

Охрана окружающей среды и природопользование  
Климат. Выбросы и поглощения парниковых газов

**ПРАВИЛА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ  
ОРГАНИЗАЦИЯМИ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМИ ХОЗЯЙСТВЕННУЮ И  
ИНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне.  
Клімат. Выкіды і паглынаны парніковых газаў

**ПРАВИЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ПАРНИКОВЫХ ГАЗАЎ  
АРГАНІЗАЦЫЯМІ, ЯКІЯ АЖЫЦЦЯЎЛЯЮЦЬ ГАСПАДАРЧУЮ І  
ІНШУЮ ДЗЕЙНАСЦЬ**

Издание официальное



Минприроды

Минск

---

УДК	ОГКС 13.020.40	КП
-----	----------------	----

---

**Ключевые слова:** климат, парниковые газы, выбросы парниковых газов, категории источников выбросов, количественное определение выбросов

---

### Предисловие

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению в области технического нормирования и стандартизации установлены Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации».

Цели, основные принципы, положения по государственному регулированию и управлению техническим нормированием и стандартизацией в области охраны окружающей среды установлены Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

1 РАЗРАБОТАН республиканским научно-исследовательским унитарным предприятием «Бел НИЦ «Экология»

ВНЕСЕН Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ постановлением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 19 декабря 2022 г. № 31-Т

3 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Настоящий технический кодекс установившейся практики не может быть воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минприроды Республики Беларусь

---

Издан на русском языке

## Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	1
4	Общие положения.....	2
5	Категории источников выбросов, подлежащие учету в организациях.....	3
6	Методики количественного определения выбросов парниковых газов по категориям источников.....	4
6.1	Стационарное сжигание топлива.....	4
6.2	Сжигание на факельных установках.....	4
6.3	Нефтепереработка.....	5
6.4	Металлургическое производство.....	7
6.5	Производство минеральных материалов.....	13
6.6	Химическая промышленность.....	17
6.7	Обращение с твердыми отходами.....	20
	Приложение А (справочное) Значения потенциалов глобального потепления, используемые для перевода соответствующего газа в эквивалент диоксида углерода.....	26
	Приложение Б (справочное) Коэффициенты недожога углеводородной смеси на факельной установке.....	27
	Библиография.....	28



---

**ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ**

---

**Охрана окружающей среды и природопользование. Климат  
Выбросы и поглощения парниковых газов  
ПРАВИЛА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОРГАНИЗАЦИЯМИ,  
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМИ ХОЗЯЙСТВЕННУЮ  
И ИНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ****Ахова навакольнага асяроддзя і прыродакарыстанне. Клімат  
Выкіды і паглыннанні парніковых газаў  
ПРАВІЛЫ РАЗЛІКУ ВЫКІДАЎ ПАРНІКОВЫХ ГАЗАЎ АРГАНІЗАЦЫЯМІ, ЯКІЯ  
АЖЫЦЦЯЎЛЯЮЦЬ ГАСПАДАРЧУЮ  
І ІНШУЮ ДЗЕЙНАСЦЬ**

Environmental protection and nature use. Climate  
Emissions and absorption of greenhouse gases  
Rules for calculation of greenhouse gas emissions by organizations carrying out economic and  
other activities

---

Дата введения 2023-03-01

**1 Область применения**

Настоящий технический кодекс установившейся практики (далее – технический кодекс) устанавливает правила расчета выбросов и поглощений парниковых газов организациями, осуществляющими хозяйственную и иную деятельность в Республике Беларусь, для целей мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов.

Требования настоящего технического кодекса предназначены для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, хозяйственная и иная деятельность которых на территории Республики Беларусь сопровождается выбросами парниковых газов в атмосферный воздух (далее – организации).

**2 Нормативные ссылки**

ТКП 17.09-01-2011 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Климат. Выбросы и поглощение парниковых газов. Правила расчета выбросов за счет внедрения мероприятий по энергосбережению, возобновляемых источников энергии

Примечание – При пользовании настоящим техническим кодексом целесообразно проверить действие ссылочных документов на официальном сайте Национального фонда технических нормативных правовых актов в глобальной компьютерной сети Интернет.

Если ссылочные документы заменены (изменены), то при пользовании настоящим техническим кодексом следует руководствоваться действующими взамен документами. Если ссылочные документы отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на них, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**3 Термины и определения**

В настоящем техническом кодексе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 выбросы парниковых газов:** Полная масса парниковых газов, выделенная в атмосферу за конкретный период времени [1].

**3.2 источник парниковых газов:** Процесс, в результате которого в атмосферу поступает парниковый газ.

**3.3 коэффициент выбросов парниковых газов:** Коэффициент, который определяет количество выбросов или поглощения определенного парникового газа на единицу деятельности [1].

---

Издание официальное

**3.4 неопределенность:** Параметр, связанный с результатом количественного определения, характеризующий отклонение значений, которое с достаточной обоснованностью может быть отнесен к определенному значению.

**3.5 организация:** Человек или группа людей, которая имеет свои собственные функции с обязанностями, полномочиями и отношениями для достижения этих целей.

Примечание 1 - Понятие организации включает, но не ограничивается этим, индивидуального предпринимателя, компанию, корпорацию, фирму, предприятие, орган власти, партнерство, ассоциацию, благотворительную организацию или учреждение, либо их часть или объединение, официально зарегистрированные или незарегистрированные, государственные или частные.

**3.6 парниковый газ:** Газообразная составляющая атмосферы как природного, так и антропогенного происхождения, которая поглощает и переизлучает инфракрасное излучение испускаемого поверхностью Земли атмосферой и облаками [1].

**3.7 потенциал глобального потепления:** Коэффициент, основанный на радиационных свойствах парниковых газов, измеряющий радиационное воздействие излучающей одной единицы массы данного парникового газа относительно соответствующей единицы диоксида углерода (CO<sub>2</sub>) за заданный период времени.

**3.8 прямой выброс парниковых газов:** Выброс парниковых газов из источников парниковых газов, которыми владеет или управляет рассматриваемая организация [1].

**3.9 факельные установки:** Системы, которые используются на нефтегазодобывающих и перерабатывающих предприятиях для бездымного сжигания выбросов.

**3.10 эквивалент диоксида углерода (CO<sub>2</sub>-эквивалент):** Мера, используемая для сравнения различных парниковых газов на основе их вклада в радиационное воздействие [1].

## 4 Общие положения

**4.1** Настоящий технический кодекс устанавливает порядок количественного определения выбросов парниковых газов в организациях.

**4.2** Настоящий технический кодекс содержит правила расчета выбросов и поглощений парниковых газов на основных секторах, объединяющих соответствующие процессы и источники и поглотители: «Энергетика», «Промышленные процессы» и «Отходы».

**4.3** Количественное определение объемов выбросов парниковых газов осуществляется в целом по организации, либо отдельно для каждого филиала или обособленного подразделения. Во всех случаях границы количественного определения и критерии их выбора должны быть точно и однозначно определены.

**4.4** Организации документируют границы количественного определения выбросов парниковых газов.

**4.5** В границы количественного определения выбросов включаются прямые выбросы парниковых газов, определяемые в соответствии с разделом 6 настоящего кодекса, которые происходят непосредственно от объектов организации и осуществляемых процессов.

**4.6** Источники выбросов парниковых газов в границах количественного определения представляют собой технологические процессы на объектах организаций, в результате которых в атмосферный воздух выделяются парниковые газы.

Каждая категория источников выбросов парниковых газов включает схожие технологические процессы, приводящие к возникновению выбросов парниковых газов в атмосферный воздух, осуществляемые в границах количественного определения. Перечень категорий источников выбросов и парниковых газов приведен в разделе 5 настоящего технического кодекса.

Каждый источник выбросов парниковых газов должен быть отнесен к одной из выделенных категорий источников выбросов парниковых газов.

**4.7** Количественное определение выбросов парниковых газов для категорий источников, приведенных в разделе 5 настоящего технического кодекса, осуществляется с использованием правил расчета, установленных для соответствующих категорий источников выбросов парниковых газов в разделе 6 настоящего технического кодекса.

**4.8** Исходными данными для количественного определения выбросов парниковых газов являются фактические данные, характеризующие интенсивность технологических процессов на источниках выбросов (например, расход топлива по видам, расход углеродсодержащих материалов, выпуск продукции, товарно-транспортная работа и другое) и другие параметры, необходимые для определения объемов выбросов в соответствии с выбранными методами (например, данные, характеризующие физико-химические свойства топлива, сырья, материалов, продуктов и отходов

производства и потребления (далее - отходы), коэффициенты выбросов парниковых газов, содержание углерода в сырье и продукции и др.).

**4.9** В качестве источников данных для количественного определения выбросов парниковых газов в части данных о деятельности и физико-химических характеристик материальных потоков используется документированная информация, сбор и консолидация которой осуществляется в рамках системы производственных наблюдений.

**4.10** При определении количества расходуемого сырья, топлива, материалов, производимой продукции и образующихся отходов используются: результаты прямых инструментальных измерений расхода ресурсов в организации за отчетный период; при отсутствии возможности использования результатов прямых инструментальных измерений расхода ресурсов в организации используются результаты расчетов на основе данных о поступлении, отгрузке на сторону и изменении запасов ресурсов в организации за отчетный период по формуле:

$$M_{\text{расход},k,y} = M_{\text{пост},k,y} - M_{\text{отгр},k,y} + M_{\text{запас},k,\text{нач.},y} - M_{\text{запас},k,\text{кон.},y}, \quad (1)$$

где  $M_{\text{расход},k,y}$  - количество израсходованного к-ресурса в организации за период у, т или тыс. м<sup>3</sup>,  
 $M_{\text{пост},k,y}$  - количество поступившего в организацию к-ресурса за период у, т или тыс. м<sup>3</sup>,  
 $M_{\text{отгр},k,y}$  - количество отгруженного на сторону к-ресурса за период у, т или тыс. м<sup>3</sup>,  
 $M_{\text{запас},k,\text{кон.},y}$  - остаток к-ресурса в организации на конец периода у, т или тыс. м<sup>3</sup>,  
 $M_{\text{запас},k,\text{нач.},y}$  - остаток к-ресурса в организации на начало периода у (конец предыдущего периода), т или тыс. м<sup>3</sup>.

К источникам данных при определении коэффициентов выбросов, содержания углерода и физико-химических характеристик расходуемого сырья, топлива, материалов, производимой продукции и образующихся отходов относятся результаты регулярных лабораторных исследований за отчетный период. При отсутствии лабораторных исследований за отчетный период используются данные поставщиков ресурсов, указанные в сертификатах качества.

**4.11** Количественное определение объема выбросов парниковых газов осуществляется организациями по источникам или группам источников выбросов парниковых газов.

**4.12** Суммарные выбросы парниковых газов по категориям источников в целом рассчитываются с учетом потенциалов глобального потепления парниковых газов и выражаются в CO<sub>2</sub>-эквиваленте. Расчет выполняется по формуле:

$$E_{\text{CO}_2e,y} = \sum_{i=1}^n (E_{i,y} \times GWP_i), \quad (2)$$

где  $E_{\text{CO}_2e,y}$  - выбросы парниковых газов в CO<sub>2</sub>-эквиваленте за период у, т CO<sub>2</sub>-эквивалента,  
 $E_{i,y}$  - выбросы i-парникового газа за период у, т,  
 $GWP_i$  - потенциал глобального потепления (GWP - global warming potential) - коэффициент пересчета величин выбросов i-парникового газа в эквивалент диоксида углерода (на горизонте 100 лет), т CO<sub>2</sub>-эквивалента/т,  
 n - количество видов выбрасываемых парниковых газов,  
 i - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CHF<sub>3</sub>, CF<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>F<sub>6</sub>, SF<sub>6</sub>.

**4.13** Для преобразования выбросов парниковых газов, не являющимися диоксидом углерода, в эквивалент CO<sub>2</sub> величины выбросов парниковых газов умножаются на соответствующие потенциалы глобального потепления (GWP<sub>i</sub>) согласно таблице А.1 Приложения А.

## 5 Категории источников выбросов, подлежащие учету в организациях

Категории источников выбросов и парниковые газы, подлежащие учету в организациях, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Категории источников выбросов и парниковые газы, подлежащие учету в организациях

Номер	Категория источников выбросов парниковых газов	Парниковый газ
1	Стационарное сжигание топлива	CO <sub>2</sub>
2	Сжигание на факельных установках	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
3	Нефтепереработка	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
4	Металлургическое производство	CO <sub>2</sub>
5	Производство минеральных материалов	CO <sub>2</sub>
6	Химическая промышленность	SF <sub>6</sub> , CHF <sub>3</sub> , CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O
7	Обращение с твердыми отходами	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>

## 6 Методики количественного определения выбросов парниковых газов по категориям источников

### 6.1 Стационарное сжигание топлива

**6.1.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферный воздух, возникающие в результате сжигания всех видов ископаемого газообразного, жидкого и твердого топлива в котельных агрегатах, турбинах, печах, инсинераторах и других теплотехнических агрегатах, осуществляемого с целью выработки тепловой и (или) электрической энергии для собственных нужд организаций или отпуска потребителям, а также для осуществления иных технологических операций.

