Российское акционерное общество "Газпром"
Всероссийский научно-исследовательский институт
природных газов и газовых технологий
(ВНИИгаз)
Информационно-рекламный центр газовой промышленности
(ИРЦ Газпром)

КАТАЛОГ УДЕЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ ГАЗОМОТОКОМПРЕССОРОВ

Москва 1997

gost.e-ecolog.ru

УДК 614.72:622.691.4.052.012

Каталог включает параметры выбросов в атмосферу оксидов азота и углерода с отработавшими газами газомотокомпрессоров, а также основные теплотехнические показатели этих агрегатов на компрессорных станциях подземного хранения газа и магистральных газопроводов.

Каталог предназначен для использования при проектировании и реконструкции компрессорных станций по разделу "Охрана атмосферы", разработке нормативов ПДВ компрессорных станций с газомотокомпрессорами, оценке экологического состояния агрегатов в процессе эксплуатации.

Экологические параметры каталога являются временными нормами и подлежат периодическим дополнениям и изменениям.

Согласован заместителем председателя Государственного комитета РФ по охране окружающей среды В.М.Астапченко 11.09.1997 г. и заместителем начальника Управления промышленной и экологической безопасности и охраны труда Минтопэнерго РФ В.П.Антоновым 18.02.1997 г.

Утвержден членом Правления РАО "Газпром" В.В.Ремизовым 07.02.1997 г.

Разработчики - специалисты лаборатории защиты окружающей среды ВНИИгаза: к.т.н. *Г.С.Акопова* (научный руководитель), с.н.с. *Н.Г.Гладкая* (ответственный исполнитель).

Основа каталога - результаты экспериментальных исследований с.н.с. Н.Г.Гладкой, м.н.с. А.В.Шарихиной (ВНИИгаз) и вед.инж. отдела окружающей среды Оргэнергогаза А.С.Вятина.

© Всероссийский научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий (ВНИИгаз), 1997
© Оргэнергогаз, 1997
© Информационно-рекламный центр газовой промышленности (ИРЦ Газпром), 1997

ВВЕДЕНИЕ

Каталог удельных выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами газомотокомпрессоров (ГМК) регламентирует параметры выбросов в атмосферу оксидов азота и углерода, содержащихся в отходящих газах агрегатов, работающих на станциях подземного хранения газа и на компрессорных станциях (КС) магистральных газопроводов.

В экологическую характеристику ГМК входят следующие показатели: концентрации загрязняющих веществ, массовый выброс и удельные выбросы (на единицу мощности силового агрегата газомотокомпрессора) оксидов азота и углерода.

Документ регламентирует расчет удельных показателей выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации ГМК.

Документ содержит экологические характеристики ГМК, рекомендуемые для использования при проектировании и реконструкции КС по разделу "Охрана атмосферы", при разработке нормативов ПДВ компрессорных станций с газомотокомпрессорами и оценке экологического состояния ГМК в процессе эксплуатации.

Каталог предназначен для промышленных предприятий, природоохранных органов, научно-исследовательских и проектных организаций газовой и смежных отраслей промышленности.

1. Общие положения

1.1. Каталог содержит параметры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с отработавшими газами газомотокомпрессоров, работающих на номинальном режиме на компрессорных станциях подземных хранилищ газа и магистральных газопроводов.

1.2. Экологические параметры газомотокомпрессоров должны использоваться при разработке конструктивных мероприятий на компрессорных станциях для обеспечения уровня концентраций загрязняющих веществ в атмосфере ниже ПДК за пределами санитарно-защитной зоны предприятия.

1.3. Все параметры приведены для номинального режима работы ГМК (мощность 100 %) и нормальных условий (температура 273 К, давление 0,1013 МПа).

1.4. Значения концентраций оксидов азота, углерода и расход отработавших газов определены путем усреднения данных экспериментальных исследований по каждому типу газоперекачивающих агрегатов, выполненных в различных регионах эксплуатации, на ГМК с различным техническим состоянием и наработкой, в соответствии с отраслевой инструкцией* .

