

Утверждаю
Министр природных ресурсов
Российской Федерации
Б.А.ЯЦКЕВИЧ
14 февраля 2001 года

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

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 дизель-электрическими 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, дизель-генераторы, 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.

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-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(альфа)пирен (БП).

<1> Для стационарных дизельных установок при проведении расчетов загрязнения атмосферы используется ПДК по керосину MD

(код 2732) *[4].

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 ($N_e <$

-1

73,6 кВт, $n = 1000 - 3000$ мин.). Например, дизель-генераторы 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

-1

($N = 73,6 - 736$ кВт, $n = 500 - 1500$ мин.). Например,
е

газотокомпрессор КС-550/4-64 (8Д22/22,5), автоматизированный дизель-электрический агрегат АСДА-200 (дизель 1Д12В-300), дизель-генератор ДГР 300/500-4 (6ЧН 25/34), дизель-насосная установка ДНУ 120/70 (6ЧН12/14), энергетические установки на базе дизеля ЯМЗ-238, дизель-генераторы 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 ($N = 736 - 7360$ кВт, $n =$
е

-1

500 - 1000 мин.). Например, буровой агрегат 1А-6Д49 (8ЧН26/26), 1-9ДГ (16ЧН26/26), 14ДГ (дизель 14Д40), Г-99 (6ЧН12А36/45), ПЭ-6 (12ЧН26/26), дизель-генератор ДГ-4000 (дизель 64Г базовой модели 61В-3) и т.д.;

Г - мощные, повышенной быстроходности, многоцилиндровые ($N =$
е

736 - 7360 кВт, $n = 1500 - 3000$ мин. , $i > 30$). 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:

$$M_i = (1 / 3600) \times e_i \times P_{\text{э}}, \quad (1)$$

e_i (г/кВт х ч) - выброс i -го вредного вещества на единицу
 M_i

полезной работы стационарной дизельной установки на режиме номинальной мощности, определяемый по [таблице 1](#) или [таблице 2](#);

$P_{\text{э}}$ (кВт) - эксплуатационная мощность стационарной дизельной
е

установки, значение которой берется из технической документации завода-изготовителя. Если в технической документации не указывается значение эксплуатационной мощности, то в качестве $P_{\text{э}}$ принимается значение номинальной мощности стационарной дизельной установки (N);

$(1 / 3600)$ - коэффициент пересчета "час." в "сек.".

ЗНАЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ e_{Mi} (Г/КВТ X Ч) ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП
 СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Группа	Выброс, г/кВт x ч						
	CO	NO _x	CH	C	SO ₂	CH O ₂	БП
А	7,2	10,3	3,6	0,7	1,1	0,15	⁻⁵ 1,3 x 10
Б	6,2	9,6	2,9	0,5	1,2	0,12	⁻⁵ 1,2 x 10
В	5,3	8,4	2,4	0,35	1,4	0,1	⁻⁵ 1,1 x 10
Г	7,2	10,8	3,6	0,6	1,2	0,15	⁻⁵ 1,3 x 10

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ e_{Mi} (Г/КВТ X Ч)
 ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК,
 ПРОШЕДШИХ КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Группа	Выброс, г/кВт x ч						
	CO	NO _x	CH	C	SO ₂	CH O ₂	БП
А	8,6	9,8	4,5	0,9	1,2	0,2	⁻⁵ 1,6 x 10
Б	7,4	9,1	3,6	0,65	1,3	0,15	⁻⁵ 1,5 x 10
В	6,4	8,0	3,0	0,45	1,5	0,12	⁻⁵ 1,4 x 10
Г	8,6	10,3	4,5	0,75	1,3	0,2	⁻⁵ 1,6 x 10

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

$$W_{эi} = (1 / 1000) \times q_{эi} \times G, \quad (2)$$

$q_{эi}$ (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_T (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 $q_{эi}$ (Г/КГ ТОПЛ.) ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Группа	Выброс, г/кг топл.						
	СО	NO _x	СН	С	SO ₂	СН O ₂	БП
А	30	43	15,0	3,0	4,5	0,6	$5,5 \times 10^{-5}$
Б	26	40	12,0	2,0	5,0	0,5	$5,5 \times 10^{-5}$
В	22	35	10,0	1,5	6,0	0,4	$4,5 \times 10^{-5}$
Г	30	45	15,0	2,5	5,0	0,6	$5,5 \times 10^{-5}$

Таблица 4

ЗНАЧЕНИЯ ВЫБРОСОВ $q_{эi}$ (Г/КГ ТОПЛ.) ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП СТАЦИОНАРНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК, ПРОШЕДШИХ КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ

Группа	Выброс, г/кг топл.						
	СО	NO _x	СН	С	SO ₂	СН O ₂	БП
А	36	41	18,8	3,75	4,6	0,7	$6,9 \times 10^{-5}$
Б	31	38	15,0	2,5	5,1	0,6	$6,3 \times 10^{-5}$
В	26	33	12,5	1,9	6,1	0,5	$5,6 \times 10^{-5}$
Г	36	43	18,8	3,15	5,1	0,7	$6,9 \times 10^{-5}$

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 СО в 2 раза; NO и NO₂ в 2,5 раза; СН, С, СН₂О 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 платины Pt)	СО СН С СН ₂ О 2	90 - 95 70 - 80 30 - 50 50 - 60
2.	Окисление в каталитическом нейтрализаторе с принудительным разогревом реактора (активная фаза платины Pt)	СО СН С СН ₂ О 2	98 - 100 98 - 100 50 - 60 90 - 95
3.	Окисление и фильтрация в регенерируемых каталитических фильтроэлементах (активная фаза платины Pt)	СО СН С СН ₂ О 2	98 - 100 98 - 100 90 - 95 90 - 95
4.	Применение вододиспергированного топлива	NO х С	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 ₂ O ₅ (WO ₃) / (TiO ₂))	NO х	До 80
7.	Промывка в водных растворах (жидкостная нейтрализация)	NO х С СН ₂ О 2	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., Смайлс В.И. Временные рекомендации по расчету выбросов от стационарных дизельных установок. Л., 1988.

ОЦЕНКА РАСХОДА И ТЕМПЕРАТУРЫ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

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

$$G_{ог} = G_{в} \times \{1 + 1 / (\phi \times \alpha \times L)\}, \quad (П1)$$

где $G_{в}$ - расход воздуха, определяемый по соотношению [*\[1\]](#):

$$G_{в} = (1 / 1000) \times (1 / 3600) \times (b \times P \times \phi \times \alpha \times L), \quad (П2)$$

где:

b - удельный расход топлива на эксплуатационном (или номинальном) режиме работы двигателя, г/кВт х ч (берется из паспортных данных на дизельную установку);

$\phi \sim 1,18$ - коэффициент продувки;

$\alpha \sim 1,8$ - коэффициент избытка воздуха;

$L \sim 14,3$ 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:

$$G_{ог} \sim 8,72 \times 10^{-6} \times b \times P, \text{ кг/с.} \quad (П3)$$

Объемный расход отработавших газов определяется по формуле:

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

где: $\gamma_{ог}$ - удельный вес отработавших газов, рассчитываемый

по формуле:

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

где:

$\{\gamma_{ог} \text{ (при } t = 0 \text{ °C)}\}$ - удельный вес отработавших газов

при температуре, равной 0 °C; значение которого согласно [*\[1\]](#), [*\[6\]](#) можно принимать 1,31 кг/куб. м;

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

ог

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