МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОХРАНЫ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
(НИИ АТМОСФЕРА)

ФИРМА "ИНТЕГРАЛ"

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Санкт-Петербург
2001 год

БИБЛИОТЕКА ИНТЕГРАЛА ®

gost.e-ecolog.ru



УТВЕРЖДАЮ

Министр природных ресурсов
Российской Федерации

_____ Б.А.Яцкевич

«14» 02 2001 г.

МЕТОДИКА

РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Санкт-Петербург
2001

РАЗРАБОТЧИКИ:

от НИИ Атмосфера: кандидат физ. мат. наук В.Б. Миляев, кандидат геогр. наук Н.С. Буренин;

от СПб университета МВД России: доктор техн. наук, проф. В.Н. Ложкин;

от ООО «Фирма «Интеграл»: кандидат физ. мат. наук В.И. Лайхтман

При разработке данного документа учтены результаты практической оценки выбросов при проведении расчетов загрязнения атмосферы дизельэлектрическими станциями предприятий Акционерной компании «Якутскэнерго», а также замечания и предложения специалистов территориальных органов по охране окружающей среды и других организаций, занимающихся вопросами охраны атмосферного воздуха.

Методика расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок (далее – Методика):

устанавливает порядок расчета выбросов от стационарных дизельных установок на основе удельных показателей;

распространяется на все типы стационарных дизельных установок дизельгенераторы, буровые агрегаты, мотопомпы, мотокомпрессоры, мотовентиляторы и т.п.;

применяется территориальными органами Министерства природных ресурсов Российской Федерации и организациями, проводящими работы по инвентаризации, нормированию, учету выбросов загрязняющих веществ.

Полученные в соответствии с настоящим документом результаты используются в качестве исходных данных при учете и нормировании выбросов стационарных дизельных установок на действующих предприятиях и объектах, а также при разработке предпроектной и проектной документации на новое строительство.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения **5**

Оценки выбросов от стационарных дизельных установок **6**

Расчет выбросов с использованием усредненных показателей **7**

Оценки выбросов по данным технической документации завода-изготовителя и инструментальиого контроля **11**

Литература **12**

Приложение: Оценка расхода и температуры отработавших газов **13**

Общие положения

1. Методика предназначена для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу стационарными дизельными установками при их эксплуатации.

2. В соответствии с Методикой производится расчет максимальных разовых за 20-ти минутный период времени и валовых за год выбросов в атмосферу стационарной дизельной установкой. В качестве исходных данных для расчета максимальных разовых выбросов используются сведения из технической документации завода-изготовителя дизельной установки об эксплуатационной мощности (если сведения об эксплуатационной мощности не приводятся, - то номинальной мощности), а для расчета валовых выбросов в атмосферу, - результаты учетных сведений о годовом расходе топлива дизельного двигателя.

3. Методика позволяет, в зависимости от наличия или отсутствия, а также полноты имеющейся информации по выбросам вредных веществ, приводимых в сопровождаемой технической документации на стационарную дизельную установку, или располагаемых возможностей на выполнение соответствующего инструментального контроля выбросов, осуществлять расчет выбросов:

с использованием усредненных значений удельных выбросов в зависимости от мощности и частоты вращения коленчатого вала дизельного двигателя;

по данным инструментального контроля выбросов в условиях эксплуатации.

4. Приведенные в документе усредненные удельные значения показателей выбросов отражают основные закономерности изменения параметров токсичности дизелей в зависимости от нагрузочно-скоростного режима работы силовой установки, а также мощности и быстроходности дизельного двигателя *[1], *[5],*[6]. При этом учитывается, что в реальной эксплуатации в течение года *[2], *[3], *[7] в соответствии с изменением характера внешних условий стационарная дизельная установка работает на некоторой совокупности установившихся дискретных режимов, для которой значения удельных выбросов усредняются*[5]. Принимаются во внимание также

особенности организации рабочего процесса многоцилиндровых мощных дизельных установок.

5. Расчеты выбросов выполняются для следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами стационарных дизельных установок:

- оксид углерода (CO);
- оксиды азота (NO_x) (в пересчете на NO_2)
- углеводороды (CH)[1];
- сажа (C);
- диоксид серы (SO_2);
- формальдегид (CH_2O);
- бенз(α)пирен (БП).

