

ПРИКАЗ МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
26 июля 1999 г. N 210

О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В
АТМОСФЕРУ ПРИ НЕКОНТРОЛИРУЕМОМ ГОРЕНИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

**Утратил силу постановлением Министерства природных ресурсов
и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 29 декабря
2007 г. № 9-Т**

В целях совершенствования и расширения методической базы по
оценке выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приказываю:

1. Утвердить прилагаемую Методику расчета выбросов загрязняющих
веществ в атмосферу при неконтролируемом горении нефти и
нефтепродуктов и ввести ее в действие с 1 сентября 1999 г.

2. Специализированной инспекции государственного контроля за
охраной атмосферного воздуха (Корбут В.И.):

в установленном порядке обеспечить проведение правовой
экспертизы, передачу в Национальный центр правовой информации для
включения в Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь и
официального опубликования Методики расчета выбросов загрязняющих
веществ в атмосферу при неконтролируемом горении нефти и
нефтепродуктов;

направить указанную Методику областным и Минскому городскому
комитетам природных ресурсов и охраны окружающей среды,
проинформировать республиканские органы государственного управления
и других заинтересованных.

Министр

М.И.РУСЫЙ

УТВЕРЖДЕНО
Приказ Министерства
природных ресурсов
и охраны окружающей среды
Республики Беларусь
26.07.1999 N 210

МЕТОДИКА

расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу
при неконтролируемом горении нефти и нефтепродуктов

УДК [665.63.013.8:628.5]

Расчет выбросов загрязняющих веществ в
атмосферу при неконтролируемом горении
нефти и нефтепродуктов

Методика 0212.15-99

Разлік выкідаў забруджваючых рэчываў у
атмасферу пры некантралюемым
гарэнні нафты і нафтапрадуктаў

Дата введения 1999-09-01

1. РАЗРАБОТАНА Белорусским научно-исследовательским и
проектно-конструкторским институтом "БелНИПИэнергопром".

ВНЕСЕНА Специализированной инспекцией государственного контроля
за охраной атмосферного воздуха Республики Беларусь.

2. УТВЕРЖДЕНА И ВВЕДЕНА В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства

природных ресурсов и охраны окружающей среды от 26 июля 1999 г. N 210.

3. СООТВЕТСТВУЕТ РД РБ 0212.1-96 "Порядок разработки, согласования и утверждения нормативных и методических документов в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов", утвержденному приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 11 апреля 1996 г. N 80.

4. ВВЕДЕНА взамен Временной методики определения выбросов и удельных выбросов при неконтролируемом сжигании нефтепродуктов, утвержденной первым заместителем Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды 14 февраля 1996 г.

Ключевые слова: нефтепродукты, нефть, горение, атмосфера, загрязняющее вещество, выброс, расчет.

1. Область применения

Настоящая Методика предназначена для расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в усредненном факеле неконтролируемого горения нефти и нефтепродуктов, именуемого пожаром, при разливе на различных типах подстилающих поверхностей.

Настоящая Методика распространяется на следующие нефтепродукты: бензины, керосины, мазуты, топлива дизельное, печное бытовое, реактивное, моторное. При расчете не учитываются выбросы от сгорания растительных горючих материалов на подстилающей поверхности.

Настоящая Методика используется при расчетной оценке уровней загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов, образующихся при неконтролируемом горении нефти и нефтепродуктов, для определения сумм, подлежащих возмещению природопользователем за нанесенный ущерб окружающей среде, государственном учете выбросов в атмосферный воздух.

Положения Методики обязательны для применения всеми юридическими и физическими лицами независимо от форм собственности и подчиненности, осуществляющими свою деятельность на территории Республики Беларусь.

2. Нормативные ссылки

В настоящей Методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Закон Республики Беларусь "Об охране атмосферного воздуха".

