



## Модуль 2

# ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ





## 2. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

### 2.1 Введение

Эмиссии парниковых газов вызываются различными видами промышленных процессов, которые не связаны с энергетикой. Основными источниками этих эмиссий являются процессы, при которых происходит химическая или физическая трансформация материалов. Во время таких процессов выделяются различные парниковые газы, включая  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , и перфторуглероды (ПФУ).

В некоторых случаях эмиссии, связанные с промышленными процессами, происходят в комбинации с эмиссиями от сжигания топлива. При этом может быть трудно решить, должны ли конкретные эмиссии включаться в отчетность в рамках энергетического или промышленного сектора эмиссий. Критерий, используемый для принятия такого решения, обсуждается в Разделе 2.1 *Справочного руководства*.

Все эмиссии (включая эмиссии, связанные с испарением), которые возникают при деятельности по трансформации энергии, относятся к главе по энергетике. Однако эмиссии, возникающие при нефтехимических процессах, охватываются данной главой. Эмиссии неметановых углеводородов (НМУ), возникающие при использовании растворителей, обсуждаются в главе “Использование растворителей и других продуктов” даже в том случае, если они возникают в результате промышленных процессов.

Эмиссии  $\text{CO}_2$ , связанные с использованием “биологического углерода”, такие как эмиссии в животноводстве и при процессах ферментации, не должны сообщаться ни в разделе “Промышленные процессы”, ни в любом другом разделе *Руководящих принципов МГЭИК*, если они возникают от источников, которые входят в замкнутый цикл углерода.

Считается, что не связанные со сжиганием промышленные процессы, приводящие к эмиссиям  $\text{N}_2\text{O}$ , дают большой антропогенный вклад в глобальные эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$ . Имеются оценки, что эта категория источников дает от 10 до 50 процентов антропогенных эмиссий  $\text{N}_2\text{O}$  и от 3 до 20 процентов общей глобальной эмиссии  $\text{N}_2\text{O}$  (IPCC, 1992).

Эмиссии ГФУ, ПФУ и  $\text{SF}_6$  также вызваны промышленными процессами, такими как производство алюминия, магния и галогеносодержащих углеводородов (например, HCFC-22). В некоторых странах эмиссии ПФУ от промышленных процессов могут давать важный вклад в национальные эмиссии парниковых газов из-за их высоких потенциалов глобального потепления (GWP).

Современное и ожидающееся применение этих соединений включает охлаждение и замораживание, кондиционирование воздуха, пожаротушение, аэрозоли, растворители и производство поропласта. Ожидается, что потребление ГФУ и, в некоторой степени, ПФУ и  $\text{SF}_6$  существенно возрастет в следующем десятилетии, в связи с важностью этих соединений как заменителей озоноразрушающих веществ.

Для полного понимания методологий, представленных в *Рабочей книге*, важно, чтобы составители инвентаризации прочитали соответствующие разделы Главы 2 *Справочного руководства*.

#### Двойной учет

В ситуациях, когда страна имеет трудности в установлении того, относятся ли эмиссии к энергетике, или связаны с промышленностью, разработчики инвентаризации должны быть внимательными, чтобы не включать одни и те же данные в обе категории.

## 2.2 Общая методология

Общая методология предусматривает оценку эмиссий, связанных с каждым промышленным процессом (с указанием данных о продукте и уровне деятельности, например, данных о произведенном и потребленном материале, коэффициентах эмиссии на единицу потребления/производства), в соответствии со следующей формулой:

$$\text{ВСЕГО}_{ij} = A_j \times \text{EF}_{ij}$$

где:

- $\text{ВСЕГО}_{ij}$  = связанные с технологическим процессом эмиссии (в тоннах) газа  $i$  в промышленном секторе  $j$ ;
- $A_j$  = объем деятельности или выпуска продукции в промышленном секторе  $j$  (тонн/год);
- $\text{EF}_{ij}$  = коэффициент эмиссии газа  $i$  на единицу деятельности в промышленном секторе  $j$  (тонн/тонн).

Чтобы упростить более сложную математическую формулу к данной выше упрощенной форме, нужно сделать ряд математических шагов. В тех случаях, когда это делается, разъяснения содержатся в *Справочном руководстве*.