**6.1.2** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> от стационарного сжигания топлива выполняется расчетным методом по отдельным источникам, группам источников или организации в целом по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times EF_{CO_2j,y} \times OF_{j,y}), \quad (3)$$

где  $FC_{j,y}$  – расход топлива  $j$  за период  $y$ , т CO<sub>2</sub>;

$EF_{CO_2j,y}$  – коэффициент выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива  $j$  за период  $y$ , т CO<sub>2</sub>/ГДж (согласно Приложению А ТКП 17.09-01-2011);

$OF_{j,y}$  – коэффициент окисления топлива  $j$ , доля;

$j$  – вид топлива, используемого для сжигания;

$n$  – количество видов топлива, используемых за период  $y$ .

Для источников выбросов, оснащенных автоматизированными системами контроля за выбросами загрязняющих веществ и парниковых газов в атмосферный воздух, количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> осуществляется по результатам непрерывных измерений.

**6.1.2.1** Организации должны учитывать расход всех видов газообразного, жидкого и твердого топлива, как природного, так и искусственного происхождения, сжигаемого в стационарных источниках, включенных в границы количественного определения. Расход топлива, используемого для стационарного сжигания ( $FC_{j,y}$ ), определяется организациями для каждого вида топлива по отдельным источникам, группам источников или организации в целом.

**6.1.2.2** Коэффициент выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания топлива  $EF_{CO_2j,y}$  приведен в ТКП 17.09-01-2011.

**6.1.2.3** Коэффициент окисления топлива ( $OF_{j,y}$ ) принимается для всех видов газообразного и жидкого топлива по умолчанию равным 1,0 (соответствует 100 % окислению топлива) независимо от применяемых процессов стационарного сжигания топлива, кроме сжигания углеводородных газов в факелах.

Коэффициент окисления твердого топлива ( $OF_{j,y}$ ) принимается:

- на основании среднегодовых фактических данных о величине механического недожога:

$$OF_{j,y} = \frac{(100 - q_4)}{100}, \quad (4)$$

где  $q_4$  – потери тепла вследствие механической неполноты сгорания топлива, %;

- в соответствии с паспортными или гарантийными данными завода-изготовителя или поставщика котла:

$$OF_{j,y} = 1 - \frac{CC_{A,y}}{CC_{F,y}}, \quad (5)$$

где  $CC_{A,y}$  – содержание углерода в золе и шлаке, образованными за период  $y$ , т;

$CC_{F,y}$  – содержание углерода в твердом топливе, израсходованном за период  $y$ , т;

- по умолчанию равным 1,0 при отсутствии фактических данных о потерях тепла вследствие механической неполноты сгорания твердого топлива и о содержании углерода в твердых продуктах сгорания топлива (шлаке и золе).

### 6.2 Сжигание на факельных установках

**6.2.1** В данную категорию источников выбросов парниковых газов включаются выбросы CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, возникающие в результате сжигания на факельных установках природного газа, попутного нефтяного газа, шахтного метана и других углеводородных смесей от продувки скважин, опорожнения и продувки технологического оборудования и трубопроводов, утилизации некондиционных углеводородных смесей, нейтрализации выбросов загрязняющих веществ и других технологических операций.

**6.2.2** Количественное определение выбросов парниковых газов от сжигания на факельных установках углеводородных смесей выполняется по формуле

$$E_{i,y} = \sum_{j=1}^n (FC_{j,y} \times EF_{i,j,y}), \quad (6)$$

где  $FC_{j,y}$  - расход  $j$ -углеводородной смеси на факельной установке за период  $y$ , тыс. м<sup>3</sup> (т);

$EF_{i,j,y}$  - коэффициент выбросов  $i$ -парникового газа от сжигания  $j$ -углеводородной смеси на факельной установке за период  $y$ , т/тыс. м<sup>3</sup> (т/т);

$i$  - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>;

$j$  - вид углеводородной смеси;

$n$  - количество видов углеводородных смесей, сжигаемых на факельной установке.

При использовании в организации нескольких факельных установок с различной эффективностью сжигания углеводородных смесей расчет выполняется для каждой установки отдельно. Также расчет выполняется отдельно для каждой углеводородной смеси (включая топливный газ) при их сжигании на одной установке, если данные смеси имеют различный компонентный состав.

**6.2.2.1** Коэффициент выбросов CO<sub>2</sub> от сжигания углеводородной смеси на факельной установке рассчитывается по формуле

$$EF_{CO_2,j,y} = \left( W_{CO_2,j,y} + \sum_{i=1}^n \left( \frac{W_{i,j,y} \times n_{C,i} \times 44,011}{M_i} \right) \times (1 - CF_{j,y}) \right) \times p_{j,y} \times 10^{-2}, \quad (7)$$

где  $W_{CO_2,j,y}$  - содержание CO<sub>2</sub> в  $j$ -углеводородной смеси за период  $y$ , % мас.;

$W_{i,j,y}$  - содержание  $i$ -компонента (кроме CO<sub>2</sub>) в  $j$ -углеводородной смеси, % мас.;

$n_{C,i}$  - количество молей углерода на моль  $i$ -компонента углеводородной смеси;

$M_i$  - молярная масса  $i$ -компонента газообразного топлива, г/моль;

$CF_{j,y}$  - коэффициент недожога  $j$ -углеводородной смеси на факельной установке за период  $y$ , доля;

Коэффициент недожога углеводородной смеси на факельной установке ( $CF_{j,y}$ ) принимается в соответствии с таблицей Б.1 приложения Б в зависимости от условий сжигания углеводородных смесей (бессажевое/сажевое сжигание).

При отсутствии данных об условиях сжигания углеводородных смесей на факельной установке (бессажевом или сажевом сжигании) значения коэффициента недожога ( $CF_{j,y}$ ) принимается для месторождений или перерабатывающих предприятий в соответствии с таблицей Б.2 приложения Б.

$p_{j,y}$  - плотность  $j$ -углеводородной смеси за период  $y$ , кг/м<sup>3</sup>;

44,011 - молярная масса CO<sub>2</sub>.

**6.2.2.2** Коэффициент выбросов CH<sub>4</sub> от сжигания углеводородной смеси на факельной установке рассчитывается по формуле

$$EF_{CH_4,j,y} = W_{CH_4,j,y} + CF_{j,y} \times p_{CH_4} \times 10^{-2}, \quad (8)$$

где  $W_{CH_4,j,y}$  - содержание CH<sub>4</sub> в  $j$ -углеводородной смеси за период  $y$ , % об. (% мол.);

$CF_{j,y}$  - коэффициент недожога  $j$ -углеводородной смеси на факельной установке за период  $y$ , доля;

$p_{CH_4}$  - плотность метана, кг/м<sup>3</sup> (принимается в соответствии с таблицей 2)

**Таблица 2 - Плотность диоксида углерода и метана для различных условий измерения**

Условия измерений	Плотность диоксида углерода (CO <sub>2</sub> ), кг/м <sup>3</sup>	Плотность метана (CH <sub>4</sub> ), кг/м <sup>3</sup>
273,15 К (0 °С); 101,325 кПа	1,9768	0,7170
288,15 К (15 °С); 101,325 кПа	1,8738	0,6797
293,15 К (20 °С); 101,325 кПа	1,8393	0,6680

### 6.3 Нефтепереработка

**6.3.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> от промышленных процессов, связанных с переработкой нефти на нефтеперерабатывающих предприятиях, возникающие в результате стационарного сжигания топлива, сжигания углеводородных смесей в факелах, каталитических процессов крекинга и риформинга, прокалки кокса и производства водорода.

**6.3.2** Потенциальные выбросы парниковых газов в нефтеперерабатывающем производстве, связанные также с производством нефтяного кокса и окисленных битумов, сероочисткой,

неорганизованными выбросами в результате утечек газообразного топлива рассчитываются по следующей формуле

$$E_{CO_2, \text{утечки}} = M_{\text{утечки}} \times E_{CH_4}, \quad (9)$$

где  $M_{\text{утечки}}$  - масса прямых утечек, т;

$E_{CH_4}$  - потенциал глобального потепления равный 25.

**6.3.3** Количественное определение выбросов  $CO_2$  от каталитических процессов переработки нефти, возникающих при выжиге кокса катализаторов (регенерации катализаторов) выполняется по формуле

$$E_{CO_2, y} = M_{\text{кокс}, y} \times W_{C, \text{кокс}, y} \times 3,664, \quad (10)$$

где  $M_{\text{кокс}, y}$  - выгорание кокса на катализаторе в регенераторах установок каталитических процессов нефтепереработки за период  $y$ , т;

$W_{C, \text{кокс}, y}$  - содержание углерода в коксе за период  $y$ , т С/т кокса;

3,664 - коэффициент перевода, т  $CO_2$ /т С.

Масса кокса, выжигаемого при регенерации катализаторов ( $M_{\text{кокс}, y}$ ) принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Содержание углерода в коксе ( $W_{C, \text{кокс}, y}$ ) определяется по фактическим данным организации за отчетный период или поставщика катализаторов, а при отсутствии таких данных принимается по умолчанию равным 0,94 т С/т кокса.

**6.3.3.1** Для процесса каталитического крекинга, в котором регенерация катализатора происходит непрерывно, масса сгоревшего углерода определяется по формулам

$$M_{y \text{ г л}, y} = (Q_y \times K_y) / 100, \quad (11)$$

где  $Q_y$  - масса сырья, переработанного за период  $y$ , т;

$K_y$  - средневзвешенный выход углерода за период  $y$ , для которого определяется выброс парниковых газов, % мас.

$$K_y = \frac{(\sum_{j=1}^{n-1} (k_i \times m_i)) + (k_n \times m_n)}{Q_y}, \quad (12)$$

где  $k_i$  - расчетный выход углерода, одного из нескольких измерений, выполненных за период времени, для которого определяется выброс парниковых газов, % мас.;

$m_i$  - масса сырья, переработанного за период времени между  $i$ -тым и  $i + 1$  определением выхода углерода, т;

$i$  - номер измерения, многократно выполняемого в течение периода  $y$ ;

$n$  - количество измерений каталитического крекинга за период  $y$ , для которого определяется выброс парниковых газов.

$$m_n = Q_y - \sum_{i=1}^{n-1} m_i, \quad (13)$$

Выход углерода каталитического крекинга ( $k_i$ ) определяется путем одновременной фиксации массовых расходов сырья и продуктов установки каталитического крекинга, измерения расхода дымовых газов регенератора, давления, температуры газов, также концентрации  $CO$ ,  $CO_2$  в отходящих газах. По данным измерений составляется материальный баланс установки, производится расчет массы углерода сжигаемого на катализаторе в единицу времени на момент фиксации параметров. Выход углерода определяется делением массы углерода, сжигаемого на катализаторе в единицу времени на расход сырья в момент фиксации параметров.

**6.3.3.2** Для процессов гидрокрекинга, риформинга, гидроочистки, в которых регенерация катализатора происходит периодически, масса углерода сгоревшего при регенерации катализатора определяется по формуле

$$M_{y \text{ г л}, y} = (W_y \times \Delta q) / 100, \quad (14)$$

где  $W_y$  - масса регенерируемого катализатора, т;

$\Delta q$  - уменьшение содержания углерода на катализаторе при регенерации, % мас.

**6.3.4** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> от прокалки кокса выполняется по формуле

$$E_{CO_2,y} = \left( (M_{\text{кокс сыр},y} \times W_{C,\text{кокс сыр},y}) - (M_{\text{кокс прок},y} + M_{\text{кокс пыль},y}) \times W_{C,\text{кокс прок},y} \right) \times 3,664, \quad (15)$$

где  $M_{\text{кокс сыр},y}$  - количество сырого кокса, поступившего на установку прокалки кокса за период  $y$ , т;

$W_{C,\text{кокс сыр},y}$  - содержание углерода в сыром коксе, поступившем на установку прокалки кокса за период  $y$ , т С/т;

$M_{\text{кокс прок},y}$  - количество прокаленного кокса, полученного на установке прокалки кокса за период  $y$ , т;

$M_{\text{кокс пыль},y}$  - количество пыли от установки прокалки нефтяного кокса, уловленной системой пылеочистки за период  $y$ , т;

$W_{C,\text{кокс прок},y}$  - содержание углерода в прокаленном коксе за период  $y$ , т С/т;

3,664 - коэффициент перевода, т CO<sub>2</sub>/т С.