РД РБ 0212.1-96. Порядок разработки, согласования и утверждения нормативных и методических документов в области охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

ГОСТ 2.104-68 ЕСКД. Основные надписи.

ГОСТ 2.321-84 ЕСКД. Обозначения буквенные.

ГОСТ 8.417-81 ГСИ. Единицы физических величин.

ГОСТ 8.310-90 ГСИ. Государственная служба стандартных справочных данных. Основные положения.

ГОСТ 2084-77. Бензины автомобильные. Технические условия.

ГОСТ 1012-72. Бензины авиационные. Технические условия.

ГОСТ 10227-86. Топлива реактивные. Технические условия.

ГОСТ 305-82. Топлива дизельные. Технические условия.

ГОСТ 10585-75. Мазуты. Технические условия.

ГОСТ 10433-75. Топлива газотурбинные и моторные. Технические условия.

3. Общие положения

3.1. Приводимые ниже расчетные формулы и коэффициенты эмиссии приняты с учетом экспертных оценок на базе приведенного в составе настоящей Методики списка литературы.

3.2. Неконтролируемое горение имеет место при пожарах в открытом пространстве, возникающих в результате аварий на нефтебазах, нефтехимических производствах, трубопроводах (продуктопроводах), на железнодорожном или автомобильном транспорте. На скорость горения влияет не только химическая реакция, но и неконтролируемый приток окислителя из окружающей среды. В результате неконтролируемого горения разлитой нефти и/или нефтепродуктов возникает конвективная колонка - струя нагретых продуктов полного и неполного сгорания, которые выбрасываются благодаря этой колонке в приземный слой атмосферы. Высота конвективной колонки тем больше, чем большее количество тепла выделяется при горении. Очаг пожара имеет сложную структуру и включает в себя зону пиролиза углеводородного топлива, зону догорания газообразных и конденсированных продуктов пиролиза. Горение нефти и нефтепродуктов происходит при постоянном давлении и имеет диффузионный характер, т.е. лимитируется поступлением кислорода благодаря подосу воздуха из окружающей среды.

3.3. Настоящая Методика предусматривает расчет выбросов оксида (CO) и диоксида углерода (CO₂), сернистого ангидрида (SO₂), углеводородов (C_nH_m), оксидов азота (в пересчете на NO₂), сажи, сероводорода (H₂S), бенз(а)пирена. Под термином углеводороды понимаются как предельные, непредельные и ароматические углеводороды, так и их пиролизные производные, включая полициклические (за исключением бенз(а)пиренов), идентифицировать которые по соотношению и классу опасности на сегодняшнем уровне исследований неконтролируемых процессов горения - пожаров не представляется возможным. В этой связи углеводороды принимаются как сумма веществ, не имеющих класса опасности. Диоксид углерода не имеет класса опасности, не относится к веществам, загрязняющим атмосферный воздух, и не подлежит оплате в возмещение ущерба, нанесенного окружающей среде выбросами в результате неконтролируемого горения нефти и/или нефтепродуктов. Для остальных веществ, упомянутых в настоящем разделе, классы опасности и предельно допустимые концентрации (ПДК) в атмосферном воздухе указаны в таблице 1.

Таблица 1

Класс опасности и ПДК загрязняющих веществ

Загрязняющее вещество	ПДК м.р., мг/куб.м	ПДК с.с., мг/куб.м	Класс опасности
Азота диоксид	0,25	0,1	2
Ангидрид сернистый	0,50	0,2	3
Бенз(а)пирен	-	1 нг/куб.м	1
Сажа	0,15	0,05	3
Сероводород	0,008	-	2
Углерода оксид	5,0	3	4

3.4. Под удельными выбросами в настоящей Методике приняты выбросы, отнесенные к единице массы сгоревших нефти и/или нефтепродуктов, и обозначаются символом q. Численные значения удельных выбросов принимаются в кг/кг или т/т и для диоксида азота, оксида и диоксида углерода, сажи, углеводородов, бенз(а)пирена приведены в таблице 2.

