

Документ зарегистрирован в НРПА 03.08.1999 №8/684

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

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 (CO<sub>2</sub>), сернистого ангидрида (SO<sub>2</sub>),

углеводородов (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), оксидов азота (в пересчете на NO<sub>2</sub>), сажи, сероводорода (H<sub>2</sub>S), 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 загрязняющего вещества к единице нефтепродукта, кг/кг (т/т)
углерода	углерода
азота	сажа
углево-	углево-
Бенз(а)-	Бенз(а)-

	оксид CO	диоксид CO2	оксиды, (в пере- счете на NO2)	дороды CnHm	пирен	
Нефть	0,87	1,48 x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-3</sup>	28х x10** <sup>-3</sup>	30х x10** <sup>-3</sup>	7,6х x10** <sup>-8</sup>
Бензин	0,85	1,35 x10** <sup>-2</sup>	1,51х x10** <sup>-3</sup>	20х x10** <sup>-3</sup>	60х x10** <sup>-3</sup>	6,1х x10** <sup>-8</sup>
Керосин	0,87	1,41 x10** <sup>-2</sup>	2,61х x10** <sup>-3</sup>	24х x10** <sup>-3</sup>	50х x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-8</sup>
Дизельное топливо	0,87	1,41 x10** <sup>-2</sup>	2,61х x10** <sup>-3</sup>	24х x10** <sup>-3</sup>	50х x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-8</sup>
Печное бытовое топливо	0,9	1,49 x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-3</sup>	30х x10** <sup>-3</sup>	20х x10** <sup>-3</sup>	7,6х x10** <sup>-8</sup>
Моторное топливо	0,86	1,37 x10** <sup>-3</sup>	2,61х x10** <sup>-3</sup>	24х x10** <sup>-3</sup>	55х x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-8</sup>
Реактивное топливо	0,87	1,41 x10** <sup>-2</sup>	2,61х x10** <sup>-3</sup>	24х x10** <sup>-3</sup>	50х x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-8</sup>
Мазут	0,9	1,49 x10** <sup>-3</sup>	6,9х x10** <sup>-3</sup>	30х x10** <sup>-3</sup>	20х x10** <sup>-3</sup>	7,6х x10** <sup>-8</sup>

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

$$q_{SO_2} = \frac{SP}{100} V_{SO_2} \text{ ---, *)} \quad (1)$$

где  $V_{SO_2}$  - коэффициент перехода серы в  $SO_2$ , равный 0,4;

$$q_{H_2S} = \frac{SP}{100} V_{H_2S} \text{ ---,} \quad (2)$$

где  $V_{H_2S}$  - коэффициент перехода серы в  $H_2S$ , 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):

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

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;

$\rho_{\text{г}}$  - 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):

$$M_n = F \times h_j \times \rho_{нп} \times 10^{-6}, \quad (5)$$

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

$h_j$  - толщина слоя несгоревшей нефти или нефтепродукта, мм;

$\rho_{нп}$  - 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):

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

где  $\rho_{нп}$  - 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 ( $\rho_{нп}$ ) 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	$6,5 \times 10^{-5}$	560-800(680)
Керосин	$6,1 \times 10^{-5}$	650-920(780)
Мазут	$3,7 \times 10^{-5}$	890-1000(950)
Нефть	$2,7 \times 10^{-5}$	730-1040(880)
Дизельное топливо	$6,1 \times 10^{-5}$	650-920(780)
Моторное топливо	$6,3 \times 10^{-5}$	830(900)-970
Реактивное	$6,1 \times 10^{-5}$	810-775(790)

топливо		
Печное	$3,7 \times 10^{** -5}$	960-950(955)
бытовое		
топливо		

---

### 5. Расчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух

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

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

где  $i$  - загрязняющее вещество (СО, Н<sub>2</sub>S и др.);

$q_i$  - удельный выброс, кг/кг или т/т;

$M_{ci}$  - 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., Проскураков 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

$$M_{SO_2} = M_{с.нп} \times q_{SO_2} = M_{с.нп} \times \frac{Sp}{100} \times 2 \times V_{SO_2} \times \dots =$$
$$= 55 \times 2 \times \frac{0,02}{100} \times 0,4 \times \dots = 8,8 \times 10^{-3} \text{ т.}$$

2. Сероводород

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

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

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

5. Сажа

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

## 6. Оксид и диоксид углерода

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

$$M_{CO_2} = M_{c.np} \times q_{CO_2} = 55 \times 1,10 = 60,5 \text{ т}.$$

## 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 ( $M_{п}$ ) 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

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

Масса сгоревшего бензина

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

Выбросы в атмосферу:

### 1. Диоксид серы

$$M_{SO_2} = M_{с} \times \frac{Sp}{100} \times \frac{V_{SO_2}}{100} = 555,5 \times \frac{0,02}{100} \times \frac{2 \times 0,4}{100} =$$

$$= 89 \times 10^{-3} \text{ т}.$$

### 2. Сероводород

$$M_{H_2S} = M_{с} \times \frac{Sp}{100} \times \frac{V_{H_2S}}{100} =$$

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

### 4. Диоксид азота

$$M_{NO_2} = M_{c.np} \times q_{NO_2} = 555,5 \times 1,51 \times 10^{-2} = 8,33 \text{ т}.$$

### 5. Бенз(а)пирен

$$M_b = M_c \cdot n_p \cdot q_b = 555,5 \times 6,1 \times 10^{-8} = 0,034 \text{ кг.}$$

### 6. Сажа

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

### 7. Оксид и диоксид углерода

$$M_{CO} = M_c \cdot q_{CO} = 555,5 \times 0,85 = 472,2 \text{ т;}$$

$$M_{CO_2} = M_c \cdot q_{CO_2} = 555,5 \times 1,10 = 611,0 \text{ т.}$$

### 8. Углеводороды

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

### 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

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

Выбросы в атмосферу:

#### 1. Диоксид серы

$$M_{SO_2} = M_c \times q_{SO_2} = M_c \times 2 \times \frac{Sp}{100} \times \frac{2,5}{100} = 5,24 \times 2 \times 0,4 \times \frac{2,5}{100} =$$

$$= 0,1 \text{ т.}$$

#### 2. Сероводород

$$M_{H_2S} = M_c \times 1,06 \times \frac{Sp}{100} \times \frac{2,5}{100} = 5,24 \times 1,06 \times 0,6 \times \frac{2,5}{100} =$$

= 0,083 т.

4. Диоксид азота

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

5. Бенз(а)пирен

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

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

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

$$M_{\text{со}_2} = M_{\text{с}} \times q_{\text{со}_2} = 5,24 \times 1,2 = 6,3 \text{ т.}$$

8. Углеводороды

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