Количество сырого кокса, поступившего на установку прокалки кокса ( $M_{\text{кокс сыр},y}$ ), количество прокаленного кокса ( $M_{\text{кокс прок},y}$ ) и количество уловленной пыли ( $M_{\text{кокс пыль},y}$ ) принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Содержание углерода в сыром коксе ( $W_{C,\text{кокс сыр},y}$ ) и прокаленном коксе определяется по фактическим данным организации за отчетный период в соответствии с пунктом 6.1 или при отсутствии необходимых данных принимается в соответствии с ТКП 17.09-01-2011.

**6.3.5** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> от производства водорода выполняется по формуле

$$E_{CO_2,y} = RMC_{i,y} \times W_{C,i,y} \times 3,664, \quad (16)$$

где  $RMC_{i,y}$  - расход  $i$ -углеродсодержащего сырья (топлива) на производство водорода за период  $y$ , т, тыс. м<sup>3</sup>, т у.т. или ТДж;

$W_{C,i,y}$  - содержание углерода в  $i$ -углеродсодержащем сырье (топливе) за период  $y$ , т С/ед.;

$i$  - вид углеродсодержащего сырья (топлива).

Расход углеродсодержащего сырья (топлива) на производство водорода ( $RMC_{i,y}$ ) принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Содержание углерода в углеродсодержащем сырье (топливе) ( $W_{C,i,y}$ ) определяется по фактическим данным организации за отчетный период в соответствии с пунктом 6.1 или при отсутствии необходимых данных принимается в соответствии с ТКП 17.09-01-2011.

## 6.4 Металлургическое производство

### 6.4.1 Черная металлургия

**6.4.1.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> при производстве железорудных окатышей, агломерата, железа прямого восстановления, чугуна, стали, возникающие в результате окисления углерода топлива, сырья, восстановителей, углеродсодержащих материалов и разложения карбонатов с учетом сохранения части углерода в составе основных и сопутствующих продуктах и отходах производства.

**6.4.1.2** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> для предприятий черной металлургии осуществляется одним из следующих методов

- расчет выбросов CO<sub>2</sub> для каждого металлургического процесса в отдельности на основе углеродного баланса в целом для металлургического процесса или с выделением отдельных источников или групп источников (производственных объектов, технологического оборудования) по формуле

$$E_{CO_2,k,y} = \left[ \left( \sum_i (RMC_{i,k,y} \times W_{C,i,y}) + \sum_j (FC_{j,k,y} \times W_{C,j,y}) \right) - \left( \sum_k (P_{k,y} \times W_{C,k,y}) + \sum_l (SP_{l,y} \times W_{C,l,y}) \right) \right] \times 3,664, \quad (17)$$

где  $RMC_{i,k,y}$  - расход  $i$ -углеродсодержащего сырья, материала и восстановителя на производство ферросплавов за период  $y$ , т;

$W_{C,i,y}$  - содержание углерода в  $i$ -углеродсодержащем сырье, материале и восстановителе за период  $y$ , т С/т;

$FC_{j,k,y}$  - расхода  $j$ -топлива на производство ферросплавов за период  $y$ , т, тыс. м<sup>3</sup>, т у.т. или ТДж;

$W_{C,j,y}$  - содержание углерода в  $j$ -топливе за период  $y$ , т С/ед.;

$P_{k,y}$  - производство к-ферросплава за период у, т;

$W_{C,k,y}$  - содержание углерода в к-ферросплаве за период у, т С/т;

$SP_{l,y}$  - производство сопутствующей продукции или образование отходов при производстве ферросплавов за период у, т, тыс. м<sup>3</sup>, т у.т. или ТДж;

$W_{C,l,y}$  - содержание углерода в сопутствующей продукции или отходах, т С/т;

к - вид производимого ферросплава;

і - вид углеродсодержащего сырья, восстановителя, материала (руда, кокс, электроды, стальная стружка и так далее);

ј - вид топлива (природный газ, уголь и другие);

l - вид сопутствующей продукции или отходов (шлак, пыль и другие).

**6.4.1.2.1** Количество производимой металлургической продукции ( $P_{k,y}$ ), сопутствующей продукции и образующихся отходов ( $SP_{l,k,y}$ ), расходуемых углеродсодержащего сырья, материалов ( $RM_{C_{i,k,y}}$ ) и топлива ( $FC_{j,k,y}$ ) принимается по фактическим данным организации за отчетный период.

Расход сырья, материалов и топлива, а также выпуск основной и сопутствующей продукции и образование отходов определяются в границах объектов соответствующих промышленных процессов, включая вспомогательные объекты производства.

- расчет выбросов CO<sub>2</sub> от всех металлургических процессов и иных источников предприятия в совокупности на основе сводного углеродного баланса по формуле

$$E_{CO_2,y} = [\sum_i (M_{\text{вход},i,y} \times W_{C,i,y}) - \sum_j (M_{\text{выход},j,y} \times W_{C,j,y}) - \sum_k (\Delta M_{\text{запас},k,y} \times W_{C,k,y})] \times 3,664, \quad (18)$$

где  $M_{\text{вход},i,y}$  - количество і-углеродсодержащего ресурса (кроме биомассы), поступившего на вход металлургического производства (предприятия) за периода у, т или тыс. м<sup>3</sup>;

$W_{C,i,y}$  - содержание углерода в і-углеродсодержащем ресурсе, поступившем на вход металлургического производства, т С/т или т С/тыс. м<sup>3</sup>;

$M_{\text{выход},j,y}$  - количество ј-углеродсодержащего ресурса (кроме биомассы), выведенного за пределы металлургического производства (предприятия), в том числе в виде горючих газов за период у, т или тыс. м<sup>3</sup>;

$W_{C,j,y}$  - содержание углерода в ј-углеродсодержащем ресурсе, выведенном за пределы металлургического производства (предприятия), т С/т или т С/тыс. м<sup>3</sup>;

$\Delta M_{\text{запас},k,y}$  - изменение запаса к-углеродсодержащего ресурса (кроме биомассы) на металлургическом производстве (предприятии) за период у, т или тыс. м<sup>3</sup>;

$W_{C,k,y}$  - содержание углерода в к-углеродсодержащем ресурсе, имевшегося в запасе на металлургическом производстве (предприятии) на начало и (или) на конец периода у, т С/т или т С/тыс. м<sup>3</sup>.

**6.4.1.2.2** Количество углеродсодержащих ресурсов, поступивших на вход и отпущенных за пределы указанных производств (предприятия), в том числе с сырьем, материалами, топливом, продукцией, технологическими газами, отходами, принимается по фактическим данным организации за отчетный период.

**6.4.1.3** Перечень используемых видов углеродсодержащего сырья, материалов и топлива, а также выпускаемой основной и сопутствующей продукции и образующихся отходов формируется для идентичных металлургических процессов в отдельности или металлургического предприятия в целом на основе фактических данных организации. При выполнении количественного определения выбросов организациям необходимо учитывать:

- для производства окатышей - железосодержащее сырье (при наличии в нем углерода), известняк, доломит, газообразное и жидкое топливо на обжиг окатышей, произведенные обожженные окатыши;

- для производства агломерата - железосодержащее сырье (при наличии в нем углерода), известняк, доломит, твердое топлива, добавляемое в шихту, газообразное и жидкое топливо на зажигание шихты, произведенный агломерат;

- для производства железа прямого восстановления - железосодержащее сырье (при наличии в нем углерода), природный газ, произведенное железо прямого восстановления или горячеприкатированное железо;

- для производства чугуна - агломерат, окатыши, другое железосодержащее сырье (при наличии в нем углерода), известняк, кокс, уголь, газообразное и жидкое топливо, пылеугольное топливо, произведенный чугун и доменный газ;

- для производства стали - чугуна, чугунный лом, железо прямого восстановления, стальной лом, другое железосодержащее сырье (при наличии в нем углерода), углеродсодержащие материалы (углеродные порошки, коксик и прочие), газообразное топливо, электроды, произведенная сталь (непрерывнолитая заготовка, слитки, стальное литье и так далее).

**6.4.1.4** Содержание углерода в металлургической продукции, сопутствующей продукции и образованных отходах, углеродсодержащем сырье, восстановителях, материалах и топливе принимается по фактическим данным организации за отчетный период или по таблице 3.

**Таблица 3 - Содержание углерода в сырье, материалах и продукции металлургического производства**

Сырье, материал	Содержание углерода, С/т
Железо прямого восстановления	0,017
Железо горячего брикетирования	0,013
Сталь, стальной лом	0,0025
Чугун, чугунный лом	0,043
Электроды для электродуговых печей	0,82
Углеродсодержащие материалы для сталеплавильных печей	0,83
Известняк	0,12
Доломит	0,13

#### 6.4.2 Производство первичного алюминия

**6.4.2.1** Данная категория включает выбросы парниковых газов, возникающие при электролитическом способе получения первичного алюминия:

- перфторуглеродов ( $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ) в результате "анодных эффектов" - отклонение технологических параметров в электролизерах;

- диоксида углерода ( $CO_2$ ) при использовании анодной массы и предварительно обожженных анодов в результате окисления углерода анодной массы и анодов в электролизерах и при производстве предварительно обожженных анодов и прокालке кокса в результате сжигания топлива.

**6.4.2.2** Количественное определение выбросов перфторуглеродов (ПФУ) ( $CF_4$ ,  $C_2F_6$ ) осуществляется организациями расчетным методом по формулам (20 - 23). Расчет выбросов перфторуглеродов выполняется по отдельным корпусам электролиза с учетом применяемой технологии получения первичного алюминия. Суммарные значения выбросов перфторуглеродов по организации определяются путем суммирования выбросов по корпусам (сериям) электролиза. Производство электролитического алюминия ( $M_{Al}$ ), включающего наработку первичного алюминия в электролизерах за отчетный период, определяется организациями по корпусам электролиза в соответствии с утвержденными на предприятиях технологическими регламентами.

$$E_{CO_2}^{ПФУ} = (E_{CF_4} \times GPG_{CF_4} + E_{C_2F_6} \times GPG_{C_2F_6}) \times M_{Al}, \quad (19)$$

где  $GPG_{CF_4}$  - потенциал глобального потепления для  $CF_4$ ;

$GPG_{C_2F_6}$  - потенциал глобального потепления для  $C_2F_6$ ;

$M_{Al}$  - выпуск алюминия (электролитического), т/год

$$E_{CF_4} = S_{CF_4} \times AEM / 1000, \quad (20)$$

$$E_{C_2F_6} = E_{CF_4} \times F_{C_2F_6/CF_4}, \quad (21)$$

где  $E_{CF_4}$  - массовый выброс  $CF_4$  от производства алюминия, т  $CF_4$ ;

$E_{C_2F_6}$  - массовый выброс  $C_2F_6$  от производства алюминия, т  $C_2F_6$ ;

$S_{CF_4}$  - угловой коэффициент для  $CF_4$ , (кг  $CF_4$ /т Ал.)/(минуты анодного эффекта/ванно-сутки);

$F_{C_2F_6/CF_4}$  - весовая доля  $C_2F_6/CF_4$ , кг  $C_2F_6$ /кг  $CF_4$ .

$AEM$  - минуты анодного эффекта на ванно-сутки, (минуты анодного эффекта/ванно-сутки);

$$AEM = AEF \times AED, \quad (22)$$

где  $AEF$  - средняя частота анодных эффектов за период, шт./ванно-сутки;

$AED$  - средняя продолжительность анодных эффектов за период, минут/шт.

Потенциал глобального потепления (GPG) для перфторметана ( $CF_4$ ) и перфторэтана ( $C_2F_6$ ) определяется в соответствии с таблицей А.2.

Угловым коэффициент выбросов  $CF_4$   $S_{CF_4}$  зависит от используемой технологии получения первичного алюминия и технологических параметров производства. Следует использовать значения угловых коэффициентов, приведенные в таблице 4. Организации могут самостоятельно определять значения углового коэффициента  $S_{CF_4}$  на основе выполненных инструментальных измерений. Значения угловых коэффициентов устанавливаются для отдельного предприятия и конкретной технологии производства первичного алюминия с актуализацией не менее 1 раза в пять лет или при существенных изменениях в технологии производства.