Для ряда промышленных процессов здесь представлена более чем одна методология расчетов. Упрощенный метод представлен как *Ряд 1*, а более детальная методология - как *Ряд 2*. Понимая, что часто главным фактором в оценке эмиссии парниковых газов является вопрос о наличии данных, для определенных промышленных процессов указываются несколько методов в рамках *Ряда 1*, такие как *Ряды 1a, 1b, 1c*. Более детальное изложение этого вопроса дается позже.

### Источники данных

Часто эмиссии, связанные с технологическими процессами в определенных промышленных секторах, связаны с эмиссиями на очень небольшом числе предприятий, для которых данные измерений имеются или могут быть собраны. В этих случаях, определение эмиссий должно базироваться на таких данных, а не на методологии более общего вида. Если же измерений нет, предпочтительно производить расчеты на основе данных, учитывающих специфику предприятия.

Многие данные о производстве продукции, которые необходимы для использования методов по оценке эмиссий и которые содержатся в настоящей рабочей книге, взяты из публикаций Организации Объединенных Наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (US Bureau of Mines, 1988). Базы данных Бюро горнодобывающей промышленности США и ООН в значительной мере перекрывают друг друга, однако первая является более полной. В некоторых странах национальные данные могут быть получены от соответствующих министерств. Например, в Канаде база национальных данных имеется в Канадском Управлении статистики. Аналогичные статистические данные по стандартным видам продукции могут быть получены из национальных статистических публикаций.



## 2.3 Производство цемента

### Введение

Двуокись углерода образуется при производстве клинкера, который является промежуточным продуктом, из которого производится цемент. Высокие температуры приводят к химическому преобразованию сырья в цементный клинкер. Во время процесса, называемого декарбонизацией, карбонат кальция нагревается, образуя известь и двуокись углерода.

Эмиссии  $\text{SO}_2$  связаны с серой, содержащейся в топливе и сырье (глине). Эмиссии при сжигании топлива, считаются эмиссиями энергетического сектора, в то время как эмиссии  $\text{SO}_2$ , связанные с переработкой глины, должны учитываться отдельно.

### Источники данных

Международные данные о производстве цемента имеются в публикациях Организации Объединенных наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). Также публикует такую информацию торговая ассоциация “Европейские цементные ассоциации” (CEMBUREAU), см. (CEMBUREAU, 1990, World Cement Market in Figures и World Statistical Review). Согласно Стандартной номенклатуре данных по загрязнению воздуха (SNAP), кодовыми номерами для цемента являются 30311 и 40612 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.3.1 Методология оценки эмиссий $\text{CO}_2$

Поскольку эмиссии  $\text{CO}_2$ , главным образом связаны с производством клинкера (в большей степени, чем собственно при производстве цемента), оценка эмиссий должна основываться на данных о содержании извести и производстве клинкера. Однако, данные по клинкеру в некоторых странах могут отсутствовать. Если дело обстоит именно так, может использоваться статистика по производству цемента.

Для оценки эмиссий  $\text{CO}_2$  при производстве клинкера применяется коэффициент эмиссии, в тоннах  $\text{CO}_2$  на тонну произведенного за год клинкера.

#### 2.3.2 Методология определения эмиссий $\text{SO}_2$

Оценка эмиссий  $\text{SO}_2$  при производстве цемента основано применении коэффициента эмиссии, выраженного в единицах  $\text{SO}_2$  на тонну произведенного за год цемента. Расчетный коэффициент для эмиссий, не связанных со сжиганием топлива, составляет 0,3 кг  $\text{SO}_2$  на тонну цемента (источники см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*).

## Заполнение Рабочего листа

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЛИСТА

- Для записи данных инвентаризации скопируйте Рабочий лист в конце этого раздела.
- Храните оригинал бланка Рабочего листа, чтобы Вы могли сделать дальнейшие копии, если это будет необходимо.

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-1 ПРОИЗВОДСТВО ЦЕМЕНТА.

### ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ CO<sub>2</sub>

- 1 Внесите количество произведенного клинкера в колонку А (в тоннах). Если это сделать невозможно, сделайте оценку количества произведенного цемента.
- 2 Для клинкера внесите в колонку В коэффициент эмиссии, равный 0,5071 тонн CO<sub>2</sub> на тонну произведенного клинкера. Если фракция извести в клинкере (f) известна и отличается от 0,646, тогда коэффициент эмиссии может быть преобразован следующим образом:  
Коэффициент эмиссии (т CO<sub>2</sub>/т клинкера) = 0,5701 x (f) / 0,646.  
Для производства цемента внесите в колонку В коэффициент эмиссии, 0,4985 тонн CO<sub>2</sub> на тонну произведенного цемента. Если известно, что фракция извести в цементе (f) отличается от 0,635, то коэффициент эмиссии должен рассчитываться следующим образом:  
Коэффициент эмиссии (т CO<sub>2</sub>/т цемента) = 0,4985 x (f) / 0,635.
- 3 Чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO<sub>2</sub>, умножьте значение в колонке А на значение в колонке В и внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10<sup>3</sup>, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO<sub>2</sub>, внесите результат в колонку D.

### ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ SO<sub>2</sub>

- 1 Оцените количество произведенного цемента и внесите это значение в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите коэффициент эмиссии в кг SO<sub>2</sub>/тонну цемента в колонку В. Если информации о содержании серы и степени абсорбции нет, возьмите значение 0,3 кг SO<sub>2</sub>/тонну цемента.
- 3 Чтобы получить величину эмиссии в кг SO<sub>2</sub>, умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10<sup>6</sup>, чтобы преобразовать его в гигаграммы, внесите результат в колонку D.



## 2.4 Производство извести

### Введение

Производство извести включает в себя серию шагов, сопоставимых с этапами по производству портлендского цементного клинкера. Эти шаги включают добычу сырья, его дробление и просеивание, декарбонизацию (например, обжиг при высоких температурах - около 1100° С), гидратацию извести до диоксида кальция и затем последующие действия по перевозке, хранению и использованию.

### Источники данных

Международные данные по производству извести содержатся в публикациях Организации Объединенных Наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). Согласно Стандартной номенклатуре данных по загрязнению воздуха (SNAP), кодовыми номерами для известняка и доломита являются 30312 и 40613 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.4.1 Методология оценки эмиссии CO<sub>2</sub>

Оценка эмиссии CO<sub>2</sub> при производстве извести основана на применении коэффициента эмиссии, выраженного в тоннах CO<sub>2</sub> на тонну произведенной извести за год. Коэффициенты эмиссии приведены в таблице 2-1.

Процесс	Газ	Коэффициент эмиссии
Печи для извести - кальцитовое сырье	CO <sub>2</sub>	0,79 тонн CO <sub>2</sub> /тонну произведенной быстрогазующей извести
Печи для извести - доломитовое сырье	CO <sub>2</sub>	0,91 тонн CO <sub>2</sub> /тонну произведенной доломитовой извести

### Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте Рабочий лист 2-2 ПРОИЗВОДСТВО ИЗВЕСТИ.

### ОЦЕНКА ЭМИССИЙ CO<sub>2</sub>

- 1 Оцените количество произведенного цемента по его типам и внесите полученные значения в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите соответствующий коэффициент эмиссии из таблицы 2-1 в колонку В (в тоннах CO<sub>2</sub> на тонну произведенной быстрогазующей или доломитовой извести).

#### Источники данных

Имейте в виду, что коды SNAP и коэффициенты эмиссии являются последними на время публикации настоящей *Рабочей книги*. Читатели должны обращаться к последнему изданию Руководства UNECE/CORINAIR, чтобы получить обновленные коды SNAP и коэффициенты эмиссии.

#### КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ

Коэффициенты эмиссии подразумевают чистую известь, хотя в некоторых случаях ее содержание может быть в пределах от 85 до 95 процентов. В этих случаях уравнения должны быть скорректированы с учетом чистоты извести.

- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить величину эмиссии  $\text{CO}_2$  в тоннах  $\text{CO}_2$ , внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите величину в колонке С на  $10^3$ , чтобы преобразовать в гигаграммы  $\text{CO}_2$ , и внесите результат в колонку D.
- 5 Чтобы получить общую величину эмиссии  $\text{CO}_2$ , сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку колонки.