Оценки выбросов от стационарных дизельных установок

В соответствии с основными классификационными признаками мощности, быстроходности, числа цилиндров дизельных двигателей *[1], которые определяют способ организации рабочего процесса и, следовательно, токсикологические свойства выделяемых веществ, стационарные дизельные установки условно подразделяются на четыре группы (N_e – номинальная мощность, n – число оборотов, i – число цилиндров):

А – маломощные, быстроходные и повышенной быстроходности (N_e < 73,6 кВт, n=1000-3000 мин$^{-1}$). Например, дизельгенераторы 0801–08011 (2Ч9,5/10), 1601–1612 (4Ч9,5/10), 3001–3012 (8Ч9,5/10); дизель-электрический агрегат 2Э-16А (4Ч8,5/11), А-01М и т.д.;

Б – средней мощности, средней быстроходности и быстроходные (N_e=73,6–736 кВт, n=500-1500 мин$^{-1}$). Например, газомотокомпрессор КС-550/4-64 (8Д22/22,5), автоматизированный дизель-электрический агрегат АСДА-200 (дизель 1Д12В-300), дизельгенератор ДГР 300/500-4 (6ЧН 25/34), дизель-насосная установка ДНУ 120/70

---

[1] для стационарных дизельных установок при проведении расчетов загрязнения атмосферы используется $ПДК_{м.р}$ по керосину (код 2732) *[4].

(6ЧН12/14), энергетические установки на базе дизеля ЯМЗ-238, дизельгенераторы ДГА-315,320 (6ЧН25/34), Г-72 (6ЧН36/45), КАС 315 (12ЧН18/20), КАС 630Р (12ЧН18/20), АС 630М (12ЧН18/20) и т.д.;

В – мощные, средней быстроходности (N_e=736–7360 кВт, n=500-1000 мин$^{-1}$). Например, буровой агрегат 1А-6Д49 (8ЧН26/26), 1-9ДГ (16ЧН26/26), 14ДГ (дизель14Д40), Г-99 (6ЧН12А36/45), ПЭ-6 (12ЧН26/26), дизельгенератор ДГ-4000 (дизель 64Г базовой модели 61В-3) и т.д.;

Г – мощные, повышенной быстроходности, многоцилиндровые (N_e=736–7360 кВт, n=1500-3000 мин$^{-1}$, i>30). Например, АСДГ-800 (42ЧСПН16/17), ДГ-2000 (56ЧСПН16/17) и т.д.

Современные требования стандартов зарубежных стран к выбросам стационарных дизельных установок существенно отличаются от требований стандартов Российской Федерации *[2], *[3]. Кроме того, после капитального ремонта, происходит изменение количества выбросов дизельными двигателями. В связи с тем, что в ряде организаций Российской Федерации находятся в эксплуатации как зарубежные стационарные дизельные установки, так и установки капитально отремонтированные, данные по выбросам корректируются в соответствии с указанными обстоятельствами.

Расчет выбросов с использованием усредненных показателей

6. Максимальный выброс i – того вещества (г/с) стационарной дизельной установкой определяется по формуле:

$$M_i = (1/3600) \cdot e_{Mi} \cdot P_э \qquad (1)$$

e_{Mi} (г/кВт·ч) – выброс i – го вредного вещества на единицу полезной работы стационарной дизельной установки на режиме номинальной мощности, определяемый по таблице 1 или таблице 2;

$P_э$ (кВт) – эксплуатационная мощность стационарной дизельной установки, значение которой берется из технической документации завода изготовителя. Если в технической документации не указывается значение эксплуатационной мощности, то в качестве $P_э$ принимается значение номинальной мощности стационарной дизельной установки (N_e);

(1/3600) – коэффициент пересчета «час» в «сек».

Таблица 1

Значения выбросов e_{Mi} (г/кВт·ч) для различных групп стационарных дизельных установок до капитального ремонта

Группа	Выброс, г/кВт·ч						
	CO	NO_x	CH	C	SO_2	CH_2O	БП
А	7,2	10,3	3,6	0,7	1,1	0,15	$1,3 \cdot 10^{-5}$
Б	6,2	9,6	2,9	0,5	1,2	0,12	$1,2 \cdot 10^{-5}$
В	5,3	8,4	2,4	0,35	1,4	0,1	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Г	7,2	10,8	3,6	0,6	1,2	0,15	$1,3 \cdot 10^{-5}$

Таблица 2

Значения выбросов e_{Mi} (г/кВт·ч) для различных групп стационарных дизельных установок, прошедших капитальный ремонт