**Таблица 4 - Угловые коэффициенты, весовое отношение  $C_2F_6/CF_4$  и содержание окисляемого углерода в анодной массе (предварительно обожженных анодах) для расчета выбросов парниковых газов от производства алюминия по различным технологиям**

Технология	Угловой коэффициент для $CF_4$ ( $S_{CF_4}$ ), (кг $CF_4$ /т алюминия)/(минуты анодного эффекта/ванно-сутки)	Весовое отношение $C_2F_6/CF_4$ ( $F_{C_2F_6/CF_4}$ ), кг $C_2F_6$ /кг $CF_4$
Электролизеры с предварительно обожженными анодами	0,143	0,121
Электролизеры Содерберга с верхним токоподводом	0,092	0,053
Электролизеры Содерберга с боковым токоподводом	0,099	0,085

Значение весового отношения  $C_2F_6$  к  $CF_4$  ( $F_{C_2F_6/CF_4}$ ) принимается в соответствии с данными для различных технологий производства первичного алюминия, приведенными в таблице 4. Организации могут самостоятельно определять значения весового отношения  $C_2F_6$  к  $CF_4$  ( $F_{C_2F_6/CF_4}$ ) на основе выполненных инструментальных измерений. Значение весового отношения  $C_2F_6$  к  $CF_4$  устанавливается для отдельного предприятия и конкретной технологии производства первичного алюминия с актуализацией не менее 1 раза в пять лет или при существенных изменениях в технологии производства.

Средняя частота анодных эффектов (АЕФ) и средняя продолжительность анодных эффектов (АЕД) принимается по фактическим данным регистрации технологических параметров электролизных корпусов.

**6.4.2.3** Расчет прямых выбросов  $CO_2$ -эквивалента при электролитическом получении алюминия на электролизерах Содерберга

$$E_{CO_2 экв}^{эл} = E_{CO_2 экв}^{ПФУ} + E_{CO_2}^{содб} \times M_{Al}, \quad (23)$$

где  $E_{CO_2 экв}^{ПФУ}$  - выбросы ПФУ, т  $CO_{2 экв}$  (формула 19);

$E_{CO_2}^{содб}$  - удельный выброс диоксида углерода от электролизеров Содерберга, т  $CO_2$ /т Ал.;

$M_{Al}$  - выпуск алюминия (электролитического), т/год.

**6.4.2.3.1** Расчет выбросов  $CO_2$  от электролизеров Содерберга (24 - 34).

$$E_{CO_2}^{содб} = (P_{ам} - M_{ам}^H - M_{ам}^{sz} - M_{см}^c - M_{пыль}^c - M_{пена}^c) \times \frac{44}{12} + E_{CO_2}^{MO}, \quad (24)$$

где  $P_{ам}$  - расход анодной массы, т/т Ал.;

$M_{ам}^H$  - потери анодной массы с водородом, т/т Ал.;

$M_{ам}^{sz}$  - потери анодной массы с серой и золой, т/т Ал.;

$M_{см}^c$  - потери углерода со смолистыми веществами, т/т Ал.;

$M_{пыль}^c$  - потери углерода с пылью, т/т Ал.;

$M_{пена}^c$  - потери углерода с угольной пеной, т/т Ал.;

$E_{CO_2}^{MO}$  - удельный выброс диоксида углерода при мокрой очистке отходящих газов содовым раствором, т/т Ал.;

$\frac{44}{12}$  - стехиометрический коэффициент пересчета углерода в  $CO_2$ .

Расчет потерь анодной массы в связи с содержанием в ней водорода

$$M_{ам}^H = P_{ам} \times \frac{H_{II}}{100}, \quad (25)$$

где  $H_{II}$  - содержание водорода в анодной массе, %

Расчет потерь анодной массы в связи с содержанием в ней серы и золы

$$M_{am}^{sz} = P_{am} \times \frac{S_{am} + Z_{am}}{100}, \quad (26)$$

где  $S_{am}$  - содержание серы в анодной массе, %;

$Z_{am}$  - содержание золы в анодной массе, %.

Расчет потерь углерода со смолистыми веществами:

- при наличии мокрой ступени газоочистки

$$M_{am}^c = \frac{E_{cm}^\phi}{1000} \times \frac{W_{cm}^c}{100} + \frac{P_{cm}^r}{1000} \times \frac{W_{cm}^c}{100}, \quad (27)$$

где  $E_{cm}^\phi$  - выброс смолистых веществ через фонарь, кг/т Ал.;

$W_{cm}^c$  - содержание углерода в смолистых веществах, %;

$P_{cm}^r$  - удельное поступление смолистых веществ в ГОУ, кг/т Ал..

При этом

$$P_{cm}^\phi = (1 - \eta_k) \times P_{cm}^r + P_{cm}^{пш}, \quad (28)$$

где  $\eta_k$  - эффективность укрытия электролизера, доли ед

$P_{cm}^{пш}$  - количество смолистых веществ, выделяющихся в атмосферу при перестановке штырей для электролизеров с верхним токоподводом, кг/т Ал.

- при наличии сухой газоочистки

$$M_{cm}^c = \frac{P_{cm}^\phi}{1000} \times \frac{W_{cm}^c}{100} \quad (29)$$

Расчет потерь углерода с пылью:

- при наличии мокрой ступени газоочистки

$$M_{пыль}^c = \frac{E_{пыль}^\phi}{1000} \times \frac{W_{пыль}^c}{100} + \frac{P_{пыль}^r}{1000} \times \frac{W_{пыль}^c}{100}, \quad (30)$$

где  $E_{пыль}^\phi$  - удельный выброс пыли через фонарь, кг/т Ал.;

$W_{пыль}^c$  - содержание углерода в пыли, %;

$P_{пыль}^r$  - удельное поступление пыли в ГОУ, кг/т Ал.

При этом

$$P_{cm}^\phi = (1 - \eta_k) \times P_{cm}^r, \quad (31)$$

- при наличии сухой газоочистки

$$M_{пыль}^c = \frac{P_{пыль}^\phi}{1000} \times \frac{W_{пыль}^c}{100} \quad (32)$$

Расчет потерь углерода с угольной пеной

$$M_{пена}^c = \frac{P_{пена}^{вых}}{1000} \times \frac{W_{пена}^c}{100}, \quad (33)$$

где  $P_{пена}^{вых}$  - выход угольной пены, кг/т Ал.;

$W_{пена}^c$  - содержание углерода в пене, %;

Расчет выброса диоксида углерода при мокрой очистке отходящих газов содовым раствором

$$E_{CO_2}^{MO} = \frac{P_{SO_2}}{1000} \times \eta \times \frac{44}{64}, \quad (34)$$

где  $P_{SO_2}$  - удельное поступление диоксида серы в ГОУ, кг/т Ал.;

$\eta$  - эффективность улавливания диоксида серы в ГОУ, доли ед.

**6.4.2.3.2** Производство электролитического алюминия ( $M_{Al}$ ), включающего наработку первичного алюминия в электролизерах за отчетный период, определяется организациями по корпусам электролиза в соответствии с утвержденными на предприятиях технологическими регламентами.

**6.4.2.3.3** Удельный расход анодной массы ( $P_{ам}$ ) за отчетный период принимается по фактическим данным организаций, определенным по материальным балансам сырья.

**6.4.2.3.4** Содержание водорода в анодной массе ( $H_n$  - формула 25) определяется по данным, полученным в результате установленных в организации процедур, при отсутствии данных принимается 1,4 %.

**6.4.2.3.5** Содержание серы и золы в анодной массе ( $S_{ам}$  и  $Z_{ам}$  - формула 26) принимается по данным, полученным в результате установленных в организации процедур.

**6.4.2.3.6** При расчете по формуле 27 удельное поступление смолистых веществ в газоочистные установки  $P_{см}^r$  принимается по данным учета выбросов, содержание углерода в смолистых веществах  $W_{см}^c$  принимается по лабораторного анализа, при отсутствии экспериментальных данных принимается равным 95 %.

**6.4.2.3.7** Количество смолистых веществ ( $P_{см}^{пш}$  - формула 28), выделяющихся в атмосферу при перестановке штырей для электролизеров с верхним токоподводом определяется формулой

$$P_{см}^{пш} = 0,785 \times d_{л}^2 \times h \times q \times c \times \rho_{жам} \times (1 - k) \times n_{ш}, \quad (35)$$

где  $d_{л}^2$  - диаметр лунки (принят равным среднему диаметру участка штыря, запеченного в теле анода), дм;

$h$  - средняя по электролизеру высота лунки (высота штыря в запечной части анода), дм;

$q$  - степень заполнения лунки, доли ед.;

$c$  - содержание пека в анодной массе, загружаемой перед перестановкой штырей, доли ед.;

$\rho_{жам}$  - плотность жидкой анодной массы, кг/дм<sup>3</sup>;

$k$  - выход кокса при быстром коксовании пека, доли ед.;

$n_{ш}$  - количество переставляемых штырей в расчете на 1 т Ал.

**6.4.2.3.8** Удельное поступление пыли в газоочистные установки принимается по данным учета выбросов  $P_{пыль}^r$  содержание углерода в пыли  $W_{пыль}^c$  определяются по данным, полученным в результате установленных в организации процедур (формула 30).

**6.4.2.3.9** При расчете потерь углерода с угольной пеной (формула 33) содержание углерода в пене  $W_{пена}^c$  принимается по данным учета выбросов.

**6.4.2.3.10** Удельное поступление диоксида серы ( $P_{SO_2}$ - формула 34) в газоочистные установки принимается по данным учета выбросов.

**6.4.2.4** Расчет прямых выбросов  $CO_{2экв}$  при электролитическом получении алюминия на электролизерах с обожженными анодами (ОА) производится по формулам (36 - 41)

$$E_{CO_{2экв}}^{эл} = E_{CO_{2экв}}^{пфу} + E_{CO_2}^{оа} \times M_{Al}, \quad (36)$$

где  $E_{CO_{2экв}}^{пфу}$  - выбросы ПФУ, т  $CO_{2экв}$  (формула 19);

$E_{CO_2}^{оа}$  - удельный выброс  $CO_2$  от электролизеров с обожженными анодами, т  $CO_2$  /т Ал.

$$E_{CO_2}^{оа} = (P_a \times \frac{100 - S_a - Z_a}{100} - M_{пыль}^c - M_{пена}^c) \times \frac{44}{12}, \quad (37)$$

где  $P_a$  - расход обожженных анодов нетто, т/т Ал.;

$S_a$  - содержание серы в обожженном аноде, %;

$Z_a$  - содержание золы в обожженном аноде, %;

$M_{пыль}^c$  - потери углерода с пылью, т/т Ал.;

$M_{пена}^c$  - потери диоксида углерода с угольной пеной, т/т Ал.

Расчет потерь углерода с пылью

$$M_{пыль}^c = \frac{P_{пыль}^ф}{1000} \times \frac{L_{пыль}^c}{100}, \quad (38)$$

Расчет потерь углерода с угольной пеной

$$M_{пена}^c = \frac{P_{пена}^{ввых}}{1000} \times \frac{L_{пена}^c}{100}, \quad (39)$$

**6.4.2.4.1** Удельный расход обожженных анодов ( $P_a$ ) за отчетный период принимается по фактическим данным организаций, определенным по материальным балансам сырья.

**6.4.2.4.2** Содержание серы и золы в обожженных анодах ( $S_a$  и  $Z_a$ ) принимается по данным, полученным в результате установленных в организации процедур.

**6.4.2.5** Выбросы  $CO_2$  от угара при прокалке кокса  $E_{CO_2}^{кп}$  рассчитываются по формуле (40), если прокалка кокса, осуществляется на алюминиевом заводе. В случае использования в производстве анодной массы прокаленного кокса, а также при производстве предварительно обожженных анодов выбросы от прокалки кокса не учитываются.

$$E_{CO_2}^{кп} = \frac{P_k \times Y_k}{100} \times \frac{W_k^c}{100} \times \frac{44}{12}, \quad (40)$$

где  $P_k$  - расход сырого кокса, т/год;

$Y_k$  – угар кокса, %;

$W_k^c$  - содержание углерода в коксе, %.

**6.4.2.5.1** Расход сырого кокса ( $P_k$ ) определяется организациями по фактическим данным организаций, за отчетный период. Угар кокса ( $Y_k$ ) принимается по фактическим данным организаций. Содержание углерода в сыром коксе  $W_k^c$  принимается по данным, полученным в результате установленных в организации процедур, при отсутствии данных принимается равным 96 %.

**6.4.2.5.2** Выброс диоксида углерода от обжига зеленых анодов

$$M_{CO_2}^{обж} = GA \times 0,066 \times \frac{44}{12}, \quad (41)$$

где  $GA$  - объем производства зеленых анодов, т/год;

0,066 - коэффициент, учитывающий потери летучих, смолистых, пересыпки при обжиге зеленых анодов, д.е.

## 6.5 Производство минеральных материалов

### 6.5.1 Производство цемента

**6.5.1.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы  $CO_2$ , возникающие при производстве цемента в процессе получения клинкера в результате кальцинации (высокотемпературного разложения) карбонатного сырья, а также при использовании углеродсодержащих некарбонатных материалов при производстве клинкера.

**6.5.1.2** В данную категорию источников парниковых газов не включаются выбросы  $CO_2$  от сжигания топлива в печах обжига при производстве клинкера и других стационарных источников выбросов. Выбросы от стационарного сжигания топлива определяются в соответствии с пунктом 6.1 настоящего технического кодекса.