Таблица 2

Удельные выбросы загрязняющих веществ
к единице массы сгоревших нефтепродуктов

Наименование	Удельный выброс углерода:оксид СО	углерода:диоксид	азота:оксида	сажа	углево-:пирен	Бенз(а)-:пирен
	:CO2	(в пере-:счете на	:NO2)	:CnHm	:	:
Нефть	0,87	1,48	6,9х	28х	30х	7,6х
		х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Бензин	0,85	1,35	1,51х	20х	60х	6,1х
		х10** ⁻²	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Керосин	0,87	1,41	2,61х	24х	50х	6,9х
		х10** ⁻²	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Дизельное топливо	0,87	1,41	2,61х	24х	50х	6,9х
		х10** ⁻²	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Печное бытовое топливо	0,9	1,49	6,9х	30х	20х	7,6х
		х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Моторное топливо	0,86	1,37	2,61х	24х	55х	6,9х
		х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Реактивное топливо	0,87	1,41	2,61х	24х	50х	6,9х
		х10** ⁻²	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸
Мазут	0,9	1,49	6,9х	30х	20х	7,6х
		х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻³	х10** ⁻⁸

Удельные выбросы сернистого ангидрида и сероводорода рассчитываются по формулам (1) и (2) соответственно в зависимости от содержания серы (Sp) в нефти или нефтепродукте:

$$q_{SO_2} = \frac{Sp}{100} \cdot 2 \cdot V_{SO_2} \quad (1)$$

где V_{SO₂} - коэффициент перехода серы в SO₂, равный 0,4;

$$q_{H_2S} = \frac{Sp}{100} \cdot 1,06 \cdot V_{H_2S} \quad (2)$$

где V_{H₂S} - коэффициент перехода серы в H₂S, равный 0,6.

*) V - греческая буква фи.

Содержание серы в процентах принимается по сертификатам на нефть и нефтепродукты, а в случае его отсутствия используются

усредненные данные:

нефть - 1,2% мазут высокосернистый - 2,5%
бензины - 0,05% дизельное, реактивное, моторное
топливо печное бытовое - 0,5% топлива - 0,2%

Соединения свинца образуются только при сгорании этилированных бензинов, и удельный выброс составляет $0,17 \times 10^{-3}$ кг или $0,37 \times 10^{-3}$ кг на 1 кг бензина (в зависимости от марки бензина).

4. Определение массы сгоревших нефтепродуктов

4.1. В простейшем случае масса сгоревших нефти ($M_{с.н}$) или нефтепродуктов ($M_{с.нп}$) определяется как их потеря ($M_{п}$) в резервуарах или на участке разрыва продуктопровода. При этом должно быть четко установлено, что не произошло поглощения части разлившихся нефти и/или нефтепродуктов почвой и грунтом, т.е. $M_{с} = M_{п}$

4.2. В случае, если имело место поглощение нефти и/или нефтепродуктов почвой (и грунтом), необходимо измерить площадь разлива в метрах квадратных (кв.м). После этого взять керны почвы и грунта на глубину проникновения в них нефти и/или нефтепродуктов и определить среднее содержание нефти и/или нефтепродуктов в граммах на килограмм.

Суммарное количество поглощенных, но не сгоревших нефти и/или нефтепродуктов в тоннах подсчитывается по формуле (3):

$$M_{\text{погл}} = 10^{-6} \times F \times h \times r_{\text{г}} \times c, \quad (3)$$

где F - площадь почвы и грунта, пропитанных нефтепродуктами, кв.м;

h - глубина, на которую почва и грунт пропитаны нефтью и/или нефтепродуктами, м;

c - средняя концентрация нефти или нефтепродукта в почве и грунте, г/кг;

$r_{\text{г}}$ - плотность грунта, кг/куб.м.

