется на газотурбинные газоперекачивающие агрегаты следующих типов: ГТ-700-5, ГТК-5,ГТ-750-6, ГТН-6-750, ГТН-6, ГПА-Ц-6,3, ГПА-Ц-8, ГТК-10, ГТН-10И, ГПУ-10, Коберра-182, ГТК-16, ГТН-16, ГПА-Ц-16, ГПУ-16, ГТН-25, ГТН-25И, Центавр.

I.4. Инструкция позволяет производить расчет выбросов загрязняющих веществ по следующим вариантам:

- валовый выброс за отчетный период (сутки, месяц);
- мощность выброса на текущем режиме.

I.5. Валовый выброс оксидов азота (оксида углерода) - это весовое количество выброса оксидов азота (оксида углерода) с продуктами сгорания газотурбинной установки за отчетный период времени. Мощность выброса оксидов азота (оксида углерода) - это весовое количество выброса оксидов азота (оксида углерода) с продуктами сгорания газотурбинной установки в единицу времени.

В качестве единицы объема продуктов сгорания в настоящей инструкции используется метр кубический ($нм^3$) при нормальных условиях: температура $0^{\circ}C$ и давление 0,1013 МПа / 2 /.

I.6. Методической основой настоящей инструкции является расчет выбросов загрязняющих веществ по измеренным штатным параметрам работы газотурбинной установки.

Концентрация загрязняющего вещества определяется по опытно-статистическим зависимостям как функция от измеренной температуры продуктов сгорания по газовоздушному тракту ГТУ / 3 /.

Расход продуктов сгорания на срезе дымовой трубы (шахты) определяется по расходно - напорным характеристикам газотурбинной установки по измеренному давлению воздуха за

компрессором (или частоте вращения компрессора) и параметрам атмосферного воздуха (температура и давление) / 4 /.

I.7. Расчет выбросов загрязняющих веществ производится отдельно по оксидам азота и оксиду углерода. Согласно / I /, концентрация оксидов азота NO_x в продуктах сгорания определяется как сумма оксида азота NO (в пересчете на диоксид азота NO_2 и диоксида азота NO_2).
Содержание диоксида азота NO_2 в сумме оксидов азота NO_x в продуктах сгорания на срезе дымовой трубы (шахты) составляет I0 % для регенеративных ГТУ (ГТ-700-5, ГТК-5, ГТ-750-6, ГТК-I0, ГТНР-I0) и 5 % для безрегенеративных ГТУ (агрегаты остальных типов) / 5 /.

I.8. Номинальные параметры выбросов оксидов азота и углерода с продуктами сгорания и основные теплотехнические параметры газотурбинных газоперекачивающих агрегатов приведены в табл.I. / 6 /.

Эти параметры приведены для номинального режима работы ГПА в стационных условиях / 2 /:

- номинальная (по ТУ) мощность привода;
- номинальные (по ТУ) атмосферные условия;

I.9. Параметры выбросов оксидов азота и углерода (как среднестатистические величины по каждому типу ГПА) получены по результатам инструментальных измерений этих параметров в продуктах сгорания ГТУ в различных регионах эксплуатации, с различным техническим состоянием и различной наработкой агрегатов.

I.I0. Теплотехнические параметры указаны для исходного состояния (новая чистая машина) по данным технической документации ГПА и результатам испытаний опытных и серийных образцов.

I.II. Показатели получены для топливного газа, удовлетворяющего требованиям технических условий по ГОСТу 5542-87 / 7 /.

I.I2. На ряде агрегатов проведены работы по модернизации камер сгорания с целью снижения выбросов оксидов азота. В этих случаях наряду с параметрами выбросов ГТУ со штатной камерой сгорания в табл.I. приведены параметры выбросов ГТУ с модернизированной камерой.

I.I3. Расчет валового выброса (или мощности выброса) загрязняю-

Таблица I

Номинальные значения показателей ГПА

Тип ГПА	Абсолютное давление за компрессором высокого давления, P_4^*, кг/см^2	Расход продуктов сгорания на срезе выхлопной трубы, Q_2^*, тыс.нм^3/ч	Коэффициент соотношения сухих и влажных продуктов сгорания, Кв	Температура по тракту ГТУ: штатная точка измерения	Температура по тракту ГТУ: значение, °С	Концентрация загрязняющих веществ: оксидов азота, NO_x, мг/нм^3	Концентрация загрязняющих веществ: оксида углерода, CO, мг/нм^3	Мощность выброса: оксидов азота; M_{NO_x}, кг/ч	Мощность выброса: оксида углерода M_{CO}, кг/ч
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
Центавр	8,9	46,4	0,95	перед СТ	570	I35	50	5,98	2,23
ГТ-700-5	4,0	I27,4	0,97	перед ТВД	700	200	I50	27,32	I9,I2
ГТК-5	4,0	I27,4	0,97	перед ТВД	700	200	I50	27,32	I9,I2
ГТ-750-6	4,7	I64,2	0,97	перед ТВД	750	350	60	55,80	9,58
ГТ-750-6 3I	4,7	I64,2	0,97	перед ТВД	750	I80	60	28,80	9,58
ГТ-750-6 32	4,7	I64,2	0,97	перед ТВД	750	II5	60	I8,36	9,58
ГТ-750-6*	4,7	I64,2	0,97	перед ТВД	750	I30	250	20,88	39,90
ГТ-6-750	5,8	I33,6	0,96	после ТНД	4I5	I00	I50	I2,85	I9,26
ГТН-6	5,8	I33,6	0,96	после ТНД	4I5	I00	I50	I2,85	I9,26
ГПА-Ц-6,3	9,I	I69,6	0,97	перед СТ	480	70	I50	I0,94	23,47
ГПА-Ц-8	9,2	I7I,7	0,96	перед СТ	540	II0	I50	I7,39	23,69
ГПУ-I0	I0,3	245,2	0,97	после ТВД	560	70	30	I5,48	6,62
ГТК-I0	4,5	239,4	0,97	перед ТВД	780	350	40	8I,36	9,29
ГТК-I0 3I	4,5	239,4	0,97	перед ТВД	780	200	40	46,44	9,29