## 2.5 Использование известняка и доломита

### Введение

При промышленных процессах, где производится обжиг известняка и доломита при высоких температурах, образуется  $\text{CO}_2$ .

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТНЯКА

Данные об эмиссиях  $\text{CO}_2$ , связанных с внесением в почву извести, должны сообщаться в главе Изменение землепользования и лесное хозяйство. Данные по добыче известняка и доломита должны сообщаться в промышленном секторе. Этот сектор охватывает все другие виды использования известняка и доломита, которые приводят к эмиссиям  $\text{CO}_2$ .

### Источники данных

Международные данные по добыче известняка и доломита содержатся в публикациях Организации Объединенных (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). Данные об использовании известняка и доломита не включаются в Стандартную номенклатуру данных по загрязнению воздуха (SNAP); (EMEP/CORINAIR, 1996).

### 2.5.1 Методология оценки эмиссий $\text{CO}_2$

Оценка эмиссий  $\text{CO}_2$ , связанных с использованием известняка, основана на применении коэффициента эмиссии (в килограммах  $\text{CO}_2$  на тонну известняка за год).

Потребление известняка и доломита (в тоннах в год) считается равным количеству сырья, добытого в шахтах (или драгированием) плюс импортированное сырье минус экспортированное сырье. Известняк и доломит, использовавшиеся для производства цемента, извести и магнезии, в сельскохозяйственной деятельности и процессах, при которых  $\text{CO}_2$  не образуется, не должны включаться в этот расчет.

### Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗВЕСТНЯКА И ДОЛОМИТА.

#### ОЦЕНКА ЭМИССИИ $\text{CO}_2$

- 1 Оцените количество использовавшихся известняка и доломита и внесите эту величину в тоннах в колонку А.
- 2 Для расчета эмиссий  $\text{CO}_2$ , связанных с использованием известняка, внесите в колонку В коэффициент эмиссии равный 440 кг  $\text{CO}_2$  на тонну известняка. Если известна чистота фракции





известняка (f), в  $\text{CaCO}_3$  на тонну общего количества сырья, то коэффициент эмиссии должен быть преобразован следующим образом:

Коэффициент эмиссии (кг  $\text{CO}_2$ /т известняка) =  $440 \times (f)$ .

Для расчета эмиссий  $\text{CO}_2$ , связанных с использованием доломита, внесите в колонку В коэффициент эмиссии равный 477 кг  $\text{CO}_2$  на тонну доломита. Если известна чистота фракции доломита (f), в  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  на тонну общего количества сырья, то коэффициент эмиссии может быть преобразован следующим образом:

Коэффициент эмиссии (кг  $\text{CO}_2$ /т доломита) =  $477 \times (f)$ .

- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах  $\text{CO}_2$ , и внесите результат в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гиграграммы  $\text{CO}_2$ , и внесите результат в колонку D.
- 5 Чтобы получить общую величину эмиссии  $\text{CO}_2$ , сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку этой колонки.

## 2.6 Производство и использование соды

### Введение

Двуокись углерода выделяется при использовании соды и, в зависимости от процесса, может выделяться во время ее производства.

Эмиссии  $\text{CO}_2$  при производстве соды существенно зависят от производственного процесса. Для промышленного производства соды могут использоваться четыре различных процесса. Три из них: моногидратный, сесквикарбонатный (sesquicarbonate) и процесс непосредственной карбонизации, считаются естественными процессами. Четвертый - Солвей (Solvey) процесс классифицируется как синтетический.

Во время производственного процесса трона (основное сырье, из которого вырабатывается натуральная сода) кальцинируется в роторной печи и химически трансформируется в неочищенную соду. В качестве попутных продуктов этого процесса выделяются двуокись углерода и вода.

### Источники данных

Международные данные по производству и использованию соды содержатся в публикациях Организации Объединенных Наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). Производство и использование соды не включено в Стандартную номенклатуру данных по загрязнению воздуха (SNAP), (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### Двойной учет

Чтобы избежать двойного учета, эмиссии  $\text{CO}_2$ , от использования кокса при производстве соды, должны определяться отдельно, а эмиссии, связанные с неэнергетическим использованием кокса не должны включаться в итоговые значения в разделе, посвященном сжиганию топлива.

### Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-4 ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОДЫ. Методологии оценки эмиссии CO<sub>2</sub> при Солвей процессе не существует.

#### ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO<sub>2</sub> ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СОДЫ [ЕСТЕСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС]

- 1 Оцените количество использованной троны и внесите эту величину в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите коэффициент эмиссии равный 0,097 тонн CO<sub>2</sub> на тонну троны в колонку В.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO<sub>2</sub>, внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10<sup>3</sup>, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO<sub>2</sub>, внесите эту величину в колонку D.

#### ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO<sub>2</sub> ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СОДЫ

- 1 Оцените количество использованной соды и внесите эту величину в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите коэффициент эмиссии равный 415 килограмм CO<sub>2</sub> на тонну соды в колонку В.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах CO<sub>2</sub>, внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на 10<sup>6</sup>, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO<sub>2</sub>, внесите результат в колонку D.

## 2.7 Производство и использование различных минеральных продуктов

### Введение

Этот раздел посвящен эмиссиям парниковых газов, озона и аэрозольных газов-предшественников, связанным с производством асфальтового кровельного и окисленного битума, дорожного асфальта; производством других минеральных продуктов, таких как пемзовый камень; производством стекла.



## Источники данных

Международные данные по производству этих продуктов содержатся в публикациях Организации Объединенных Наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). Стандартная номенклатура данных по загрязнению воздуха (SNAP) содержит следующие коды: кровельный битум - 40610, окисленный битум - 60310 (битум, полимеризованный и стабилизированный продувкой воздуха, он более устойчив к неблагоприятным погодным условиям, определение см. Глоссарий в *Инструкциях по представлению докладов - Примечание переводчика*); дорожный асфальт - 40611; листовое и не листовое (перевозимое в коробках) стекло - 33014 и 33015 соответственно (EMEP/CORINAIR, 1996).

### 2.7.1 Производство кровельного битума

#### 2.7.1.1 Методология оценки эмиссий НМУ и СО

Эмиссии, связанные с производством кровельного битума, могут быть рассчитаны по данным об общем национальном производстве этого продукта. Коэффициенты эмиссии, приведенные в таблице 2-2, взяты из Руководства EMEP/CORINAIR (SNAP 40610) и используются, если нет лучших данных.

ТАБЛИЦА 2-2 КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРОВЕЛЬНОГО БИТУМА (КГ/ТОННУ ПРОДУКТА) <sup>а</sup>		
	Коэффициент эмиссии (Насыщение с распылением)	Коэффициент эмиссии (Насыщение без распыления)
НМУ	0,13 - 0,16	0,046 - 0,049
СО	НД	0,0095
НД = нет данных		
<sup>а</sup> Не имеется данных по эмиссиям СО при насыщении наполнителя битумом с помощью процесса распыления. Предполагалось, что эмиссии будут теми же, как при процессе с насыщением только пропиткой.		

Производство окисленного битума - это процесс полимеризации и стабилизации асфальтового продукта, чтобы улучшить его устойчивость к погодным условиям. Этот вид деятельности приводит к эмиссиям НМУ. Типичные коэффициенты эмиссии, приведенные в таблице 2-3, взяты из Руководства EMEP/CORINAIR и применяются, если нет лучших данных. Можно предположить, что все асфальтовые продукты, не используемые как дорожный асфальт, будут окисленным битумом.

ТАБЛИЦА 2-3 КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА ОКИСЛЕННОГО БИТУМА (КГ/ТОННУ ПРОДУКТА)		
	Коэффициент эмиссии (с дожиганием для снижения эмиссии)	Коэффициент эмиссии (без специальных мер по снижению эмиссии)
НМУ	0,1	2,4

### 2.7.2 Покрытие дорог асфальтом

#### Введение

Покрытие асфальтированных дорог состоит из спрессованной затвердевшей массы из наполнителя и асфальта. НМУ выбрасываются на асфальтовых заводах при его производстве, выделяются во время покрытия дорог и в дальнейшем выделяются из дорожных покрытий.