Группа	Выброс, г/кВт·ч						
	CO	NO_x	CH	C	SO_2	CH_2O	БП
А	8,6	9,8	4,5	0,9	1,2	0,2	$1,6 \cdot 10^{-5}$
Б	7,4	9,1	3,6	0,65	1,3	0,15	$1,5 \cdot 10^{-5}$
В	6,4	8,0	3,0	0,45	1,5	0,12	$1,4 \cdot 10^{-5}$
Г	8,6	10,3	4,5	0,75	1,3	0,2	$1,6 \cdot 10^{-5}$

7. Валовый выброс i – того вещества за год (т/год) стационарной дизельной установкой определяется по формуле:

$W_{эi} = (1/1000) \cdot q_{эi} \cdot G_т$ (2)

$q_{эi}$ (г/кг.топл.)- выброс i – го вредного вещества, приходящегося на один кг дизельного топлива, при работе стационарной дизельной установки с учетом совокупности режимов, составляющих эксплуатационный цикл *[2]; определяемый по табл. 3 или табл. 4;

$G_т$ (т) – расход топлива стационарной дизельной установкой за год (берется по отчетным данным об эксплуатации установки);

(1/1000) – коэффициент пересчета "кг" в "т".

Таблица 3

Значения выбросов qэi (г/кг.топл.) для различных групп стационарных дизельных установок до капитального ремонта

Группа	Выброс, г/кг · топл.						
	CO	NO_x	CH	C	SO_2	CH_2O	БП
А	30	43	15,0	3,0	4,5	0,6	$5,5 \cdot 10^{-5}$
Б	26	40	12,0	2,0	5,0	0,5	$5,5 \cdot 10^{-5}$
В	22	35	10,0	1,5	6,0	0,4	$4,5 \cdot 10^{-5}$
Г	30	45	15,0	2,5	5,0	0,6	$5,5 \cdot 10^{-5}$

Таблица 4

Значения выбросов $q_{эi}$ (г/кг топл.) для различных групп стационарных дизельных установок, прошедших капитальный ремонт

Группа	Выброс, г/кг · топл.						
	CO	NO_x	CH	C	SO_2	CH_2O	БП
А	36	41	18,8	3,75	4,6	0,7	$6,9 \cdot 10^{-5}$
Б	31	38	15,0	2,5	5,1	0,6	$6,3 \cdot 10^{-5}$
В	26	33	12.5	1,9	6,1	0,5	$5.6 \cdot 10^{-5}$
Г	36	43	18,8	3,15	5,1	0,7	$6,9 \cdot 10^{-5}$

8. Для стационарных дизельных установок зарубежного производства, отвечающих требованиям природоохранного законодательства стран Европейского Экономического Сообщества, США, Японии, значения выбросов по табл. 1, 2, 3, 4 могут быть соответственно уменьшены по CO в 2 раза; NO_2 и NO в 2.5 раза; CH, C, CH_2O и БП в 3.5 раза.

9. При внедрении различных природоохранных технологий (жидкостные и каталитические нейтрализаторы, сажевые фильтры, «экологически чистые» виды топлив и т.п., табл. 5), эффективность очистки отработавших газов должна быть подтверждена соответствующими данными инструментального контроля выбросов в условиях эксплуатации стационарной дизельной установки.

Таблица 5

Сведения об эффективности природоохранных технологий

№ п/п	Наименование технологии	Вещество	% очистки
1.	Окисление в каталитическом нейтрализаторе (активная фаза платина Pt)	CO CH C CH_2O	90-95 70-80 30-50 50-60
2.	Окисление в каталитическом нейтрализаторе с принудительным разогревом реактора (активная фаза платина Pt)	CO CH C CH_2O	98-100 98-100 50-60 90-95
3.	Окисление и фильтрация в регенерируемых каталитических фильтроэлементах (активная фаза платина Pt)	CO CH C CH_2O	98-100 98-100 90-95 90-95
4.	Применение вододиспергированного топлива	NO_x C	до 50 60-80
5.	Применение топлива с пониженным содержанием серы	SO_2	До 95
6.	Восстановление NO_2 аммиаком в сотово-блочных катализаторах (активная фаза $V_2O_5(WO_3)/(TiO_2)$)	NO_x	до 80
7.	Промывка в водных растворах (жидкостная нейтрализация)	NO_x C CH_2O	до 40 до 50 до 80

Оценки выбросов по данным технической документации завода-изготовителя и инструментального контроля

10. При наличии, в сопровождаемой стационарную дизельную установку документации, сведений о выбросах вредных веществ в зависимости от нагрузки и частоты вращения коленчатого вала дизеля, расчеты выбросов выполняются с использованием этих данных на основе учета в течение года режимов и времени работы на них установки. При этом значения расходов отработавших газов на стационарных режимах работы установки берутся из технической документации, или рассчитываются в соответствии с нормативным документом *[2], а для расчетов загрязнения атмосферы принимаются максимальные значения выбросов.