Продолжение табл.I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0
ГТК-I0-32	4,5	239,4	0,97	перед ТВД	760	I70	40	39,60	9,29
ГТК-I0 33	4,5	239,4	0,97	перед ТВД	780	I70	50	39,60	II,59
ГТК-I0 34	4,5	239,4	0,97	перед ТВД	780	I00	30	23,40	6,98
ГТК-I0	4,5	239,4	0,97	перед ТВД	780	I80	250	4I,76	58,07
ГТН-I0И	7,2	I46,2	0,94	после ТНД (СТ)	533	200	50	27,65	6,9I
Коберра-I82	9,2	2I8,5	0,96	перед СТ	625	I35	I40	28,I5	29,20
ГТК-I6	7,5	285,I	0,95	после ТНД (СТ)	4I2	I00	20	27,00	5,44
ГТН-I6	II,7	242,6	0,95	после ТНД (СТ)	408	I80	200	4I,76	46,44
ГПА-Ц-I6	9,9	289,8	0,96	перед СТ	550	I00	400	27.63	III,24
ГПУ-I6	I3,0	274,3	0,96	после ТВД	640	I00	50	26,28	I3,I8
ГТН-25	II,4	422,3	0,95	после СТ	465	I20	350	48,24	I4I,I2
ГТН-25И	8,4	333,0	0,95	после ТНД (СТ)	49I	I45	30	45,72	9,47

Примечание:

"3" – вариант модернизации камеры сгорания

ГТК-I0 3I – камера сгорания с дополнительными патрубками (НЗЛ)

ГТК-I0 32 – камера сгорания с дополнительными патрубками и уменьшенными окнами смесителя (НЗЛ)

ГТК-I0 33 – камера сгорания с новыми регистрами (ЮжНИИгипрогаз)

ГТК-I0 34 – микрофакельная камера сгорания (НЗЛ)

ГТК-I0* – безрегенеративный вариант

ГТ-750-6 3I – камера сгорания с дополнительными патрубками (НЗЛ)

ГТ-750-6 32 – микрофакельная камера

ГТ-750-6* – безрегенеративный вариант

щих веществ производится отдельно по каждому агрегату.

1.14. При использовании настоящей инструкции точность определения выбросов загрязняющих веществ зависит от погрешностей измеряемых параметров. Среднеквадратичные погрешности измеряемых параметров должны быть не более:

- температура атмосферного воздуха (перед компрессором) - ± 1°С
- температура продуктов сгорания в месте штатного измерения - ± 10°С
- давление воздуха за компрессором - ± 2 %

При соблюдении этих условий среднеквадратичная погрешность расчета выбросов оксидов азота и углерода не превышает ± 5 % с учетом замечаний по п.2.16. настоящей методики.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

2.I. Расчет валового выброса оксидов азота и углерода за отчетный период.

2.I.I. Для расчета валового выброса оксидов азота и углерода необходимо иметь следующие данные по работе агрегатов за отчетный период времени:

- тип используемого привода ГПА;
- наработка каждого агрегата в отчетный период, Т,ч;
- средняя за отчетный период температура продуктов сгорания в точке их штатного измерения, t, °С;
- средние относительные обороты компрессора $\bar{n}_K$ (только для агрегатов ГТН-10И, ГТН-25И) или среднее давление воздуха за компрессором (для остальных типов ГПА) за отчетный период, P_4, ата;
- средние за отчетный период атмосферное давление воздуха В (ата) и температура атмосферного воздуха на входе в компрессор t_3, °С.

2.I.2. Осреднение температуры продуктов сгорания, относительных оборотов компрессора, давлений воздуха за компрессором, давления и температуры атмосферного воздуха на входе в компрессор за отчетный период производится на основе трех измерений за сутки (в 0,8,I6 ч.).

Примечание. Если в системе защиты задействовано несколько штатных термопар, то в качестве измеренной температуры принимается ее среднеарифметическая величина по показаниям термопар.

2.I.3. Валовый выброс загрязняющих веществ определяется по формулам, т

$$M_{NO_x} = C_{NO_x} \cdot Q_2 \cdot T \cdot 10^{-6} \qquad (I)$$

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot Q_2 \cdot T \cdot 10^{-6} \qquad (2)$$

где C_{NO_x}, C_{CO} - средняя концентрация в сухих соответственно оксидов азота и углерода в продуктах сгорания за отчетный период, мг/нм^3;

Q_2 - средний расход сухих продуктов сгорания за отчетный период, тыс.нм^3/ч;

T - наработка агрегата, ч.

2.I.4. Средняя величина концентрации оксидов азота определяется по средней за отчетный период температуре продуктов сгорания, определенной согласно п. 2.I.2.

Для этого используются графики рис.I-I5, где приведены зависимости концентраций оксидов азота в сухих продуктах сгорания от температуры продуктов сгорания в местах штатного ее измерения для различных типоразмеров агрегатов (включая агрегаты с модернизированными камерами сгорания). Стрелки на рис.I-I5 обозначают точку номинального режима.

2.I.5. Концентрация оксида углерода принимается постоянной в реальном диапазоне (загрузка агрегата 60 - II0 %) режимов работы агрегатов / 8 /. Величины концентраций оксида углерода в сухих продуктах сгорания для различных типов агрегатов приведены в табл.I.