**6.5.1.3** Количественное определение выбросов  $CO_2$  от производства цемента выполняется для отдельных обжиговых печей, технологий производства цемента или по организации в целом одним из следующих методов:

- расчет выбросов  $CO_2$  на основе данных о расходе карбонатного сырья и углеродсодержащих нетопливных материалов;
- расчет выбросов  $CO_2$  на основе данных о производстве клинкера и расходе углеродсодержащих нетопливных материалов.

**6.5.1.4** Расчет выбросов  $CO_2$  на основе данных о расходе карбонатного сырья и углеродсодержащих нетопливных материалов выполняется по формуле

$$EF_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (M_{j,y} \times EF_{CO_2,j} \times F_{j,y}) - \sum_{j=1}^n (M_{CD,y} \times W_{j,CD,y} \times (1 - F_{CD,y}) \times EF_{CO_2,j} + \sum_{k=1}^m (RMC_{k,y} \times W_{C,k,y} \times 3,664), \quad (42)$$

где  $M_{j,y}$  - масса карбоната  $j$ , израсходованного в обжиговой печи за период  $y$ , т;

$EF_{CO_2,j}$  - коэффициент выбросов для карбоната  $j$ , т  $CO_2$ /т;

$F_{j,y}$  - степень кальцинирования карбоната  $j$  за период  $y$ , доля;

$M_{CD,y}$  - масса цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за период  $y$ , т;

$W_{j,CD,y}$  - массовая доля исходного карбоната  $j$  в составе цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за период  $y$ , доля;

$F_{CD,y}$  - степень кальцинирования цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь, доля;

$RMC_{k,y}$  - расход углеродсодержащего нетопливного сырьевого материала  $k$ , т;

$W_{C,k,y}$  - содержание углерода в составе нетопливного сырьевого материала  $k$ , доля;

3,664 - коэффициент перевода, т  $CO_2$ /т С;

$j$  - вид карбоната, подаваемого в обжиговую печь (кальцит, магнезит и другие);

$n$  - количество видов карбонатов, подаваемых в обжиговую печь;

$k$  - вид углеродсодержащего нетопливного сырьевого материала, подаваемого в обжиговую печь (кероген, зольная пыль и другие);

$m$  - количество углеродсодержащих нетопливных сырьевых материалов, подаваемых в обжиговую печь.

**6.5.1.4.1** Масса карбоната  $j$ , израсходованного в обжиговой печи за отчетный период ( $M_{j,y}$ ) определяется по результатам измерений (взвешивания) карбонатного сырья за вычетом содержания влаги и примесей (при наличии соответствующих данных). Расход карбонатного сырья, которое не подвергается обжигу, а используется на этапе конечного размолла при приготовлении цемента, исключается из рассмотрения. Значение коэффициента выбросов для карбоната  $j$  ( $EF_j$ ) принимается

по таблице 3 или при отсутствии необходимых данных рассчитывается как стехиометрическое отношение молекулярной массы  $\text{CO}_2$  к молекулярной массе карбоната. Степень кальцинирования карбоната  $j$  ( $F_{j,y}$ ) определяется на основе фактических данных измерений содержания карбонатов в клинкере отнесенных к общему количеству, израсходованных карбонатов за отчетный период, выраженных в тоннах, а при отсутствии фактических данных принимается для всего карбонатного сырья равным 1,0 (или 100 %).

Таблица 5 - Коэффициенты выбросов  $\text{CO}_2$  для некоторых карбонатов

Химическая формула карбоната	Коэффициент выбросов ( $EF_i$ ), т $\text{CO}_2$ /т
$\text{CaCO}_3$	0,440
$\text{MgCO}_3$	0,522
$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$	0,477
$\text{FeCO}_3$	0,380

**6.5.1.4.2** Поправка (уменьшение) количества выбросов  $\text{CO}_2$  от производства цемента, связанная с неполным кальцинированием карбонатов удаленных с цементной пылью, осуществляется организациями в случае, если в организации имеются фактические данные о степени кальцинировании карбонатов в составе цементной пыли. В противном случае, степень кальцинирования цементной пыли ( $F_{CD,y}$ ) принимается равной 1,0 (или 100 %), что дает нулевую вычитаемую поправку.

**6.5.1.4.3** Масса Цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за отчетный период ( $M_{CD,y}$ ), оценивается организациями на основе результатов измерений или расчетов. Массовая доля исходного карбоната  $j$  в составе цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь ( $W_{j,CD,y}$ ), принимается равной доли соответствующего карбоната  $j$  в составе сырья, израсходованного в обжиговой печи за отчетный период. Степень кальцинирования цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь ( $F_{CD,y}$ ), определяется по фактическим данным измерений. Значение коэффициента выбросов для карбоната  $j$  ( $EF_j$ ) принимается по таблице 5 или при отсутствии необходимых данных рассчитывается как стехиометрическое отношение молекулярной массы  $\text{CO}_2$  к молекулярной массе карбоната.

**6.5.1.4.4** При использовании в обжиговых печах углерод со держащих нетопливных сырьевых материалов, за исключением карбонатов, организации определяют расход таких материалов за отчетный период ( $RM_{C,k,y}$ ) по результатам фактических измерений (взвешивания), а содержание углерода в них за отчетный период ( $W_{C,k,y}$ ) принимается по результатам испытаний или справочным данным.

**6.5.1.5** Расчет выбросов  $\text{CO}_2$  на основе данных о производстве клинкера и расходе углеродсодержащих нетопливных материалов производится по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (CP_y \times W_{i,c,y} \times EF_{CO_2,i}) - \sum_{i=1}^n (M_{CD,y} \times W_{j,CD,y} \times EF_{CO_2,i}) + \sum_{k=1}^m (RM_{C,k,y} \times W_{C,k,y} \times 3,664), \quad (43)$$

где  $CP_y$  - производство клинкера за период  $y$ , т;

$W_{i,c,y}$  - массовая доля  $i$ -оксида ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) в клинкере, полученного при кальцинировании карбонатного сырья за период  $y$ , доля;

$EF_{CO_2,i}$  - коэффициент выбросов для оксида  $i$ , полученного из карбонатного сырья т  $\text{CO}_2$ /т;

$M_{CD,y}$  - масса цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за период  $y$ , т;

$W_{j,CD,y}$  - массовая доля  $i$ -оксида ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) в цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за период  $y$ , доля;

$RM_{C,k,y}$  - расход углеродсодержащего нетопливного сырьевого материала  $k$ , т;

$W_{C,k,y}$  - содержание углерода в составе нетопливного сырьевого материала  $k$ , доля;

3,664 - коэффициент перевода, т  $\text{CO}_2$ /т C;

$j$  - оксиды ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) в клинкере и цементной пыли;

$n$  - количество видов оксидов ( $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) в клинкере и цементной пыли;

$k$  - вид углеродсодержащего нетопливного сырьевого материала, подаваемого в обжиговую печь (кероген, зольная пыль и другие);

$m$  - количество видов карбонатов, подаваемых в обжиговую печь.

**6.5.1.5.1** Производство клинкера ( $CP_y$ ) принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Массовое содержание  $\text{CaO}$  и  $\text{MgO}$  в клинкере, полученного при кальцинировании карбонатного сырья ( $W_{i,c,y}$ ) определяется по результатам лабораторных измерений содержания соответствующих оксидов в клинкере за отчетный период за вычетом доли оксидов, поступающих из некарбонатного сырья и содержащихся в не кальцинированных карбонатах в клинкере. Если

некарбонатные источники CaO и MgO не применяются при производстве клинкера и лабораторные измерения содержания не кальцинированных карбонатов в клинкере не проводятся, значение ( $W_{i,c,y}$ ) принимается равным содержанию соответствующих оксидов в клинкере. Значение коэффициента выбросов для *i*-оксида ( $EF_i$ ) принимается по таблице 6.

**Таблица 6 - Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> для некоторых оксидов, полученных из карбонатного сырья**

Химическая формула карбоната	Коэффициент выбросов ( $EF_i$ ), т CO <sub>2</sub> /т
CaO	0,785
MgO	1,092

**6.5.1.5.2** Масса цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за отчетный период ( $M_{cd,y}$ ), оценивается организациями на основе результатов измерений или расчетов. Массовое содержание CaO и MgO в цементной пыли, не возвращенной в обжиговую печь за отчетный период ( $W_{i,cd,y}$ ), определяется по результатам лабораторных измерений содержания соответствующих оксидов в цементной пыли за отчетный период за вычетом доли оксидов, поступающих из некарбонатного сырья и содержащихся в не кальцинированных карбонатах цементной пыли. Значение массовой доли CaO и MgO в цементной пыли ( $W_{i,cd,y}$ ) принимается равным соответствующему значению для клинкера ( $W_{i,c,y}$ ), в случае, если данных лабораторных измерений отсутствуют. Значение коэффициента выбросов для *i*-оксида ( $EF_i$ ) принимается по таблице 6.

**6.5.1.5.3** При использовании в обжиговых печах углеродсодержащих нетопливных сырьевых материалов, за исключением карбонатов, организации определяют расход таких материалов за отчетный период ( $RMC_{k,y}$ ) по результатам фактических измерений (взвешивания), а содержание углерода в них за отчетный период ( $W_{c,k,y}$ ) принимается по результатам испытаний или справочным данным.

## 6.5.2 Производство стекла

**6.5.2.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> при производстве всех типов стекла, включая тарное стекло, листовое стекло, стекловолокно и стеклянной ваты (категория минеральной ваты), возникающие от стекловаренных печей непрерывного или периодического действия в результате высокотемпературного расплавления карбонатов щелочных и щелочноземельных элементов (CaCO<sub>3</sub>, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, BaCO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и другие).

**6.5.2.2** В данную категорию источников парниковых газов не включаются выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива в стекловаренных печах и других стационарных источниках выбросов, а также окисления углеродсодержащих добавок. Выбросы от стационарного сжигания топлива определяются в соответствии с пунктом 6.1.

**6.5.2.3** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> при производстве стекла осуществляется расчетным методом для отдельных стекловаренных печей или организации в целом по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (M_{j,y} \times EF_{CO_2L,j} \times F_{j,y}), \quad (44)$$

где  $M_{j,y}$  - масса карбоната *j*, израсходованного в стекловаренных печах за период *y*, т;

$EF_{CO_2L,j}$  - коэффициент выбросов для карбоната *j*, т CO<sub>2</sub>/т;

$F_{j,y}$  - степень кальцинирования карбоната *j* за период *y*, доля;

*j* - вид карбоната, подаваемого в обжиговую печь (CaCO<sub>3</sub>, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и другие);

*n* - количество видов карбонатов, подаваемых в стекловаренные печи.

**6.5.2.3.1** Масса карбоната *j*, израсходованного для производства стекла ( $M_{j,y}$ ), определяется по фактическим данным организации за отчетный период за вычетом содержания влаги и примесей (при наличии соответствующих данных). При определении расхода карбонатного сырья не учитываются карбонатные материалы, произведенные методом карбонизации гидроксидов.

**6.5.2.3.2** Значение коэффициента выбросов для карбоната *j* ( $EF_j$ ) принимается по таблице 6 и 7 или при отсутствии необходимых данных рассчитывается как стехиометрическое отношение молекулярной массы CO<sub>2</sub> к молекулярной массе карбоната.

**Таблица 7 - Коэффициенты выбросов CO<sub>2</sub> для некоторых карбонатов**

Химическая формула карбоната	Коэффициент выбросов ( $EF_i$ ), т CO <sub>2</sub> /т
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,415

Окончание таблицы 7

NaHCO <sub>3</sub>	0,524
BaCO <sub>3</sub>	0,223
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,318
Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,596
SrCO <sub>3</sub>	0,284

**6.5.2.3.3** Степень кальцинирования карбоната  $j$  ( $F_{j,y}$ ) определяется на основе фактических данных измерений содержания карбонатов в стекле отнесенных к общему количеству, израсходованных карбонатов за отчетный период, выраженных в тоннах, а при отсутствии фактических данных принимается для всего карбонатного сырья равным 1,0 (или 100%).

### 6.5.3 Производство керамических изделий

**6.5.3.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> при производстве кирпичей, кровельной черепицы, глазурированных керамических труб, огнеупорных и керамзитовых изделий, напольной и стеновой плитки, столовых и декоративных предметов (бытовая керамика), керамической сантехники, технической керамики и неорганических абразивных материалов со связующим.

**6.5.3.2** В данную категорию источников парниковых газов не включаются выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания топлива в печах обжига и других стационарных источников выбросов. Выбросы от стационарного сжигания топлива определяются в соответствии с пунктом 6.1.