#### 2.7.2.1 Методология оценки эмиссии НМУ

##### ПЕРЕВОДНОЙ КОЭФФИЦИЕНТ

Если неизвестно количество тонн дорожного асфальта, а известна площадь, которую он покрывает, то может использоваться переводной коэффициент равный 100 кг асфальта на м<sup>2</sup> поверхности дорог.

Эмиссии НМУ зависят от типа асфальта (медленное, среднее или быстрое отверждение) и от количества так называемого разжижителя. Рекомендуемым коэффициентом эмиссии (если нет лучших данных) считается 320 кг НМУ на тонну дорожного покрытия (источники см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*). Количество использованного разжижителя обычно меньше в теплых странах, чем в холодных, поэтому более низкие коэффициенты эмиссии могут быть в теплых странах.

### 2.7.3 Производство других минеральных продуктов

#### Введение

Может быть ряд других процессов производства минеральных продуктов, при которых в атмосферу выбрасываются рассматриваемые нами вещества. Вероятно, эти процессы не являются существенными источниками эмиссии в глобальном масштабе, однако они могут быть важными на национальном или местном уровнях. Имеется лишь ограниченная информация о таких эмиссиях.

#### 2.7.3.1 Методология оценки эмиссий (НМУ и SO<sub>2</sub>), связанных с другими минеральными продуктами

##### Производство пемзы

Производство пемзы похоже на цементное производство, при котором идут эмиссии SO<sub>2</sub>, связанные с использованием топлива и с содержащейся в глине сере. Приблизительно 45 процентов SO<sub>2</sub>, образующейся при этом процессе, будет законсервировано в готовом продукте. Коэффициент эмиссии, равный приблизительно 0,5 килограмма SO<sub>2</sub>/тонну продукта, должен применяться, если отсутствует конкретная информация по тому или иному заводу (источники см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*).



## Производство стекла

НМУ могут выбрасываться при производстве стекла. Был получен коэффициент эмиссии равный 4,5 кг на тонну продукта (источники см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*).

## Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-5, ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ.

### ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ НМУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КРОВЕЛЬНОГО БИТУМА

- 1 Оцените количество произведенного кровельного битума и внесите это значение в тоннах в колонку А.
- 2 С учетом процессов насыщения внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии из таблицы 2-2.  
Для производства окисленного битума внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии из таблицы 2-3.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах НМУ, внесите полученную величину в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы НМУ, внесите результат в колонку D.
- 5 Чтобы получить общие эмиссии НМУ, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку колонки.

### ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ СО, СВЯЗАННЫХ С ПРОИЗВОДСТВОМ КРОВЕЛЬНОГО БИТУМА

- 1 Оцените количество произведенного кровельного битума и внесите это значение в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите соответствующий коэффициент эмиссии из таблицы 2-2 в колонку В.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах СО, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы СО, внесите произведение в колонку D.

### ШАГ 3 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ НМУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ДОРОЖНОГО АСФАЛЬТА

- 1 Оцените количество использовавшегося в течение года материала для покрытия дорог (по каждому из источников эмиссии) и внесите полученное значение в тоннах в колонку А.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЛИСТА

- Скопируйте Рабочий лист в конце этого раздела, чтобы заполнить его данными инвентаризации.
- Храните оригинал бланка Рабочего листа, с тем, чтобы вы могли сделать дальнейшие копии, если это потребуетс...

- 2 Внесите в колонку В коэффициент эмиссии равный 320 кг НМУ на тонну дорожного асфальта.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии НМУ в килограммах, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы НМУ, внесите произведение в колонку D.
- 5 Чтобы получить общее количество НМУ, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку этой же колонки.

### ШАГ 4 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ НМУ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛА

- 1 Оцените количество произведенного стекла (по типам) и внесите полученное значение в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии для производства стекла (в килограммах НМУ на тонну произведенного продукта), при отсутствии лучших данных используйте значение 4,5 кг НМУ на тонну.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии НМУ в килограммах, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы НМУ, внесите произведение в колонку D.
- 5 Чтобы получить общую величину эмиссии НМУ, сложите значения в колонке D и внесите сумму в нижнюю ячейку этой же колонки.