2.I.6. Если имеются результаты инструментальных измерений концентраций загрязняющих веществ в продуктах сгорания, выполненных согласно / 5 /, то по этим данным строятся индивидуальные экологические характеристики, аналогичные зависимостям рис.I-I5.

При отличиях в концентрациях по рис.I-I5 и по данным инструментальных измерений более I0 %, в дальнейших расчетах используют экспериментальные экологические характеристики.

2.I.7. Расчет расхода сухих продуктов сгорания на срезе выхлопной шахты (трубы) производится по следующим формулам (тыс.нм^3/ч) / 5 /:

- для всех типов ПА, кроме ГТН-I0И и ГТН-25И

$$Q_2 = Q_2^{\circ} \left(\frac{P_4}{P_4^{\circ}}\right)^{0,8} \left(\frac{288}{T_3}\right)^{0,5} \frac{B}{1,033} K_B; \quad (3)$$

- для агрегатов ГТН-I0И и ГТН-25И

$$Q_2 = 0,97 Q_2^{\circ} \bar{n}_K \frac{288}{T_3} \cdot \frac{B}{1,033} \cdot K_B \quad (4)$$

где Q_2° - расход продуктов сгорания на срезе выхлопной шахты на номинальном режиме, тыс.нм^3/ч; принимается по табл.I.;

$P_{4^{\circ}}$ - абсолютное давление воздуха за осевым компрессором на номинальном режиме, ата (при-

Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГТН-6-750 (ГТН-6), ГТК-5 (ГТ-700-5), Центавр

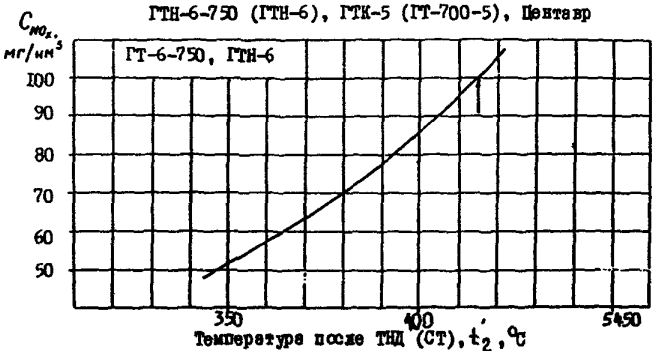


Рис.1..

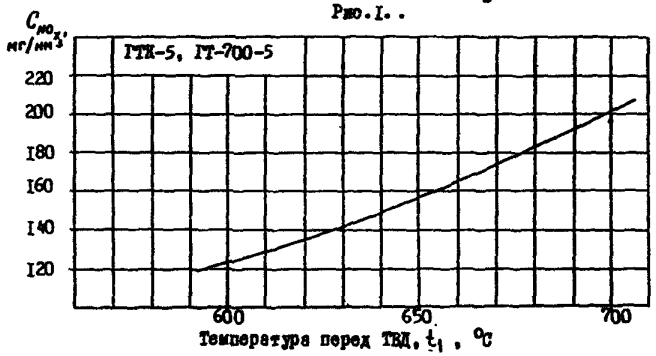


Рис.2.

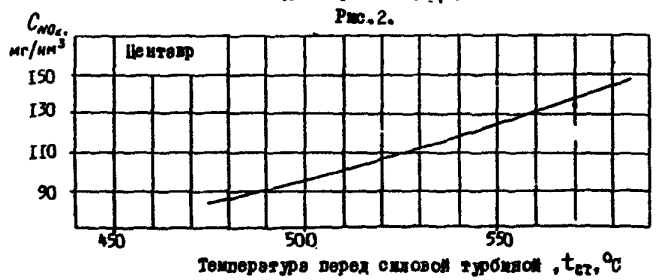
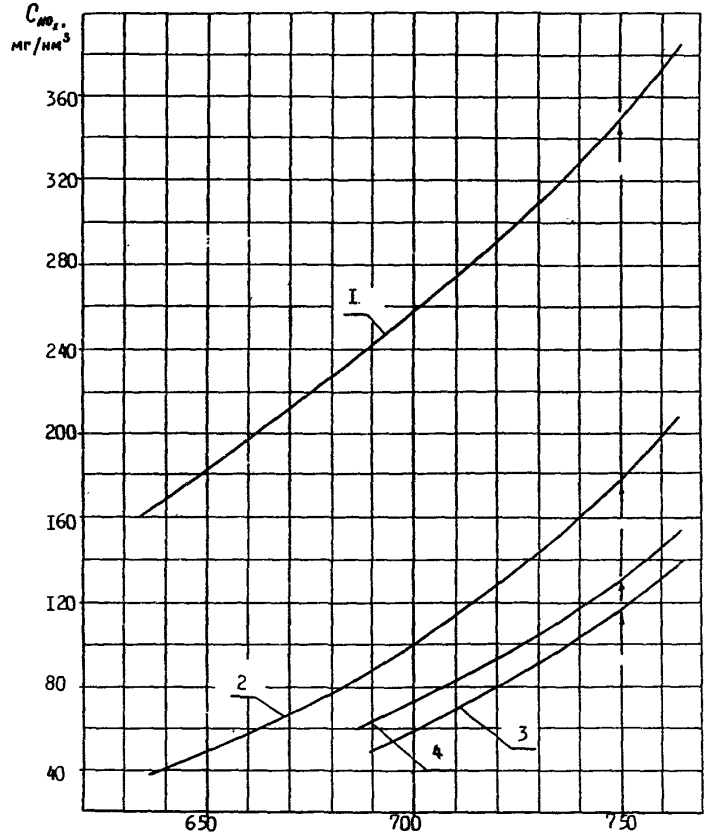