**6.5.3.3** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> от производства керамических изделий выполняется по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (M_{j,y} \times MF_{j,y} \times EF_{CO_2,j} \times F_{j,y}), \quad (45)$$

где  $M_{j,y}$  - расход минерального сырья, содержащего карбонат  $j$ , загруженное в обжиговую печь за период  $y$ , т;

$MF_{j,y}$  - содержание карбоната  $j$  в минеральном сырье, доля;

$EF_{CO_2,j}$  - коэффициент выбросов для карбоната  $j$ , т CO<sub>2</sub>/т;

$F_{j,y}$  - степень кальцинирования карбоната  $j$  за период  $y$ , доля;

$j$  - вид карбоната, подаваемого в обжиговую печь (CaCO<sub>3</sub>, CaMg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> и другие);

$n$  - количество видов карбонатов, подаваемых в обжиговую печь.

**6.5.3.4** Расход минерального сырья, содержащего карбонаты, загруженного в обжиговую печь для производства керамических изделий ( $M_{j,y}$ ), принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Содержание карбонатов в минеральном сырье ( $MF_{j,y}$ ) определяется по фактическим данным измерений или справочным данным для соответствующих видов сырья.

**6.5.3.5** Степень кальцинирования карбоната  $j$  ( $F_{j,y}$ ) определяется на основе фактических данных измерений содержания карбонатов в керамической продукции, отнесенных к общему количеству, израсходованных карбонатов за отчетный период, выраженных в тоннах, а при отсутствии фактических данных принимается для всего карбонатного сырья равным 1,0 (или 100 %).

**6.5.3.6** Значение коэффициента выбросов для карбоната  $j$  ( $EF_{CO_2,j}$ ) принимается по таблице 5 или при отсутствии необходимых данных рассчитывается как стехиометрическое отношение молекулярной массы CO<sub>2</sub> к молекулярной массе карбоната.

## 6.6 Химическая промышленность

### 6.6.1 Производство аммиака

**6.6.1.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> при производстве аммиака (NH<sub>3</sub>) методом парового реформинга газообразного углеродсодержащего сырья или частичного окисления жидкого или твердого углеродсодержащего сырья.

**6.6.1.2** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> от производства аммиака выполняется расчетным методом по формуле

$$E_{CO_2,y} = \sum_{j=1}^n (RMC_{j,y} \times EF_{CO_2,j,y} \times OF_{j,y}) - R_{CO_2}, \quad (46)$$

где  $RMC_{j,y}$  - расход углеродсодержащего сырья (топлива)  $j$  на производство аммиака за период  $y$ , тыс. м<sup>3</sup>, т, т у.т. или ТДж;

$EF_{CO_2,j,y}$  - коэффициент выбросов CO<sub>2</sub> от использования углеродсодержащего сырья (топлива)  $j$  за период  $y$ , т CO<sub>2</sub>/ед.;

$OF_{j,y}$  - коэффициент окисления углеродсодержащего сырья (топлива)  $j$ , доля;

$R_{CO_2}$  - масса CO<sub>2</sub>, образовавшегося в процессе производства аммиака, извлеченного для дальнейшего использования в качестве сырья для получения товарной продукции, т;

$j$  - вид углеродсодержащего сырья (топлива);

$n$  - количество видов углеродсодержащего сырья (топлива), используемых за период  $y$ .

**6.6.1.3** Расход углеродсодержащего сырья и топлива ( $RMC_{j,y}$ ), используемого на технологические и энергетические цели при производстве аммиака, принимается по фактическим данным организации за отчетный период.

**6.6.1.4** Коэффициент выбросов CO<sub>2</sub> для используемых видов углеродсодержащего сырья и топлива ( $EF_{CO_2,j,y}$ ) рассчитывается на основе фактических данных о компонентном составе газообразного топлива и содержании углерода в твердом и жидком топливе согласно ТКП 17.09-01-2011.

При отсутствии фактических данных по компонентному химическому составу газообразного топлива и содержанию углерода в твердом и жидком топливе за отчетный период используются значения коэффициентов выбросов для соответствующих видов топлива, приведенные в ТКП 17.09-01-2011.

**6.6.1.5** Коэффициент окисления ( $OF_{j,y}$ ) принимается для всех видов газообразного, жидкого и твердого углеродсодержащего сырья (топлива) по умолчанию равным 1,0 (соответствует 100 % окислению).

## 6.6.2 Производство азотной кислоты

**6.6.2.1** Данная категория источников выбросов включает выбросы N<sub>2</sub>O при производстве азотной кислоты, образующиеся как побочный продукт при каталитическом окислении аммиака и протекании химических реакций с оксидами азота и азотной кислотой в процессе производства. Выбросы N<sub>2</sub>O зависят от применяемых технологий очистки и разрушения отходящих газов, которые необходимо принимать во внимание при количественном определении выбросов парниковых газов.

**6.6.2.2** Количественное определение выбросов N<sub>2</sub>O при производстве азотной кислоты осуществляется одним из следующих методов:

- расчет выбросов N<sub>2</sub>O на основе данных измерений концентрации N<sub>2</sub>O и расхода отходящих газов от установок химического производства;

Расчет выбросов выполняется по формуле

$$E_{N_2O,i,y} = Q_{i,y} \times C_{N_2O,i,y} \times 10^{-9}, \quad (47)$$

где  $Q_{i,y}$  - расход отходящих газов от установки производства химической продукции  $i$  выбрасываемых в атмосферу за период  $y$ , м<sup>3</sup> (кг);

$C_{N_2O,i,y}$  - средняя концентрация N<sub>2</sub>O в отходящих газах, выбрасываемых в атмосферу от установки производства химической продукции  $i$  за период  $y$ , мг/м<sup>3</sup> (мг/кг);

$i$  - вид производимой химической продукции (азотная кислота).

**6.6.2.2.1** Расход отходящих газов от установки производства химической продукции  $i$  выбрасываемых в атмосферу ( $Q_{i,y}$ ) определяется путем непрерывных или периодических измерений. Периодические измерения должны проводиться не реже 1 раза в три месяца и использоваться для определения расхода отходящих газов с учетом продолжительности работы установки в течение отчетного периода.

**6.6.2.2.2** Концентрация N<sub>2</sub>O в отходящих газах, выбрасываемых в атмосферу, определяется путем непрерывных или периодических измерений. Измерения концентрации N<sub>2</sub>O в отходящих газах должно

проводиться после всех применяемых систем очистки и разрушения отходящих газов. Периодические измерения должны проводиться не реже 1 раза в три месяца.

- расчет выбросов N<sub>2</sub>O на основе данных о производстве химической продукции и коэффициентах выбросов.

Расчет выбросов выполняется по формуле

$$E_{N2O,i,y} = P_{i,y} \times EF_{N2O,i,y} \times 10^{-3}, \quad (48)$$

где  $P_{i,y}$  - производство химической продукции  $i$  за период  $y$ , т;

$EF_{N2O,i,y}$  - коэффициент выбросов N<sub>2</sub>O от производства химической продукции  $i$  за период  $y$ , кг/т;

$i$  - вид производимой химической продукции (азотная кислота).

**6.6.2.2.3** Производство химической продукции ( $P_{i,y}$ ) принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Производство химической продукции (азотная кислота) должно включать общее количество производимой продукции данного вида в организации, а не только товарной продукции, отпущенной сторонним потребителям. Количество произведенной азотной кислоты определяется в пересчете на 100 % азотную кислоту.

**6.6.2.2.4** Коэффициент выбросов ( $EF_{N2O,i,y}$ ) рассчитывается по формуле

$$EF_{N2O,i,y} = \frac{Q_{i,y} \times C_{N2O,i,y} \times 10^{-9}}{P_{i,y}}, \quad (49)$$

где  $Q_{i,y}$  - средний расход отходящих газов от установки производства химической продукции  $i$  выбрасываемых в атмосферу за период  $y$ , м<sup>3</sup>/час (кг/час);

$C_{N2O,i,y}$  - средняя концентрация N<sub>2</sub>O в отходящих газах, выбрасываемых в атмосферу от установки производства химической продукции  $i$  за период  $y$ , мг/м<sup>3</sup> (мг/кг);

$P_{i,y}$  - среднее производство химической продукции  $i$  за период  $y$ , т/час;

$i$  - вид производимой химической продукции (азотная кислота).

При отсутствии возможности выполнения необходимых измерений принимается по таблице 8.

**Таблица 8 - Коэффициенты выбросов N<sub>2</sub>O для производства азотной кислоты**

Производственный процесс	Коэффициент выбросов
Заводы с неселективным каталитическим восстановлением (все процессы)	2 кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты
Заводы, на которых NiO разрушают в процесс синтез или в остаточном газе	2.5 кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты
Заводы, где процесс протекает при атмосферном (низком) давлении	5 кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты
Заводы, где процесс протекает при среднем давлении	7,5 кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты
Заводы, где процесс протекает при высоком давлении	9 кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты
Заводы с каталитическим удалением N <sub>2</sub> O/NO из хвостовых газов	0,0005 кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты

### 6.6.3 Нефтехимическое производство

**6.6.3.1** Данная категория источников выбросов парниковых газов включает выбросы CO<sub>2</sub> в нефтехимическом производстве, возникающие при получении метанола, этилена и пропилена, этилендихлорида, окиси этилена, акрилонитрила, сажи различными методами (реформинг, крекинг, частичное окисление и другие) в результате дожигания отходящих технологических газов и отходов производства в печах дожигания и факельных установках, отведения технологических газов в атмосферу без сжигания, а также сжигании отходящих технологических газов, побочных продуктов и отходов производства для энергетических и технологических целей.

**6.6.3.2** К нефтехимическому производству относится производство указанных веществ, получаемых как конечный товарный продукт, так и промежуточное сырье для производства других веществ. К нефтехимическому производству не относится продукция, получаемая как побочная в процессе других производств.

**6.6.3.3** Количественное определение выбросов CO<sub>2</sub> от нефтехимического производства осуществляется для отдельных источников (технологических процессов, производственных объектов) или групп источников одним из следующих методов

- расчет выбросов CO<sub>2</sub> на основе углеродного баланса нефтехимического производства по формуле

$$E_{CO_2,y} = [\sum_{k=1}^m (RMC_{k,i,y} \times W_{C,k,y}) - (\sum_{i=1}^n (PP_{i,y} \times W_{C,i,y}) + \sum_{j=1}^l (SP_{j,i,y} \times W_{C,i,y}))] \times 3,664 \quad (50)$$

где RMC<sub>k,i,y</sub> - расход углеродсодержащего сырья k на производство нефтехимического продукта i за период y, т, тыс. м<sup>3</sup>, т у.т. или ТДж;

W<sub>C,k,y</sub> - содержание углерода в углеродсодержащем сырье k за период y, т С/ед.;

PP<sub>i,y</sub> - производство нефтехимического продукта i за период y, т, тыс. м<sup>3</sup>, т у.т. или ТДж;

W<sub>C,i,y</sub> - содержание углерода в нефтехимическом продукте i за период y, т С/ед.;

SP<sub>j,i,y</sub> - производство вторичного (сопутствующего) продукта j в процессе производства нефтехимического продукта i за период y, т, тыс. м<sup>3</sup>, т у.т. или ТДж;

W<sub>C,j,y</sub> - содержание углерода во вторичном (сопутствующем) продукте j за период y, т С/ед.;

i - вид производимой нефтехимической продукции;

k - вид углеродсодержащего сырья, используемого для производства нефтехимической продукции;

j - вид вторичного (сопутствующего) продукта, произведенного в процессе производства нефтехимической продукции;

n - количество видов нефтехимической продукции;

m - количество видов углеродсодержащего сырья, используемого для производства нефтехимической продукции;

l - количество вторичных (сопутствующих) продуктов при производстве нефтехимической продукции.

Производство нефтехимической продукции (PP<sub>i,y</sub>), расход, углеродсодержащего сырья на производство нефтехимического продукта (RMC<sub>k,i,y</sub>), производство вторичных (сопутствующих) продуктов при производстве нефтехимической продукции (SP<sub>j,i,y</sub>) принимается по фактическим данным организации за отчетный период. Количество вторичных (сопутствующих) нефтехимических продуктов при производстве метанола, этилендихлорида, окиси этилена и сажи принимается равным нулю, поскольку не образуются в процессе производства.

Содержание углерода в углеродсодержащем сырье (W<sub>C,k,y</sub>), основных и вторичных (сопутствующих) продуктах нефтехимического производства (W<sub>C,i,y</sub>, W<sub>C,j,y</sub>) определяется по фактическим данным организации за отчетный период.