Сгоревшая масса определяется по формуле (4) как разность потерянных и поглощенных почвой нефти и/или нефтепродуктов:

$$M_{с} = M_{п} - M_{\text{погл}}. \quad (4)$$

При горении на водной поверхности и известном количестве потерянных в результате разлива нефти и тяжелых нефтепродуктов $M_{с}$ определяется как разность потерянных и несгоревших ($M_{н}$) нефти или нефтепродуктов. Масса несгоревших нефти или нефтепродуктов в тоннах определяется с учетом площади разлива, толщины несгоревшего слоя и плотности по формуле (5):

$$M_{н} = F \times h_{\text{г}} \times r_{\text{нп}} \times 10^{-6}, \quad (5)$$

где F - площадь, занимаемая разлитым нефтепродуктом или нефтью, кв.м;

$h_{\text{г}}$ - толщина слоя несгоревшей нефти или нефтепродукта, мм;

$r_{\text{нп}}$ - плотность нефти или нефтепродукта, кг/куб.м.

При горении на водной подстилающей поверхности по окончании горения нефти или тяжелых нефтепродуктов остается слой толщиной 2 мм.

4.3. В случае, когда потери нефти и/или нефтепродуктов неизвестны, сгоревшая масса в тоннах определяется по скорости выгорания слоя нефти и/или нефтепродуктов и площади пожара с поправкой на скорость ветра по формуле (6):

$$M_c = 0,06 \times U \times \frac{W}{3} \times \text{рнп} \times F \times t \times (-), \quad (6)$$

где рнп - плотность нефти или нефтепродукта, кг/куб.м;
 U - нормальная скорость горения, м/с;
 F - площадь пожара, кв.м;
 t - продолжительность пожара, мин;
 W - скорость ветра, м/с;
 3 - средняя скорость ветра, м/с.

Значения скорости выгорания (U) и плотности (рнп) зависят от вида нефтепродукта и представлены в таблице 3.

При наличии сертификата, содержащего данные о плотности нефти или нефтепродукта, значение принимается по сертификату. В случае отсутствия данных о плотности нефти или нефтепродукта принимается среднее значение, указанное в скобках.

Таблица 3

Скорость выгорания и плотность нефтепродуктов

-----:-----:-----
 Нефтепродукт: Скорость выгорания, м/с : Плотность топлива, кг/куб.м

Бензин	6,5x10**-5	560-800(680)
Керосин	6,1x10**-5	650-920(780)
Мазут	3,7x10**-5	890-1000(950)
Нефть	2,7x10**-5	730-1040(880)
Дизельное топливо	6,1x10**-5	650-920(780)
Моторное топливо	6,3x10**-5	830(900)-970
Реактивное топливо	6,1x10**-5	810-775(790)
Печное бытовое топливо	3,7x10**-5	960-950(955)

5. Расчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Масса выброса (M_i выброс) каждого загрязняющего вещества определяется по формуле (7):

$$M_i \text{ выброс} = q_i \times M_{c_i}, \quad (7)$$

где i - загрязняющее вещество (CO, H₂S и др.);
 q_i - удельный выброс, кг/кг или т/т;
 M_{c_i} - масса сгоревшего нефтепродукта или нефти, кг или т.

При одновременном горении нефти и нефтепродукта или двух и более видов нефтепродуктов и неизвестном (не установленном) количестве каждого сгоревшего нефтепродукта выбросы загрязняющих веществ определяются по значениям из таблиц настоящей Методики для нефтепродукта, имеющего большие значения удельных выбросов, сернистость и т.п. Примеры расчета выбросов приведены в приложении А.