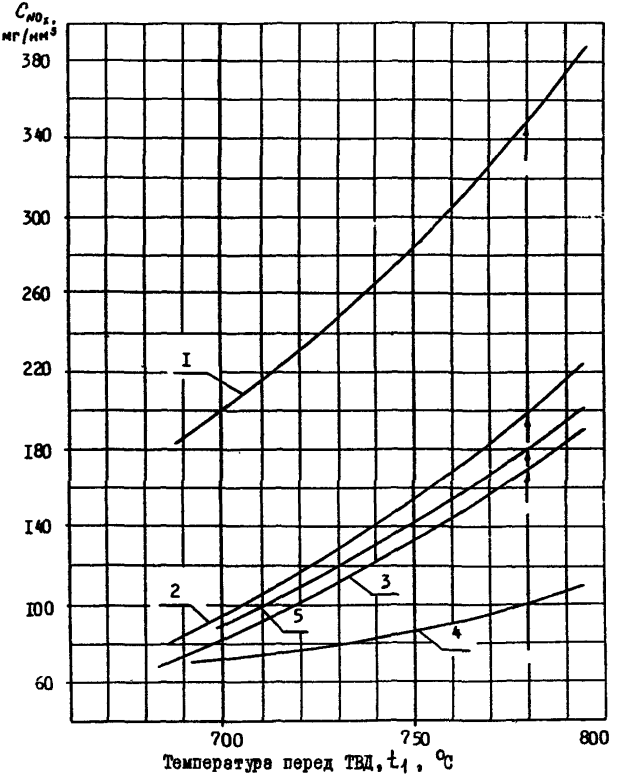
Рис.3.



I - ГТ-750-6
2 - ГТ-750-6 3I
3 - ГТ-750-6 32
4 - ГТ-750-6[2]

(Обозначения по табл.I.)

Рис.4. Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГТ-750-6

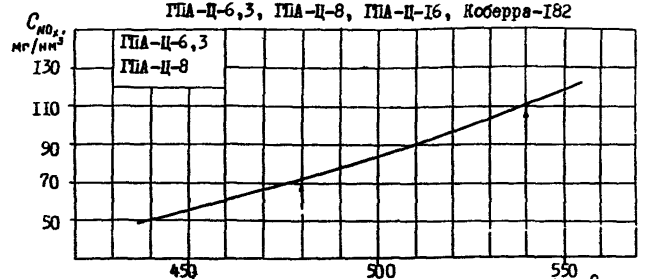


1 - ГТК-10
2 - ГТК-10 91
3 - ГТК-10 92, ГТК-10 93
4 - ГТК-10 94
5 - ГТК-10

(Обозначения по табл.1.)

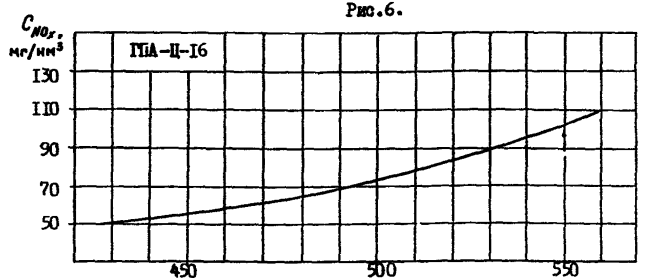
Рис.5. Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГТК-10

Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГПА-Ц-6,3, ГПА-Ц-8, ГПА-Ц-16, Коберра-182



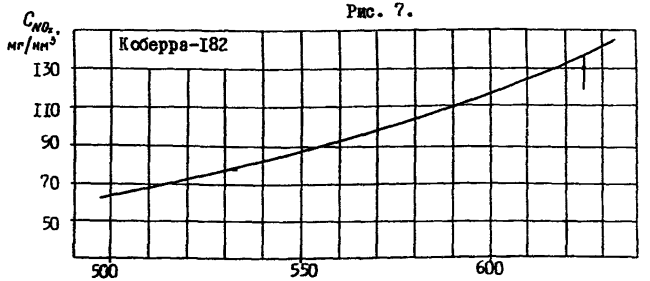
Температура перед силовой турбиной, $t_{ст}$, °С

Рис.6.



Температура перед силовой турбиной, $t_{ст}$, °С

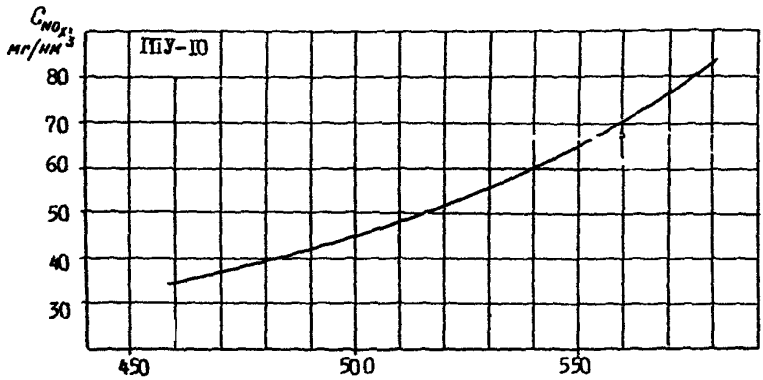
Рис. 7.



Температура перед силовой турбиной, $t_{ст}$, °С

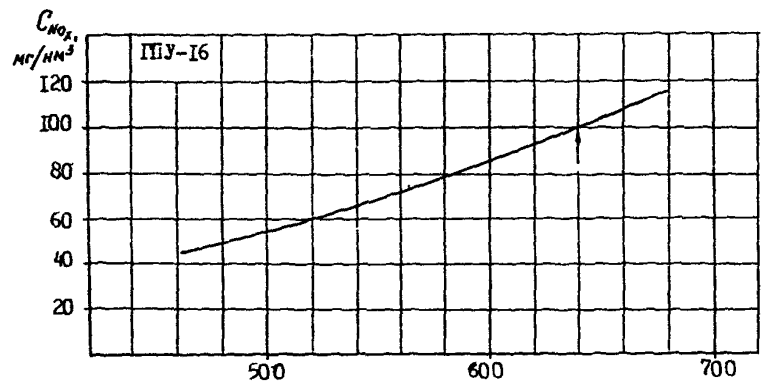
Рис.8.

Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГПУ-10, ГПУ-16



Температура после ТВД, $t_{ТВД}$, °С

Рис.9.



Температура после ТВД, $t_{ТВД}$, °С

Рис.10.

Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГТК-I6, ГТН-I6

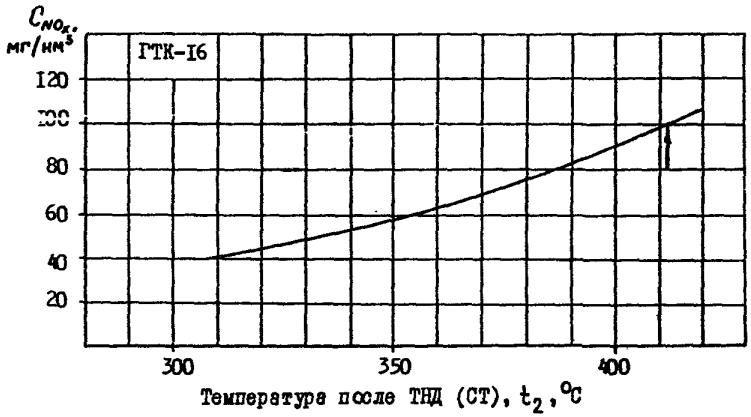


Рис.II.

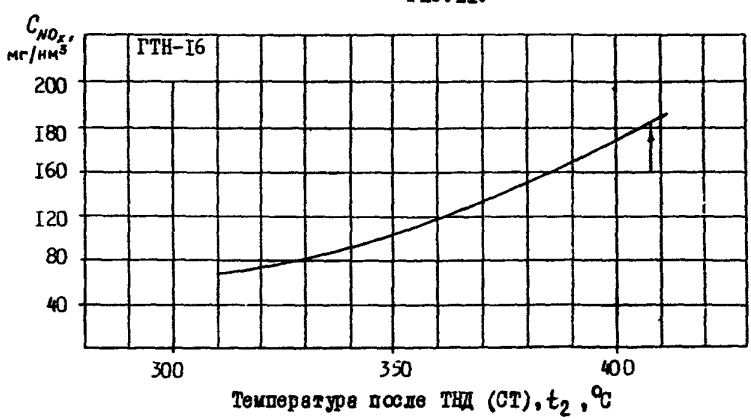


Рис.I2.

Концентрация оксидов азота в выхлопных газах агрегатов ГТН-10И, ГТН-25И, ГТН-25

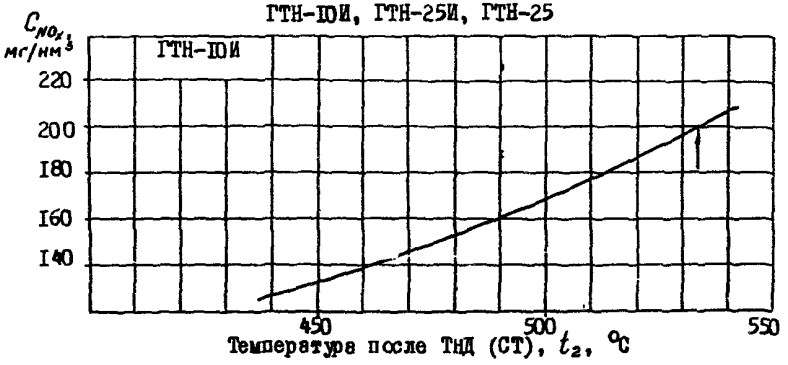


Рис. 13.

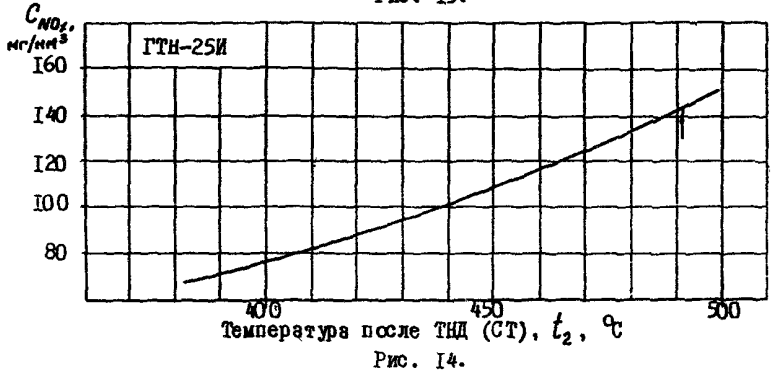


Рис. 14.

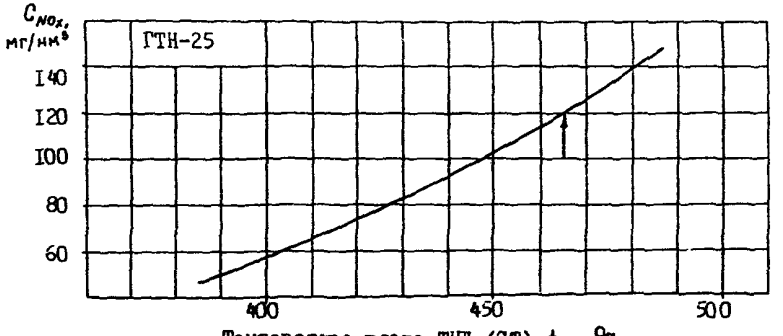


Рис. 15.