- расчет выбросов CO<sub>2</sub> для нефтехимического производства на основе отдельного определения выбросов от стационарного сжигания топлива, фугитивных выбросов и выбросов от сжигания на факелах

$$E_{CO_2,y} = E_{CO_2,стационар,y} + E_{CO_2,фугитив,y} + E_{CO_2,факел,y} \quad (51)$$

где E<sub>CO<sub>2</sub>,стационар,y</sub> - выбросы CO<sub>2</sub> от стационарного сжигания топлива и побочных продуктов при производстве нефтехимической продукции за период y, т CO<sub>2</sub>;

E<sub>CO<sub>2</sub>,фугитив,y</sub> - фугитивные выбросы CO<sub>2</sub> при производстве нефтехимической продукции за период y, т CO<sub>2</sub>;

E<sub>CO<sub>2</sub>,факел,y</sub> - выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании углеводородных газов на факельной установке при производстве нефтехимической продукции за период y, т CO<sub>2</sub>.

**Таблица 9 - Содержание углерода в сырье и продуктах нефтехимического производства**

Вещество	Содержание углерода, т С/т
Ацетонитрил	0,5852
Акрилонитрил	0,6664
Бутадиен	0,888
Сажа	0,970
Сырье углеродной сажи	0,900
Этан	0,856
Этилен	0,856
Этилендихлорид	0,245
Этиленгликоль	0,387

**Окончание таблицы 9**

Окись этилена	0,545
Циановодород	0,4444
Метанол	0,375
Метан	0,749
Пропан	0,817
Пропилен	0,8563
Мономер хлористый винил	0,384

**6.7 Обращение с твердыми отходами****6.7.1 Захоронение твердых отходов**

Методология для оценки выбросов от биологического разложения в анаэробных условиях твердых органических отходов на объектах размещения отходов (далее - ОРО): объектах захоронения (полигонах), объектах хранения или аналогичных сооружениях СН<sub>4</sub> с ОРО основана на методе затухания первого порядка (ЗПП). Данный метод допускает, что способные к разложению органические компоненты в отходах медленно разлагаются на протяжении нескольких десятилетий, во время которых происходит формирование СН<sub>4</sub> и СО<sub>2</sub>. В результате выбросы СН<sub>4</sub> из отходов, удаленных на ОРО, первые несколько лет остаются высокими, а затем постепенно уменьшаются, так как способные к разложению соединения углерода перерабатываются бактериями. СН<sub>4</sub> продолжает вырабатываться и на закрытых ОРО. Эти данные автоматически учитываются при использовании метода ЗПП.

Уровни оценки выбросов СН<sub>4</sub> с ОРО:

Уровень 1: принцип оценки метода уровня 1 основан на методе ЗПП, использующем значения для данных о деятельности и параметров.

Уровень 2: использует метод ЗПП и параметры, однако также предполагает наличие качественных применимых к конкретным регионам данных о деятельности относительно размещения отходов на ОРО в настоящее время и в прошлом.

Для расчета выбросов СН<sub>4</sub> из ОРО существуют следующие этапы:

Этап 1: Использовать уравнения 1.7 и 1.8 для оценки массы разложимого органического вещества в ежегодно захораниваемых на ОРО отходах.

Этап 2: Использовать уравнения 1.5 и 1.6 для оценки количества накопленного каждый год расчета органического вещества отходов.

Этап 3: Использовать уравнение 1.2 и 1 для оценки выбросов в рассматриваемом году, с учетом рекуперации СН<sub>4</sub>.

**6.7.1.1 Модель затухания первого порядка**

Выбросы метана.

Модель ЗПП основывается на экспоненциальной функции, описывающей ту часть разложимого органического вещества захороненных в течение ряда лет отходов, которая каждый год распадается на СН<sub>4</sub> и СО<sub>2</sub>. Часть образованного при этом метана окисляется в верхних слоях ОРО, либо может быть рекуперирована с целью получения энергии или сжигания в факельной установке. Таким образом, количество метана, выброшенного в атмосферу непосредственно со ОРО, будет значительно меньше количества образовавшегося СН<sub>4</sub>. Выбросы СН<sub>4</sub>, образующиеся от мест захоронения твердых отходов, оцениваются с помощью уравнения 1.

**Уравнение 1**

Выбросы СН<sub>4</sub> от ОРО

$$\text{Выбросы } \text{CH}_4 = \sum_{i,j} [(\text{CH}_4 \text{ образованный}_{i,j} - R_j) \times (1 - \text{OX}_j)],$$

где СН<sub>4</sub> образованный<sub>i,j</sub> - СН<sub>4</sub>, образованный на определенном типе ОРО (потенциал образования метана) от категории/вида отходов i, в год, Гг;

i - категория/вид отходов, приняты для расчета выбросов;

j - тип ОРО;

R<sub>j</sub> - рекуперированный СН<sub>4</sub> на определенном типе ОРО, в год, для которого выполняется

инвентаризация, Гг;

$OX_j$  - коэффициент окисления на определенном типе ОРО в год, для которого выполняется инвентаризация, (дробь).

Так как расчеты для всех категорий/видов отходов и типов ОРО являются одинаковыми, то индексирование по ним (по  $i$  и по  $j$ ) во всех представленных ниже уравнениях (1.2 - 1.7) не используется.

Количество метана, образующегося из биологически разложимых компонентов отходов, рассчитывается через уравнение 1.2.

Уравнение 1.2  
Потенциал образования  $CH_4$

$$CH_4 \text{ образованный} - DDOCm \text{ decomp} \times F \times 16/12$$

где  $CH_4$  образованный - количество  $CH_4$ , образованного в год, учитываемы в кадастре, Гг;

$DDOCm \text{ decomp}$  - масса разложимого органического углерода, распавшегося в год, для которого выполняется инвентаризация, Гг;

$F$  - доля  $CH_4$ , по объему, в образованном на ОРО;

$16/12$  - соотношение молекулярного веса  $CH_4/C$  (соотношение).

Процесс разложения отходов.

Общее уравнение ЗПП отражает активность протекания реакции разложения, которая пропорциональна количеству остающегося реагента, то есть массе нестойкого органического углерода отходов, находящегося в благоприятных для разложения условиях ( $DDOCm$ ). При этом масса такого вещества, которая останется неразложившейся за определенный период времени в общем виде выражена через уравнение 1.3.

Уравнение 1.3  
Уравнение затухания первого порядка

$$DDOCmt = DDOCm_0 \cdot e^{-kt}$$

где  $DDOCmt$  - масса способного к разложению органического углерода, который останется ко времени  $t$  на ОРО, Гг;

$DDOCm_0$  - масса нестойкого DOC, помещенного на ОРО на момент начала реакции (во время 0), Гг;  $k$  = постоянная реакции;

$t$  - время, прошедшее с момента начала реакции, года.

Для расчета метана, выделившегося в течении 1 расчетного года, в общем случае значение  $DDOCm$ , разложившегося на  $CH_4$  и  $CO_2$  за период  $T$  в промежутке между  $(t - 1)$  и  $t$ , выражено в уравнении 1.4.

Уравнение 1.4  
 $Ddocm$ , разложившийся за год  
 $T DDOCm \text{ decomp} T = DDOCm_0 \cdot [e^{-k(t-1)} - e^{-kt}]$

где  $DDOCm \text{ decomp} T$  - масса органического углерода ( $DDOCm$ ), разложившегося в период между  $(t - 1)$  и  $t$ , Гг;

$T$  - означает год, для которого производится расчет, относительно начального года 0;

$DDOCm_0$  - масса DOC, помещенного на ОРО на момент начала реакции (во время 0), Гг;

$k$  - постоянная реакции;

$t$  - время, прошедшее с момента начала реакции, года.

С реакцией первого порядка количество продукта (здесь  $DDOCm \text{ decomp}$ ) всегда пропорционально количеству реактивного материала (здесь  $DDOCm$ ). Это означает, что количество образующегося за год  $CH_4$  соответствует не количеству помещенных в этот период отходов, а общему количеству оставшегося неразложившим к этому году на ОРО  $DDOCm$ . Таким образом, если известно количество разлагающегося органического вещества на ОРО в начале года, то при оценке выбросов каждый год рассматривается, как год номер 1. В этом случае в уравнениях общего вида 1.3 и 1.4  $t = 1$ , и расчеты производятся с помощью двух уравнений 1.5 и 1.6.

Уравнение 1.5  
Масса способного к разложению органического углерода, накопленного в конце года  $t$   
 $DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} \cdot e^{-k})$

Уравнение 1.6  
 Масса способного к разложению  
 органического углерода, разложившегося в год Т

$$DDOCm_{decomp_T} = DDOCm_{T-1} \cdot (1 - e^{-k})$$

где  $DDOCm_{decomp_T}$  -  $DDOCm$ , разложившийся до  $CH_4$  в расчетный год Т, Гг;  
 Т - год, для которого производится расчет (учитываемый исторический год);  
 $DDOCm_{mat}$  -  $DDOCm$ , накопленный на ОРО к концу года Т, Гг;  
 $DDOCm_{mat-1}$  -  $DDOCm$  накопленный на ОРО к концу года предыдущего года (Т - 1), Гг;  
 $DDOCm_{dt}$  -  $DDOCm$  удаленный на ОРО в год Т, Гг;  
 k - постоянная реакции.

В уравнениях 1.5 и 1.6 расчетный год, принятый за начальный для всей серии расчетов по годам (год размещения первой порции отходов на ОРО), считается нулевым. Последний расчетный год - последний год, для которого производится инвентаризация.

На большинстве ОРО отходы удаляются непрерывно в течение всего года. Однако известно, что образование  $CH_4$  начинается не сразу после помещения отходов на ОРО. Значение времени задержки изменяется в зависимости от состава отходов и климатических условий. В этом методе предполагается, что реакция распада и образование  $CH_4$  из всех отходов, удаленных в течение расчетного года, начинается по 1 января следующего года, когда среднее время хранения отходов на ОРО до начала реакции (ее задержка) составляет шесть месяцев. В реальности отходы, помещенные в начале года, начнут выделять  $CH_4$  раньше, а отходы, помещенные на ОРО в конце года - позже.

Разложимый органический углерод.

Основой расчета является оценка массы разложимого органического углерода ( $DOCm$ ) в отходах, удаляемых на ОРО (уравнение 1.7). Его значение зависит как от исходного количества захороненных отходов и их состава, так и от условий их размещения, определяющих возможность разложения органического вещества. В зависимости от выбранного способа проведения расчетов эти данные определяются на основании информации по захоронению различных категорий отходов и (или) их компонентного состава.

Уравнение 1.7  
 Масса разложимого DOC в отходах, помещаемых на ОРО в год Т

$$DDOCm_T = W_T \cdot DOC_T \cdot DOC_f \cdot MCF_T$$

где  $DDOCm_T$  - масса захороненного на ОРО в год Т разложимого органического вещества ( $DOC$ ), Гг;  
 Т - год, для которого производится расчет (учитываемый исторический год);  
 $W_T$  - масса захороненных в год Т на ОРО отходов, Гг;  
 $DOC_T$  - доля способного к разложению органического углерода в отходах, размещаемых в год Т;  
 $DOC_f$  - доля  $DOC$ , способного к разложению (дробь);  
 $MCF_T$  - поправочный коэффициент  $CH_4$  для анаэробного разложения в год Т (дробь).

При проведении расчетов следует учесть, что при подразделении ОРО на управляемые и неуправляемые типы с различными значениями  $MCF$ , оценку выбросов от них следует производить отдельно, а результаты суммировать.

Расчет по формуле 1.7. проводится для всех лет, которые учитываются при расчете выбросов парниковых газов от захоронения отходов на ОРО.

### 6.7.2 Сжигание отходов

Метод оценки выбросов  $CO_2$  при сжигании отходов основывается на оценке эффективности процесса окисления ископаемого углерода в сжигаемых отходах, зависящего от применяемых технологий сжигания.

Необходимо отметить наличие возможности двойного учета выбросов  $CO_2$  в связи с тем, что отходы часто сжигаются на предприятиях для получения энергии или тепла.

#### 6.7.2.1 Выбросы $CO_2$ от сжигания твердых отходов

Расчет выбросов  $CO_2$  производится согласно уравнению 2 и базируется на оценке количества отходов, подвергнутого инсинерации, с использованием значений для содержания сухого вещества,

общего содержания углерода, доли ископаемого углерода и коэффициента окисления.

### Уравнение 2

Выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания отходов

$$\text{Выбросы CO}_2 = \sum_{i,j} (ISW_{i,j} \times dm_{i,j} \times FCF_{i,j} \times OF_{i,j}) \times 44/12$$

где Выбросы CO<sub>2</sub> - выбросы CO<sub>2</sub> в год, для которого выполняется инвентаризация, Гг/год;

ISW<sub>i,j</sub> - масса твердых отходов категории/вида i (вес влажного вещества), подвергнутых разным способам сжигания, Гг/год;

dm<sub>i,j</sub> - доля сухого вещества в отходах (во влажном весе), подвергнутых разным способам сжигания;

CF<sub>ij</sub> - доля углерода в сухом веществе (общее содержание углерода) сжигаемых отходов;

FCF<sub>ij</sub> - доля ископаемого углерода в общем количестве углерода сжигаемых отходов;

OF<sub>ij</sub> коэффициент окисления;

44/12 коэффициент преобразования из C в CO<sub>2</sub>;

i - категории отходов, подвергаемых сжиганию;

j - способ сжигания: инсинерация.