Возможные отклонения этих параметров от средних значений для конкретного газомотокомпрессора зависят от его типа. Для типа ГМК, имеющего наибольшие разбросы параметров, среднеквадратичное отклонение оценивается в ±20 %.

1.5. Теплотехнические параметры указаны для исходного состояния газомотокомпрессора (новая машина) по данным технической документации и результатам приемо-сдаточных испытаний серийных образцов.

1.6. Показатели каталога получены при работе агрегатов на топливном природном газе, удовлетворяющем требованиям технических условий по ГОСТ 5542-87 "Газы горючие природные для промышленного и коммунального хозяйства" и ОСТ 51.40-83 "Газы горючие природные, подаваемые в магистральные газопроводы".

При использовании природных газов, отвечающих этим требованиям и, в частности, по массовым концентрациям сероводорода и меркаптановой серы (соответственно не более 0,02 и 0,036 г/м^3), экспериментально отсутствие диоксида серы в отработавших газах подтверждено в пределах чувствительности используемой для анализа аппаратуры (2,86 мг/м^3).

1.7. Номинальный объемный расход отработавших газов определен путем усреднения результатов замеров скорости потока в сечении, соответствующем точке замера концентраций загрязняющих веществ.

---

* - Временная инструкция по контролю вредных выбросов с отработавшими газами газомотокомпрессоров (ВНИИгаз).-М.: ИРЦ Газпром, 1995.

1.8. Геометрические габариты выхлопных труб приведены в каталоге справочно для наиболее распространенных вариантов компоновки газомотокомпрессоров и более конкретно определяются проектным решением компрессорной станции.

1.9. В настоящее время на агрегатах типа 10 ГКНАМ, МК-8М и ДР-12 проводятся работы по внедрению различных конструкций систем зажигания (Пульсар-3,0, БСТ-3-2М). Так как разработчики каталога пока не располагают достаточно достоверными данными о их экологических характеристиках, удельные показатели для них принимаются аналогично соответствующим ГМК со штатными системами зажигания.

2. Определения и соотношения

2.1. Концентрация $C^{O}_{i(сух)}$, мг/м^3 - массовое содержание загрязняющих веществ в сухих продуктах сгорания при нормальных условиях (давление 0,1013 МПа, температура 273 К).

2.2. Приведенная концентрация C_i^{15} загрязняющего вещества (к условной концентрации кислорода в отработавших газах 15%) определяется по формуле

$$C_i^{15} = C^{o}_{i(сух)} \cdot 6 / (21 - C^{ф}_{o_2}),$$

где $C^{ф}_{o_2}$ - измеренная концентрация кислорода,%.

2.3. Массовая концентрация загрязняющих веществ во влажных отработавших газах в мг/м^3 определяется по формуле

$$C^{o}_{i(вл)} = C^{o}_{i(сух)} / K_в,$$

где $K_в$ - коэффициент соотношения сухих и влажных отработавших газов, определяемый по измеренной (фактической) концентрации кислорода, $K_в = 89,5/110,5 - C^{ф}_{o_2}$.

2.4. Объемный расход влажных отработавших газов, м^3/с:

$$Q_{з(вл)} = 0,785 \cdot V_з \cdot d_з^2,$$

где V_3 - скорость отработавших газов, м/с;

d_3 - внутренний диаметр выхлопной трубы в точке замера скорости, м.

Расчеты процесса сгорания показывают, что при полном сгорании топлива процентное содержание водяных паров в продуктах сгорания составляет ~10 %. С учетом неполноты сгорания топливного газа в цилиндрах силового агрегата газомотокомпрессора эта величина будет еще меньше, поэтому для практических расчетов объемом водяных паров в продуктах сгорания можно пренебречь и принять объемный расход сухих продуктов сгорания равным объему влажных продуктов сгорания $Q_{З(вл)} = Q_{З(сух)}$.