нимается по табл.I);

K_B – коэффициент соотношения сухих и влажных продуктов сгорания (принимается по табл.I);

$T_3\,(t_3)$ – температура атмосферного воздуха перед компрессором,
К, (С); $T_3 = t_3 + 273^0$ С ;

B – атмосферное давление воздуха, ата;

P_4 – абсолютное давление воздуха за компрессором, ата;

$P_4 = P_4 + B$ – где P_4 – измеренное давление воздуха за компрессором, ати;

$\bar{n}_K$ – относительная частота вращения компрессора;

0,97 – поправка на техническое состояние привода.

2.I.8.Для расчета расхода продуктов сгорания могут быть использованы зависимости рис.I6,I7, которые построены в относительных величинах по формулам (3 и 4).

Графики рис.I6,I7 построены в следующих координатах:

$\bar{P}_4 = P_4 / P_4^0$ – относительное давление воздуха за компрессором;

$\bar{n}_K = n_K / n_{K0}$ – относительная частота вращения компрессора;

$\bar{Q}_2 = Q_2 / Q_2^0$ – относительный расход продуктов сгорания.

Определение расходов продуктов сгорания производится в следующей последовательности.

Из графиков рис.I6,I7 по $\bar{P}_4$ (или $\bar{n}$) и температуре воздуха t_3 определяется относительный расход продуктов сгорания $\bar{Q}_2$. Фактический расход сухих продуктов сгорания определяется по формуле (тыс.нм^3/ч)

$$Q_2 = Q_2^0 \cdot \bar{Q}_2 \cdot K_B . \qquad (5)$$

2.I.9.Расчет среднего расхода продуктов сгорания за отчетный период производится по формулам (3 или 4) по осредненным параметрам работы агрегата. Осреднение параметров производится согласно п.2.I.2.

2.I.I0.При отсутствии прямых измерений температуры воздуха перед компрессором последняя определяется согласно / 9 / по следующей формуле:

$$t_3 = t_a + 2{,}5^0\text{C} . \qquad (6)$$

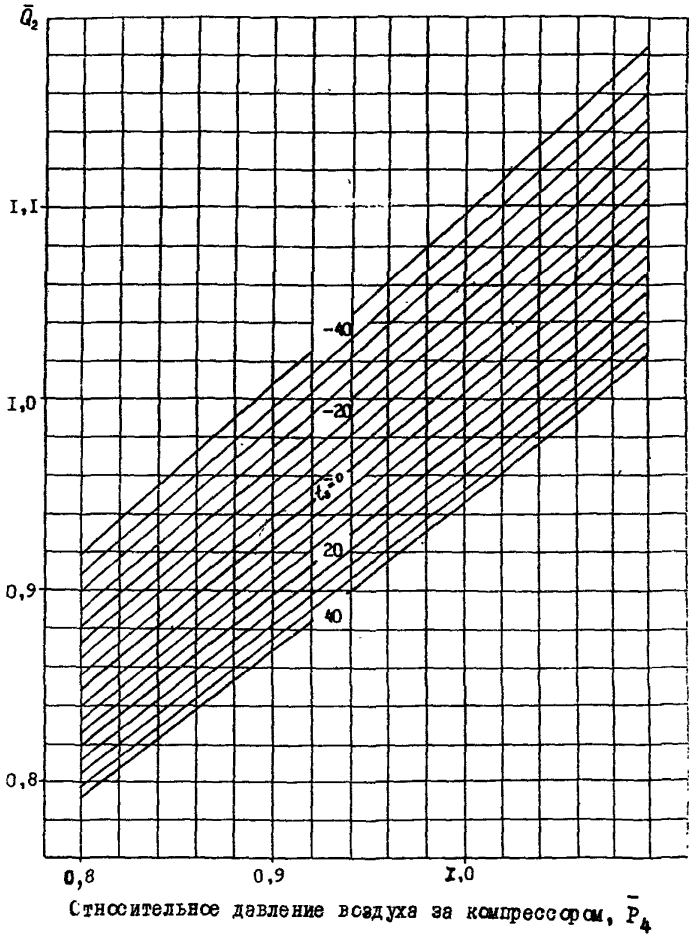


Рис.I6. Зависимость относительного расхода продуктов сгорания от относительного давления воздуха за компрессором и температуры воздуха

Зависимость относительного расхода продуктов сгорания $\bar{G}_2$ от температуры воздуха перед компрессором $t_з$ и относительной частоты вращения компрессора $\bar{n}_к$

(для агрегатов ГТН-10И, ГТН-25м)

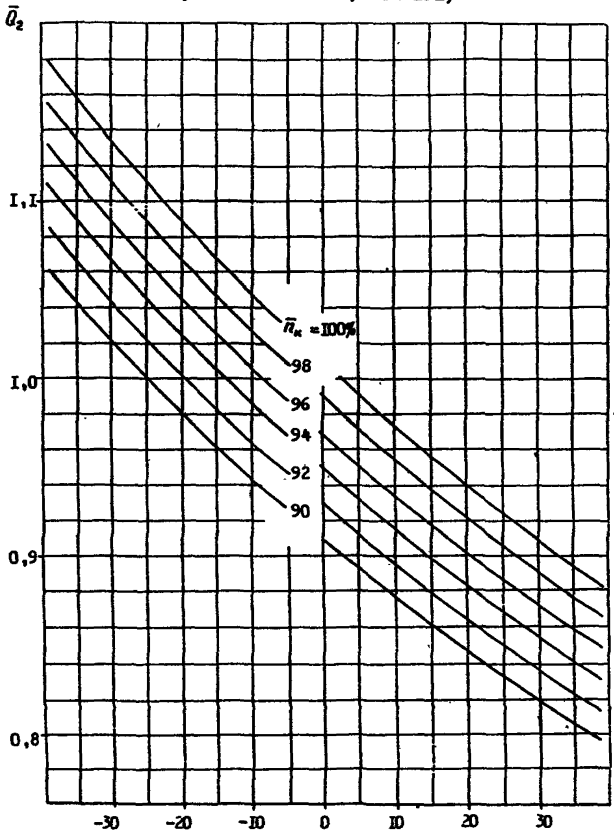


Рис.17.