Для смешанных отходов известного компонентного состава (например, категории ТКО или промышленные), сжигаемых совместно, эффективная практика заключается в расчете выбросов CO<sub>2</sub> на основании данных о составе составляющих его видов (типов) отходов, как указано в уравнении 2.1.

### Уравнение 2.1

Выбросы CO<sub>2</sub> от многокомпонентных отходов

$$\text{Выбросы CO}_2 = IWX \times \sum_X (WF_X \times DM_X \times FCF_X \times OF_X) \times 44/12$$

где Выбросы CO<sub>2</sub> - выбросы CO<sub>2</sub> от сжигания многокомпонентного отхода, Гг/год;

IWX - общая масса многокомпонентного отхода (влажный вес), подвергнутого инсинерации, Гг/год;

WF<sub>x</sub> - доля компонента x (по типу отходов) в отходе (во влажном весе), подвергнутого инсинерации);

DM<sub>x</sub> - доля сухого вещества в компоненте x в отходе, подвергнутого инсинерации;

CF<sub>x</sub> - доля углерода в сухом веществе (например, содержание углерода) компонента x;

FCF<sub>x</sub> - доля ископаемого углерода в общем количестве углерода в компоненте x;

OF<sub>x</sub> - коэффициент окисления, (доля);

44/12 - коэффициент преобразования из C в CO<sub>2</sub>;

x - вид (тип) отходов, составляющий многокомпонентный отход.

При этом должно соблюдаться следующее условие:

$$\sum_X WF_X = 1$$

Если данные о деятельности по отходам доступны на основании сухого вещества, что предпочтительно, то можно использовать тоже уравнение без указания содержания сухого вещества и влажности. Также, если используются данные по доле ископаемого углерода в сухом веществе, то CF<sub>i</sub> и FCF<sub>i</sub> необходимо объединить в один компонент.

При наличии отдельных данных по инсинерации отходов эффективная практика заключается в проведении оценки выбросов отдельно для каждого типа сжигания и суммирование их итоговых результатов.

Расчет проводится на следующих уровнях:

Уровень 1: использование данных по общему количеству отходов по категориям, значений для коэффициентов выбросов.

Уровень 2: использование региональных значений для состава отходов и коэффициентов выбросов (уровень 2а, уровень 2б). В данном случае, уравнения 2 и 2.1 применяются так же, как и для метода уровня 1.

Эффективная практика заключается в использовании метода уровня 2, когда выбросы CO<sub>2</sub> при сжигании отходов являются ключевой категорией.

Уровень 2а требует использования региональных данных о деятельности и значений для других параметров (уравнение 2.1).

Для уровня 2б помимо использования региональных данных по составу отходов, требуется

пользоваться данными по количеству сожженных отходов, разделенных по видам (типам) (уравнение 2) или составу ТКО (или других многокомпонентных отходов, уравнение 2.1), содержанию сухого вещества и углерода, доле ископаемого углерода и коэффициенту окисления. В случае наличия таких данных уровень неточности будет ниже, чем при использовании уровня 2а.

Уровень 3: используются данные по конкретным предприятиям.

#### 6.7.2.1.1 Выбросы CO<sub>2</sub> при инсинерации жидких отходов.

Жидкие отходы ископаемого топлива рассматриваются как особый тип отходов, если жидкие отходы ископаемого топлива не включены в другие типы отходов (например, промышленные отходы), то выбросы от них необходимо рассчитывать отдельно.

Выбросы CO<sub>2</sub> при инсинерации жидких отходов ископаемого топлива можно оценить при помощи уравнения 2.2.

#### Уравнение 2.2

Выбросы CO<sub>2</sub> при инсинерации ископаемых жидких отходов

$$\text{Выбросы CO}_2 = \sum_i (ILW_i \times CLW_i \times OF_i) \times 44/12$$

где выбросы CO<sub>2</sub> - Выбросы CO<sub>2</sub> при инсинерации ископаемых жидких отходов, Гг;

ILW<sub>i</sub> - количество сожженных ископаемых жидких отходов вида i, Гг;

CLW<sub>i</sub> - доля углерода в ископаемых жидких отходах типа i;

OF<sub>i</sub> - коэффициент окисления для ископаемых жидких отходов вида i, (доля);

i - вид сжигаемых жидких отходов;

44/12 - коэффициент преобразования из C в CO<sub>2</sub>.

При использовании в расчете коэффициентов выбросов, жидкие отходы не подразделяются на отдельные типы или виды.

Уровни оценки выбросов CO<sub>2</sub> при инсинерации жидких отходов ископаемого топлива:

Уровень 1: при расчетах используются региональные данные о количестве сжигаемых жидких отходов и коэффициенты выбросов.

Уровень 2: при расчетах используются региональные данные по видам сожженных отходов, содержанию в них углерода и коэффициенту окисления.

Уровень 3: необходимо использовать данные по каждому предприятию.

#### 6.7.2.1.2 Выбор метода для определения выбросов N<sub>2</sub>O.

Закись азота выделяется при относительно низких температурах сжигания – 500 °С - 950 °С. Другими важными факторами, влияющими на выбросы, являются тип системы контроля загрязнения воздуха, тип отходов и содержание в них азота, доля избыточного воздуха. Выбросы N<sub>2</sub>O при сжигании ископаемых жидких отходов считаются незначительными.

Расчет выбросов N<sub>2</sub>O основан на количестве отходов, подвергнутых инсинерации, а также на коэффициентах выбросов, зависящих от применяемых технологий. Данная связь отражена в уравнении 2.3:

#### Уравнение 2.3

Выбросы N<sub>2</sub>O, основанные на оценке общей массы сжигаемых отходов

$$\text{Выбросы N}_2\text{O} = \sum_{i,j} (IW_i \times EF_j) \times 10^{-6}$$

где Выбросы N<sub>2</sub>O - выбросы N<sub>2</sub>O от сжигания отходов в учитываемом в год, для которого выполняется инвентаризация, Гг/год;

IW<sub>i</sub> - количество отходов типа i (вес влажного вещества), подвергнутого инсинерации, Гг/год;

EF<sub>i</sub> - Коэффициент выбросов N<sub>2</sub>O (кг N<sub>2</sub>O/Гг отходов) для отходов типа i, подвергаемых инсинерации или открытому сжиганию;

10<sup>-6</sup> - коэффициент перевода килограмма в гигаграммы;

i - категории отходов, подвергаемых инсинерации;

j - тип сжигания.

Оценка выбросов N<sub>2</sub>O при сжигании отходов проводится на следующих уровнях расчета:

Уровень 1: использование региональных данных по общему количеству отходов, коэффициентов выбросов и параметров.

Уровень 2: использование региональных значений количества сжигаемых отходов по категориям или видам (уровень 2а, уровень 2б) и коэффициентов выбросов для них. На этом уровне используется тот же метод расчета, что и на уровне 1. Если выбросы N<sub>2</sub>O при инсинерации отходов являются

ключевыми категориями, то эффективная практика заключается в использовании уровня 2.

Уровень 3: необходимо использовать данные по каждому предприятию.

**Таблица 10 - Коэффициенты выбросов N<sub>2</sub>O при сжигании отходов**

Категория отходов	Технология или практика управления	Коэффициент выбросов (г N <sub>2</sub> O/г отходов)	Тип веса
ТКО	печи постоянного и полупостоянного режима работы	50	влажный вес
ТКО	печи периодического действия	60	влажный вес
ТКО	открытое сжигание	150	сухой вес
Промышленные отходы	все типы инсинерации	100	влажный вес

**Приложение А**  
(справочное)

**Значения потенциалов глобального потепления, используемые для перевода соответствующего газа в эквивалент диоксида углерода**

Таблица А.1

Парниковый газ	Химическая формула	Потенциал глобального потепления (GWP <sub>i</sub> )
Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	1
Метан	CH <sub>4</sub>	25
Закись азота	N <sub>2</sub> O	298
Гексафторид серы	SF <sub>6</sub>	22800

Таблица А.2

Парниковый газ	Химическая формула	Потенциал глобального потепления (GWP <sub>i</sub> )
<b>Гидрофторуглероды (ГФУ)</b>		
ГФУ-23	CHF <sub>3</sub>	14800
ГФУ-32	CH <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	675
ГФУ-41	CH <sub>3</sub> F	92
ГФУ-43-10mee	C <sub>5</sub> H <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	1640
ГФУ-125	C <sub>2</sub> HF <sub>5</sub> (CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	3500
ГФУ-134	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1100
ГФУ-134a	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> F <sub>4</sub> (CHF <sub>2</sub> CHF <sub>2</sub> )	1430
ГФУ-143	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> (CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F)	353
ГФУ-143a	C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> F <sub>3</sub> (CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> )	4470
ГФУ-152	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> FCH <sub>2</sub> F)	53
ГФУ-152a	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> F <sub>2</sub> (CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> )	124
ГФУ-161	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> F (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> F)	12
ГФУ-227ea	C <sub>3</sub> HF <sub>7</sub> (CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> )	3220
ГФУ-236cb	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (CH <sub>2</sub> FCF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> )	1340
ГФУ-236ea	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> )	1370
ГФУ-236fa	C <sub>3</sub> H <sub>2</sub> F <sub>6</sub> (CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> )	9810
ГФУ-245ca	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub> (CHF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> F)	693
ГФУ-245fa	C <sub>3</sub> H <sub>3</sub> F <sub>5</sub> (CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> )	1030
ГФУ-365mfc	C <sub>4</sub> H <sub>5</sub> F <sub>5</sub> (CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> )	794
<b>Перфторуглероды (ПФУ)</b>		
ПФУ-14	CF <sub>4</sub>	7390
ПФУ-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	12200
ПФУ-218	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub>	8830
ПФУ-3-1-10	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	8860
ПФУ-318	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	10300
ПФУ-4-1-12	C <sub>5</sub> F <sub>12</sub>	9160
ПФУ-5-1-14	C <sub>6</sub> F <sub>14</sub>	9300
ПФУ-9-1-18	C <sub>10</sub> F <sub>18</sub>	>7500
Перфторциклопропан	c-C <sub>3</sub> F <sub>6</sub>	>17340

**Приложение Б**  
(справочное)

**Коэффициенты недожога углеводородной смеси на факельной установке**

**Таблица Б.1 - Коэффициенты недожога углеводородной смеси на факельной установке, применяемые в зависимости от условий сжигания**

Условия сжигания на факельной установке	Коэффициент недожога, доля
Бессажевое сжигание (в том числе природного газа, некондиционных газовых и газоконденсатных смесей)	0,0006
Сажевое сжигание (в том числе некондиционного углеводородного конденсата)	0,035

**Таблица Б.2 - Коэффициенты недожога углеводородной смеси на факельной установке для месторождений**

Условия сжигания на факельной установке	Коэффициент недожога, доля
Нефтяные, газоконденсатные и газовые месторождения	0,02
Нефтеперерабатывающие, нефтехимические, химические, металлургические и прочие предприятия	0,005

### Библиография

- [1] Международный стандарт ISO 14064–1:2006 (ИСО 14064–1:2006). Газы, вызывающие парниковый эффект. Часть 1. Технические требования и руководство для организаций по определению количества и составлению отчетов о выделении и удалении газов, вызывающих парниковый эффект. – Неофициальный перевод БелГИИС. Перевод с английского (en)
- [2] Руководящие указания по эффективной практике. – МГЭИК, 2003 г.
- [3] Руководящие указания по эффективной практике для землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства / Редакторы: Джим Пенман, Михаил Гитарский, Така Хираиши, Телма Крюг, Дина Крюгер, Риитта Пипатти, Леандро Буендиа, Киоко Мива, Тодд Нгара, Киото Танабе и Фабиан Вагнер // IPCC Secretariat C/o World Meteorological Organization
- [4] Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Т.4 .– Опубликовано Институтом глобальных стратегий окружающей среды (ИГЕС), Хаяма, Япония, от имени МГЭИК, 2006 г.
- [5] Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. – МГЭИК, 1996 г.
- [6] Постановление Национального статистического комитета Республики Беларусь от 29 июля 2009 г. №105 «Об утверждении Указаний по заполнению в формах государственной статистической отчетности по статистике топливно–энергетического комплекса показателя о расходе топлива в условных единицах измерения»
- [7] Методики количественного определения объемов выбросов парниковых газов и поглощений парниковых газов, утвержденные приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 27 мая 2022 года № 371