11. Инструментальные замеры выбросов должны выполняться на характерных, для условий реальной эксплуатации в течение года, режимах работы стационарной дизельной установки и использоваться в дальнейшем для расчета максимальных и валовых показателей выбросов аналогично п. 7 на основе учета в течение года данных по загрузке установки.

12. Допускается использовать комбинированные методы оценки выбросов стационарными дизельными установками на основе расчетов выбросов с использованием усредненных показателей и оценки выбросов по данным технической документации завода изготовителя и инструментального контроля.

Литература

*[1]. Теория двигателей внутреннего сгорания /Под. ред. проф. д-ра техн. наук Н.Х.Дьяченко. Л., Машиностроение (Ленингр. отделение), 1974.

*[2]. ГОСТ Р 51249-99. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Выбросы вредных веществ с отработавшими газами. Нормы и методы определения. М., Издательство стандартов, 1999.

*[3]. ГОСТ Р 51250-99. Дизели судовые, тепловозные и промышленные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы определения. М., Издательство стандартов, 1999.

*[4]. Перечень и коды веществ, загрязняющих атмосферный воздух. СПб, 2000.

*[5]. Экспериментально-расчетная оценка выбросов вредных веществ с отработавшими газами ДВС на эксплуатационных режимах работы / О.И.Демочка, В.Н.Ложкин и др. Технический отчет по НИР. СПб., НПО ЦНИТА, 1990.

*[6]. Жегалин О.И., Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. М., Транспорт, 1985.

*[7]. Орлов Н.И., Смайлис В.И. Временные рекомендации по расчету выбросов от стационарных дизельных установок. Л., 1988.

Приложение

к методике расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных дизельных установок

Оценка расхода и температуры отработавших газов

Расход отработавших газов от стационарной дизельной установки в соответствии с *[1] определяется по выражению:

$$G_{ог} = G_в \cdot \{1 + 1 / (\varphi \cdot \alpha \cdot L_0)\}, \quad (П1)$$

где $G_в$ – расход воздуха, определяемый по соотношению*[1]:

$$G_в = (1/1000) \cdot (1/3600) \cdot (b_э \cdot P_э \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot L_0), \quad (П2)$$

где: $b_э$ – удельный расход топлива на эксплуатационном (или номинальном) режиме работы двигателя, г/кВт·ч (берется из паспортных данных на дизельную установку);

$\varphi \approx 1{,}18$ - коэффициент продувки;

$\alpha \approx 1{,}8$ - коэффициент избытка воздуха;

$L_0 \approx 14{,}3$ кг воздуха / кг топлива - теоретически необходимое количество кг воздуха для сжигания одного кг топлива; значение остальных коэффициентов и параметров такое же, как и в (1) и (2).

После подстановки (П2) в (П1) окончательная формула для расчета расхода отработавших газов от стационарной дизельной установки приобретает вид:

$$G_{ог} \approx 8{,}72 \cdot 10^{-6} \cdot b_э \cdot P_э, \text{ кг/с}. \quad (П3)$$

Объемный расход отработавших газов определяется по формуле:

$$Q_{ог} = G_{ог} / \gamma_{ог}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (П4)$$

где: $\gamma_{ог}$ – удельный вес отработавших газов, рассчитываемый по формуле:

$$\gamma_{ог} = \{\gamma_{ог}(\text{при } t=0^0\text{C})\} / (1 + T_{ог} / 273), \text{ кг/м}^3, \quad (П5)$$

где: $\{\gamma_{ог}(\text{при } t=0^0\text{C})\}$ - удельный вес отработавших газов при температуре, равной 0^0C; значение которого согласно *[1],*[6] можно принимать 1,31 кг/м^3;

$T_{ог}$ – температура отработавших газов, К.

При организованном выбросе отработавших газов в атмосферу, на удалении от стационарной дизельной установки (высоте) до 5 м, значение их температуры можно принимать равным 450^0C, на удалении от 5 до 10 м - 400^0C.

gost.e-ecolog.ru