6. Используемая литература

1. Волков О.М., Проскуряков Г.А. Пожарная безопасность на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов. М.: Недра, 1981.
2. Абдурагимов И.М. и др. Физико-химические основы развития и тушения пожаров. М.: Высш. инж. пожарно-техн. шк. МВО СССР, 1980.
3. Абдурагимов И.М., Андросов А.С., Исаев Л.К. Процессы горения. М., 1984.
4. Теплофизические свойства химически реагирующих гетерогенных смесей: Сб. трудов ЭНИН им.Г.М.Кржижановского. М., 1973.
5. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. Л.: Недра, 1988.
6. Внуков А.К. Теплохимические процессы в газовом тракте паровых котлов. М.: Энергоиздат, 1981.
7. Указания Госкомприроды Республики Беларусь по расчету выбросов автотранспорта. N 12-16/759 от 13 апреля 1990.
8. Методика расчета выбросов от источника горения при разливе нефти и нефтепродуктов. М., 1997.

Приложение А
(информационное)
к Методике расчета выбросов
загрязняющих веществ в атмосферу
при неконтролируемом горении
нефти и нефтепродуктов
26.07.1999 N 210

Примеры расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферный
воздух при неконтролируемом горении нефтепродуктов

Пример 1.

Рассмотрим и рассчитаем выбросы, имевшие место при пожаре на нефтебазе.

Загорелся бак емкостью 5000 куб.м с бензином А-76.

Пожар был потушен. Сгорело $M_{с.нп} = 55$ т бензина.

В атмосферу было выброшено:

1. Диоксид серы

$$M_{so_2} = M_{с.нп} \times \frac{Sp}{100} = M_{с.нп} \times 2 \times V_{so_2} \times \frac{0,02}{100} = 55 \times 2 \times 0,4 \times \frac{0,02}{100} = 8,8 \times 10^{-3} \text{ т.}$$

2. Сероводород

$$M_{H_2S} = M_{с.нп} \times \frac{Sp}{100} = M_{с.нп} \times 1,06 \times V_{H_2S} \times \frac{0,02}{100} = 55 \times 1,06 \times 0,6 \times \frac{0,02}{100} = 7 \times 10^{-3} \text{ т.}$$

3. Диоксид азота

$$M_{NO_2} = M_{с.нп} \times q_{NO_2} = 55 \times 1,51 \times 10^{-2} = 0,83 \text{ т.}$$

4. Бенз(а)пирен

$$M_b = M_{c.np} \times q_b = 55 \times 6,1 \times 10^{-8} = 0,0034 \text{ кг.}$$

5. Сажа

$$M_{сажа} = M_{c.np} \times q_{сажа} = 55 \times 20 \times 10^{-3} = 1,1 \text{ т.}$$

6. Оксид и диоксид углерода

$$M_{co} = M_{c.np} \times q_{co} = 55 \times 0,85 = 46,75 \text{ т;}$$

$$M_{co2} = M_{c.np} \times q_{co2} = 55 \times 1,10 = 60,5 \text{ т.}$$

7. Углеводороды

$$M_{ув} = M_{c.np} \times q_{ув} = 55 \times 60 \times 10^{-3} = 3,3 \text{ т.}$$

Пример 2.

В результате образования свища на продуктопроводе по данным учета владельца было утеряно (M_p) 650 т бензина. Площадь возгорания составила 5000 куб.м. Грунт на глубину $h=0,3$ м пропитан бензином с концентрацией 42 г/кг.

Масса поглощенного почвой бензина

$$M_{погл} = 10^{-6} \times F \times h \times \rho_g \times c = \\ = 10^{-6} \times 5000 \times 0,3 \times 1500 \times 42 = 94,5 \text{ т.}$$

Масса сгоревшего бензина

$$M_c = M_p - M_{погл} = 650 - 94,5 = 555,5 \text{ т.}$$

Выбросы в атмосферу:

1. Диоксид серы

$$M_{so2} = M_c \times \frac{S_p}{100} \times \frac{0,02}{100} = 555,5 \times 2 \times 0,4 \times \frac{0,02}{100} =$$

$$= 89 \times 10^{-3} \text{ т.}$$

2. Сероводород

$$M_{H2S} = M_c \times \frac{S_p}{100} \times \frac{1,06}{100} =$$

$$= 555,5 \times 1,06 \times 0,6 \times \frac{0,02}{100} = 70,6 \times 10^{-3} \text{ т.}$$