где t_a - средняя температура атмосферного воздуха за отчетный период, °С.

2.I.II. Давление атмосферного воздуха принимается как среднее за отчетный период по данным метеостанций или по данным климатических справочников.

2.I.I2. Валовый выброс загрязняющих веществ по цеху определяется суммированием валовых выбросов по всем работающим в отчетный период агрегатам.

2.I.I3. В соответствии п.I.7. определяется валовый выброс отдельно по диоксиду азота NO_2 и оксиду азота NO (в пересчете на диоксид NO_2), т

$$M_{NO_2} = A \cdot M_{NO_x}; \qquad (7)$$

$$M_{NO} = M_{NO_x} - M_{NO_2}, \qquad (8)$$

где A = 0,I для регенеративных агрегатов (ГТ-700-5, ГТК-5, ГТ-750-6, ГТК-I0); A = 0,05 для безрегенеративных агрегатов (остальные типы).

2.I.I4. Пример расчета валового выброса загрязняющих веществ.

Задано: в компрессорном цехе работает 3 агрегата типа ГПА-Ц-I6. Осредненные параметры работы по каждому агрегату (из суточных эксплуатационных ведомостей) приведены в табл.2.

Требуется: определить валовый выброс оксидов азота и углерода за сутки.

Решение: порядок расчета и его результаты приведены в табл.2.

2.2. Расчет мощности выбросов оксида азота и углерода на текущем режиме.

2.2.I. Для определения мощности выбросов NO_x и CO на установившемся режиме работы ГПА по штатным приборам необходимо снять следующие параметры:

- температура продуктов сгорания в точке их штатного измерения, t, °С;
- относительные обороты компрессора $\bar{n}_K$ (только для агрегатов ГТН-I0И, ГТН-25И) или давление воздуха за компрессором P_4, ата;
- температура воздуха на входе в компрессор, t_3, °С;
- давление атмосферного воздуха, B, ата.

Таблица 2

Пример расчета валовых выбросов оксидов азота и углерода

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Формула или источник	Номера агрегатов I	2	3
I	22	3	4	5	6	7	8
Дано:						
I. Тип агрегата				ГПА-Ц-I6		
2. Наработка агрегата за отчетный период	T	ч		24	24	24
3. Средняя температура продуктов сгорания перед силовой турбиной	$t_{ст}$	^oC	осредненная величина из суточных ведомостей по п.2.I.2.	545	520	530
4. Среднее давление воздуха за компрессором	P_4	ата	-"-	9,I	8,7	9,05
5. Средняя температура атмосферного воздуха	t_a	^oC	-"-	20,5	20,5	20,5
6. Среднее давление атмосферного воздуха	B	ата	-"-	I,02	I,025	I,025
Решение:						
7. Средняя температура воздуха на входе в компрессор	$t_з$	^oC	$t_a + 2,5$	23	23	23
8. Концентрация оксидов азота	C_{NO_x}	мг/м^3	из рис.7. по температуре	98	77	88

Продолжение табл.2

I	2	3	4	5	6	7	8
9.	Концентрация оксида углерода	C_{CO}	мг/нм^3	по табл.I	400	400	400
I0.	Номинальное давление воздуха за компрессором	P_4^o	тыс.нм^3/ч	-"-	9,9	9,9	9,9
II.	Номинальный расход продуктов сгорания	Q_2^o	тыс.нм^3/ч	-"-	289,8	289,8	289,8
I2.	Коэффициент соотношения сухих и влажных продуктов сгорания	Кв		-"-	0,960	0,960	0,960
I3.	Относительное давление воздуха за компрессором	$\bar{P}_4$		P_4/P_4^o	0,9I9	0,879	0,9I4
I4.	Относительный расход продуктов сгорания	$\bar{Q}_2$		из рис.I6 по $\bar{P}_4$ и t_3	0,9I3	0,860	0,903
I5.	Расход продуктов сгорания	Q_2	тыс.нм/ч	$Q_2^0 \cdot \bar{Q}_2 \cdot K_в$	254,0	239,3	25I,2
I6.	Валовый выброс оксидов азота по агрегату	M_{NO_x}	т	$C_{NO_x} \cdot Q_2 \cdot T \cdot 10^{-6}$	0,6	0,44	0,53
I7.	Валовый выброс оксида углерода по агрегату	M_{CO}	т	$C_{CO} \cdot Q_2 \cdot T \cdot 10^{-6}$	2,44	2,3	2,4I
I8.	Валовый выброс оксидов азота по цеху	$M^{цех}_{NO_x}$	т	M_{NO_x}		I,57	
I9.	Валовый выброс оксида углерода по цеху	$M^{цех}_{CO}$	т	M_{CO}		7,I5	
20.	Валовый выброс диоксида азота	$M^{цех}_{NO_2}$	т	0,05		0,0785	
2I.	Валовый выброс оксида азота	$M^{цех}_{NO}$	т	$M^{цех}_{NO_x} - M^{цех}_{NO_2}$		I,49I5	

Примечание. Режим работы ГПА считается установившимся, если отклонение температуры воздуха на входе в компрессор, давление воздуха за компрессором и температура продуктов сгорания по газовоздушному тракту во время испытаний не превышает величин, приведенных в п.I.I4. настоящей методики.