2.5. Силовые агрегаты газомотокомпрессоров - двухтактные газовые двигатели, в которых продукты сгорания топливного газа в цилиндрах разбавляются продувочным воздухом, поэтому в каталоге приведен суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$.

2.6. Массовый выброс M_i (массовый выброс загрязняющего вещества в атмосферу в единицу времени), г/с, определяется по соотношению

$$M_i = C_{i(сух)} \cdot K_в \cdot Q_{З(вл)} \cdot 10^{-3}.$$

2.7. Удельный выброс загрязняющих веществ (массовый выброс (г/ч) на единицу мощности (кВт) составляет

$$m_i^N = 3600 \cdot M_i N_e,$$

где N_e - эффективная мощность газомотокомпрессора, кВт.

3. Экологические характеристики газомотокомпрессоров

Мощность газомотокомпрессора Ne, кВт/л.с.	736/1000
Давление топливного газа перед двигателем P_i, $\frac{кПа}{кг/см^2}$	313,8/3,2
Частота вращения двигателя n, $\frac{1/с}{об/мин}$	5/300
Температура отработавших газов в выхлопной шахте $T_з$, К	640
Скорость отработавших газов на срезе выхлопной трубы V, м/с	60,3
Расход отработавших газов $Q_з^o$, $м^3/с$	1,8
Суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$	3,0
Содержание кислорода в сухих продуктах сгорания O_2,%	14,2
Концентрация в сухих продуктах сгорания, $мг/м^3$:	
оксида азота C_{NO}	2000
диоксида азота C_{NO_2}	180
оксида углерода C_{CO}	2400

10 ГК, ЖМВ-10 (Купер-Бессемер)

Концентрация, приведенная к 15 % кислорода, мг/м^3:

оксида азота C^{15}_{NO} 1765

диоксида азота $C^{15}_{NO_2}$ 160

оксида углерода C^{15}_{CO} 2117

Массовый выброс, г/с:

оксида азота M_{NO} 3,3

диоксида азота M_{NO_2} 0,3

оксида углерода M_{CO} 4,0

Удельный выброс, г/(кВт·ч):

оксида азота m^N_{NO} 16,1

диоксида азота $m^N_{NO_2}$ 1,5

оксида углерода m^N_{CO} 19,6

Высота выхлопной трубы h, м 10

Внутренний диаметр выхлопной трубы d_3, м 0,3

Коэффициент соотношения объемов сухих и влажных отработавших газов $K_в$ 0,93

Мощность газомотокомпрессора Ne, кВт/л.с.	753,3/1000
Давление топливного газа перед двигателем P_l, $\frac{кПа}{кг/см^2}$	392,3/4,0
Частота вращения двигателя n, $\frac{1/с}{об/мин}$	5/300
Температура отработавших газов в выхлопной шахте T_3, К	623
Скорость отработавших газов на срезе выхлопной трубы V, м/с	60,9
Расход отработавших газов Q_3^o, $м^3/с$	1,9
Суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$	3,2
Содержание кислорода в сухих продуктах сгорания O_2,%	13,3
Концентрация в сухих продуктах сгорания, $мг/м^3$:	
оксида азота C_{NO}	1400
диоксида азота C_{NO_2}	100
оксида углерода C_{CO}	1400

Тип двигателя: 2-тактный, V-образный, газовый, тронковый, простого действия, без наддува

Концентрация, приведенная к 15 % кислорода, мг/м^3:

оксида азота C_{NO}^{15} 1050

диоксида азота $C_{NO_2}^{15}$ 75

оксида углерода C_{CO}^{15} 1050

Массовый выброс, г/с:

оксида азота M_{NO} 2,4

диоксида азота M_{NO_2} 0,2

оксида углерода M_{CO} 2,4

Удельный выброс, г/(кВт·ч):