4. Диоксид азота

$$M_{No2} = M_{c.np} \times q_{No2} = 555,5 \times 1,51 \times 10^{-2} = 8,33 \text{ т.}$$

5. Бенз(а)пирен

$$M_b = M_{c.np} \times q_b = 555,5 \times 6,1 \times 10^{-8} = 0,034 \text{ кг.}$$

6. Сажа

$$M_{\text{сажа}} = M_{\text{с}} \times q_{\text{сажа}} = 555,5 \times 20 \times 10^{-3} = 11,1 \text{ т.}$$

7. Оксид и диоксид углерода

$$M_{\text{CO}} = M_{\text{с}} \times q_{\text{CO}} = 555,5 \times 0,85 = 472,2 \text{ т;} \\ M_{\text{CO}_2} = M_{\text{с}} \times q_{\text{CO}_2} = 555,5 \times 1,10 = 611,0 \text{ т.}$$

8. Углеводороды

$$M_{\text{ув}} = M_{\text{с}} \times q_{\text{ув}} = 555,5 \times 60 \times 10^{-3} = 33,3 \text{ т.}$$

Пример 3.

Сгорел мазут. Площадь пожара $F = 100$ кв.м. Скорость выгорания мазута составляет согласно таблице $U = 3,7 \times 10^{-5}$, плотность мазута $\rho = 1000$ кг/куб.м.

Продолжительность пожара составила $t = 20$ мин.
Скорость ветра во время пожара была $W = 4$ м/с.
Сгоревшая масса мазута определяется по формуле

$$M_{\text{с}} = 0,06 \times U \times \rho \times F \times t \times \left(\frac{W}{3} \right)^4 \\ = 0,06 \times 3,7 \times 10^{-5} \times 1000 \times 100 \times 20 \times \left(\frac{4}{3} \right)^4 = 5,24 \text{ т.}$$

Выбросы в атмосферу:

1. Диоксид серы

$$M_{\text{SO}_2} = M_{\text{с}} \times q_{\text{SO}_2} = M_{\text{с}} \times 2 \times V_{\text{SO}_2} \times \frac{Sp}{100} = 5,24 \times 2 \times 0,4 \times \frac{2,5}{100} = \\ = 0,1 \text{ т.}$$

2. Сероводород

$$M_{\text{H}_2\text{S}} = M_{\text{с}} \times 1,06 \times V_{\text{H}_2\text{S}} \times \frac{Sp}{100} = 5,24 \times 1,06 \times 0,6 \times \frac{2,5}{100} = \\ = 0,083 \text{ т.}$$

4. Диоксид азота

$$M_{\text{NO}_2} = M_{\text{нп}} \times q_{\text{NO}_2} = 5,24 \times 6,9 \times 10^{-3} = 0,04 \text{ т.}$$

5. Бенз(а)пирен

$$M_{\text{б}} = M_{\text{нп}} \times q_{\text{б}} = 5,24 \times 7,6 \times 10^{-8} = 0,0004 \text{ кг.}$$

6. Сажа

$$M_{\text{сажа}} = M_{\text{с}} \times q_{\text{сажа}} = 5,24 \times 30 \times 10^{-3} = 0,16 \text{ т.}$$

7. Оксид и диоксид углерода

$$M_{CO} = M_C \times q_{CO} = 5,24 \times 0,9 = 4,7 \text{ т};$$

$$M_{CO_2} = M_C \times q_{CO_2} = 5,24 \times 1,2 = 6,3 \text{ т}.$$

8. Углеводороды

$$M_{ув} = M_C \times q_{ув} = 5,24 \times 20 \times 10^{-3} = 0,1 \text{ т}.$$

_____ €