2.2.2. Мощность выброса оксидов азота и углерода определяется по следующим формулам, кг/ч:

$$M^{ч}_{NO_x} = C_{NO_x} \cdot Q_2 \cdot 10^{-3}; \qquad (9)$$

$$M^{ч}_{CO} = C_{CO} \cdot Q_2 \cdot 10^{-3}, \qquad (10)$$

где C_{NO_x} - концентрация оксидов азота в сухих продуктах сгорания на текущем режиме, мг/нм^3; C_{CO} - концентрация оксида углерода в сухих продуктах сгорания на текущем режиме, мг/нм^3; Q_2 - расход сухих продуктов сгорания на текущем режиме, тыс.нм^3/ч.

2.2.3. Концентрация оксидов азота определяется по зависимостям рис.I-I5 по измеренной штатной температуре продуктов сгорания на текущем режиме. При наличии показаний температур по нескольким термопарам производится осреднение.

2.2.4. Концентрация оксида углерода принимается по данным табл.1

2.2.5. При наличии инструментальных измерений параметров выбросов загрязняющих веществ используются данные инструментальных измерений концентраций с учетом замечаний по п.2.I.6.

2.2.6. Расход продуктов сгорания определяется по формулам (3, 4) или по зависимостям рис.I6,I7, в последовательности, приведенной в п.2.I.8. В расчетах используются параметры ГПА, полученные на текущем режиме работы агрегата.

2.2.7. При отсутствии прямых измерений температуры воздуха перед компрессором последняя определяется по формуле (6).

2.2.8. Пример расчета мощности выброса загрязняющих веществ. Задано: на компрессорной станции на установившихся режимах работы агрегатов ГТК-I0, ГТК-I03I и ГТН-25И были зафиксированы параметры, приведенные в табл.3. Требуется: определить мощность выбросов оксидов азота и углерода по этим агрегатам. Решение: порядок расчетов и их результаты приведены в табл.3.

Таблица 3

Пример расчета мощности выбросов оксидов азота и углерода

Наименование показателя	Обозначение	Размерность	Формула или источник	Агрегат		
				ГТК-10	ГТК-10-3	ГТН-25И
1	2	3	4	5	6	7	8
Дано:						
1. Температура воздуха на входе в осевой компрессор	t_3	^oC	замер	-10	-8	15
2. Давление атмосферного воздуха	B	ата	-"-	1,063	1,063	1,020
3. Давление за осевым компрессором	P_4	-"-	-"-	4,11	4,2	7,82
4. Температура продуктов сгорания перед турбиной высокого давления	t_1	^oC	-"-	727	740	—
5. Температура продуктов сгорания на выхлопе турбины	t_2	-"-	-"-	—	—	494
6. Относительная частота вращения компрессора	$\bar{n}_K$		-"-	—	—	1
Решение:						
7. Концентрация оксидов азота	C_{NO_x}	мг/м^3	из рис.5.14 по измеренной температуре прод. сгор.	243	140	147
8. Концентрация оксида углерода	Cco	мг/нм^3	по табл.1	40	40	30

Продолжение табл.3

I	2	3	4	5	6	7	8
9	Номинальное давление воздуха за компрессором	P_4°	ата	по табл.I	40	40	30
I0	Номинальный расход продуктов сгорания	Q_2°	тыс.нм^3/ч	-"-	239,4	239,4	333,0
II	Коэффициент соотношения сухих и влажных продуктов сгорания	Кв		-"-	0,97	0,97	0,95
I2	Относительное давление воздуха за компрессором	$\bar{P}_4$		P_4/P_4°	0,9I3	0,933	0,93I
I3	Относительный расход продуктов сгорания	$\bar{Q}_2$		из рис.I6 P_4 и t_3(ГТК-I0); и из рис.I7 по t_3 (ГТК-25И)	0,956	0,968	0,957
I4	Расход продуктов сгорания	Q_2	тыс.нм^3/ч	$Q_{20} \cdot \bar{Q}_2 \cdot K_{B_2}$	222,2	225,02	302,I
I5	Валовый выброс оксидов азота по агрегату	M_{NO_x}	кг/ч	$C_{NO_x} \cdot Q_2 \cdot 10^{-3}$	54,0	3I,5	44,4
I6	Валовый выброс оксида углерода по агрегату	Мсо	кг/ч	$C_{CO} \cdot Q_2 \cdot 10^{-3}$	8,9	9,0	9,I

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Л.: Госкомприрода СССР, 1990.
2. ГОСТ 28885-90. Агрегаты газоперекачивающие с газотурбинным приводом. Общие технические условия.
3. Щуровский В.А., Синицын Ю.Н. Экологические характеристики газотурбинных агрегатов на переменных режимах // Газовая промышленность, 1991, № 11.
4. Щуровский В.А., Синицын Ю.Н., Клубничкин А.К. Анализ состояния и перспектив сокращения затрат природного газа при эксплуатации газотурбинных компрессорных цехов // Обз. информ. ВНИИЭгазпром сер. Транспорт и хранение газа. 1982. № 2.
5. Временная инструкция по проведению контрольных измерений вредных выбросов газотурбинных установок на компрессорных станциях. М.: ВНИИГАЗ, 1992.
6. Каталог удельных выбросов загрязняющих веществ газотурбинных газоперекачивающих агрегатов. М.: ВНИИГАЗ, 1992.
7. ГОСТ 5542-87. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения. Технические условия.
8. Временная инструкция по учету валовых выбросов оксидов азота и углерода на газотурбинных компрессорных станциях по измеренному количеству топливного газа. М.: ВНИИГАЗ, 1992.
9. Волков М.М. и др. Справочник работника газовой промышленности. М.: Недра, 1989.

Заказ II9. Тираж 200 экз.
Объем: I,I уч.-изд.л. Ф-т 60х84/I6

Отпечатано на ротапринте ВНИИГАЗа

gost.e-ecolog.ru