оксида азота m_{NO}^{N} 11,5

диоксида азота $m_{NO_2}^{N}$ 0,9

оксида углерода m_{CO}^{N} 11,5

Высота выхлопной трубы h, м 10

Внутренний диаметр выхлопной трубы d_3, м 0,3

Коэффициент соотношения объемов сухих и влажных отработавших газов $K_в$ 0,92

Газомотокомпрессор 10 ГКН, 10 ГКНА, 10 ГКНАМ

Мощность газомотокомпрессора Ne, кВт/л.с.:

10 ГКН, 10 ГКНА	1103/1500
(10 ГКНАМ)	(1177/1600)

Давление топливного газа перед двигателем P_i, $\frac{кПа}{кг/см^2}$	392,3/4,0
Частота вращения двигателя n, $\frac{1/с}{об/мин}$	5/300
Температура отработавших газов в выхлопной шахте $T_з$, К	603
Скорость отработавших газов на срезе выхлопной трубы V, м/с	58,0
Расход отработавших газов Q_3^o, $м^3/с$	3,2
Суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$	4,4
Содержание кислорода в сухих продуктах сгорания O_2,%	13,6

Концентрация в сухих продуктах сгорания, $мг/м^3$:

оксида азота C_{NO}	1900
диоксида азота C_{NO_2}	250
оксида углерода C_{CO}	700

Тип двигателя: 2-тактный, V-образный, газовый, тронковый, простого действия, с газотурбинным наддувом

Концентрация, приведенная к 15 % кислорода, мг/м^3:

оксида азота C^{15}_{NO}	1540
диоксида азота $C^{15}_{NO_2}$	203
оксида углерода C^{15}_{CO}	568

Массовый выброс, г/с:

оксида азота M_{NO}	5,6
диоксида азота M_{NO_2}	0,8
оксида углерода M_{CO}	2,1

Удельный выброс, г/(кВт·ч):

оксида азота m^N_{NO}	18,3 (17,1)*
диоксида азота $m^N_{NO_2}$	2,6 (2,4)*
оксида углерода m^N_{CO}	6,9 (6,4)*

Высота выхлопной трубы h, м	10
Внутренний диаметр выхлопной трубы d_3, м	0,4
Коэффициент соотношения объемов сухих и влажных отработавших газов $K_в$	0,92

* В скобках - данные для 10 ГКНАМ

Мощность газомотокомпрессора Ne, кВт/л.с.	2060/2800
Давление топливного газа перед двигателем P_i, $\frac{кПа}{кг/см^2}$	392,3/4,0
Частота вращения двигателя n, $\frac{1/с}{об/мин}$	5/300
Температура отработавших газов в выхлопной шахте $T_з$, К	703
Скорость отработавших газов на срезе выхлопной трубы V, м/с	38,0
Расход отработавших газов Q_3^o, $м^3/с$	5,5
Суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$	3,3
Содержание кислорода в сухих продуктах сгорания O_2,%	13,5
Концентрация в сухих продуктах сгорания, $мг/м^3$:	
оксида азота C_{NO}	2000
диоксида азота C_{NO_2}	190
оксида углерода C_{CO}	1250

Тип двигателя: 2-тактный, вертикальный, рядный, газовый, тронковый, простого действия с газотурбинным наддувом

Концентрация, приведенная к 15 % кислорода, мг/м^3:

оксида азота C_{NO}^{15} 1600

диоксида азота $C_{NO_2}^{15}$ 152

оксида углерода C_{CO}^{15} 1000

Массовый выброс, г/с:

оксида азота M_{NO} 10,0

диоксида азота M_{NO_2} 1,0

оксида углерода M_{CO} 6,3

Удельный выброс, г/(кВт·ч):

оксида азота m_{NO}^{N} 17,4

диоксида азота $m_{NO_2}^{N}$ 1,7

оксида углерода m_{CO}^{N} 11,0

Высота выхлопной трубы h, м 10

Внутренний диаметр выхлопной трубы d_3, м 0,7

Коэффициент соотношения объемов сухих и влажных отработавших газов K_a 0,92

Мощность газомотокомпрессора Ne, кВт/л.с.	2200/3000
Давление топливного газа перед двигателем P_i, $\frac{кПа}{кг/см^2}$	392,3/4,0
Частота вращения двигателя n, $\frac{1/с}{об/мин}$	5/300
Температура отработавших газов в выхлопной шахте $T_з$, К	673
Скорость отработавших газов на срезе выхлопной трубы V, м/с	29,5
Расход отработавших газов Q_3^o, $м^3/с$	4,6
Суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$	3,3
Содержание кислорода в сухих продуктах сгорания O_2,%	13,0
Концентрация в сухих продуктах сгорания, $мг/м^3$:	
оксида азота C_{NO}	1700
диоксида азота C_{NO_2}	140
оксида углерода C_{CO}	1050

Тип двигателя: 2-тактный, вертикальный, рядный, газовый, тронковый, простого действия с газотурбинным наддувом

Концентрация, приведенная к 15 % кислорода, мг/м^3:

оксида азота C_{NO}^{15}	1275
диоксида азота $C_{NO_2}^{15}$	105
оксида углерода C_{CO}^{15}	788

Массовый выброс, г/с:

оксида азота M_{NO}	7,0
диоксида азота M_{NO_2}	0,6
оксида углерода M_{CO}	4,4

Удельный выброс, г/(кВт·ч):

оксида азота m_{NO}^{N}	11,5
диоксида азота $m_{NO_2}^{N}$	1,0
оксида углерода m_{CO}^{N}	7,2

Высота выхлопной трубы h, м	10
Внутренний диаметр выхлопной трубы d_3, м	0,7
Коэффициент соотношения объемов сухих и влажных отработавших газов $K_в$	0,91

Мощность газомотокомпрессора Ne, кВт/л.с.	5520/7500
Давление топливного газа перед двигателем P_i, $\frac{кПа}{кг/см^2}$	961,1/9,8
Частота вращения двигателя n, $\frac{1/с}{об/мин}$	5,5/330
Температура отработавших газов в выхлопной шахте $T_з$, К	717
Скорость отработавших газов на срезе выхлопной трубы V, м/с	30,0
Расход отработавших газов Q_3^o, $м^3/с$	5,7
Суммарный коэффициент избытка воздуха в отработавших газах $\alpha_{сум}$	4,1
Содержание кислорода в сухих продуктах сгорания O_2,%	13,8
Концентрация в сухих продуктах сгорания, $мг/м^3$:	
оксида азота C_{NO}	1900
диоксида азота C_{NO_2}	100
оксида углерода C_{CO}	800

Тип двигателя: 2-тактный, V-образный, газовый, тронковый, простого действия с одноступенчатым газотурбинным наддувом

Концентрация, приведенная к 15 % кислорода, мг/м^3:

оксида азота C^{15}_{NO}	1577
диоксида азота $C^{15}_{NO_2}$	83
оксида углерода C^{15}_{CO}	664

Массовый выброс, г/с:

оксида азота M_{NO}	10,0
диоксида азота M_{NO_2}	0,5
оксида углерода M_{CO}	4,2

Удельный выброс, г/(кВт·ч):

оксида азота m^N_{NO}	6,5
диоксида азота $m^N_{NO_2}$	0,3
оксида углерода m^N_{CO}	2,7

Высота выхлопной трубы h, м	10
Внутренний диаметр выхлопной трубы d_3, м	0,8
Коэффициент соотношения объемов сухих и влажных отработавших газов $K_в$	0,92

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

1. Общие положения 3

2. Определения и соотношения 5

3. Экологические характеристики газомотокомпрессоров 7

Ответственный за выпуск О.Я.Ульрих
Компьютерная верстка Л.В.Горбачевой

Подписано в печать 05.12.1997. Формат 60x84/16. Офсетная печать.
Усл.печ.л.1,16. Уч.-изд.л.1,0. Тираж 300 экз. Заказ 340.

gost.e-ecolog.ru

ЦГазпром, Адрес: 109172, Москва, ул. Народная,4
тел. 912-63-16