### ШАГ 5 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ SO<sub>2</sub> ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕМЗЫ

- 1 Оцените количество произведенной пемзы и внесите это значение в тоннах в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В коэффициент эмиссии при производстве пемзы (в килограммах SO<sub>2</sub> на тонну произведенного продукта), при отсутствии лучших данных используйте величину 0,5 кг SO<sub>2</sub> на тонну.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в килограммах SO<sub>2</sub>, внесите произведение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы SO<sub>2</sub>, и внесите полученное значение в колонку D.



## 2.8 Производство аммиака

### Введение

Во многих случаях аммиачный ангидрид производится путем каталитического выпаривания из природного газа (главным образом из  $\text{CH}_4$ ) или из других видов ископаемого топлива. На большинстве предприятий в качестве сырья используется природный газ, в то время как другие виды топлива (например, тяжелые фракции нефти) могут использоваться в процессах, связанных с частичным окислением продукта. При производстве аммиака ( $\text{NH}_3$ ) водород отделяется химическим путем и соединяется с азотом. Остающийся углерод в конечном счете выделяется как  $\text{CO}_2$ .

Во время производства аммиака могут также возникать эмиссии  $\text{NO}_x$ ,  $\text{HMY}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{SO}_2$ .

### Источники данных

Обычно в стране существует только небольшое количество производящих аммиак предприятий. Поэтому рекомендуется, чтобы оценка эмиссии базировалась на конкретных данных того или иного завода или других местных данных. Международные данные о производстве аммиака имеются в публикациях Организации Объединенных Наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). В Стандартной номенклатуре данных по загрязнению воздуха (SNAP) кодовый номер для аммиака - 40403 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.8.1 Методология оценки эмиссий $\text{CO}_2$

Эмиссии  $\text{CO}_2$  будут зависеть от количества и состава газа (или нефти), использовавшегося в процессе. Предполагается, что весь углерод будет выбрасываться в атмосферу.

Наиболее точный метод определения эмиссии - по потреблению газа. Содержание углерода в природном газе может варьироваться, поэтому рекомендуется определять его для каждого предприятия. Например, канадские данные (источники см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*) дают  $812 \text{ м}^3$  газа/тону  $\text{NH}_3$  и  $0,525 \text{ кг}$  углерода/ $\text{м}^3$  газа.

Если потребление газа не известно, то в качестве альтернативы производится расчет по производству аммиака. Типичный коэффициент эмиссии -  $1,5 \text{ т CO}_2$  на тону произведенного  $\text{NH}_3$ , не считая газа, использовавшегося в качестве топлива (источники см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*). Используемый в качестве топлива газ должен быть исключен в любом случае даже, если предполагается использовать совсем другие данные о коэффициентах эмиссии. Эта величина зависит от содержания углерода в сырье.

$\text{CO}_2$ , образующаяся при производстве аммиака, может использоваться для производства мочевины и сухого льда. Этот углерод связывается только на короткое время. Поэтому, не надо учитывать такое промежуточное накопление  $\text{CO}_2$ .

#### Двойной учет

Для того, чтобы избежать двойного учета, количество использованной нефти или газа должно быть вычтено из количества, учитываемого при расчетах их энергетического и неэнергетического использования в главе Энергетика.

## 2.8.2 Методология оценки эмиссий НМУ, CO и SO<sub>2</sub>

В таблице 2-4 даны типичные значения коэффициентов эмиссии (использующиеся, если нет лучших данных) для предприятий, где нет улавливания этих загрязняющих веществ.

Таблица 2-4 Коэффициенты эмиссии, связанные с производством аммиака (кг/тону продукта)		
ОРГ <sup>a</sup>	CO	SO <sub>2</sub>
4,7	7,9	0,03
<sup>a</sup> Общее значение для органических соединений.		

Производство аммиака может быть источником эмиссии NO<sub>x</sub>. Однако, в связи с отсутствием данных по оценке эмиссии NO<sub>x</sub>, какой-либо метод оценки здесь не рекомендуется.

### Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-6 ПРОИЗВОДСТВО АММИАКА. Предлагаются два метода оценки эмиссии CO<sub>2</sub>: метод Ряда 1a - Оценка эмиссии по потреблению газа и метод Ряда 1b - Оценка эмиссии по производству аммиака.

#### *Ряд 1a - основанный на потреблении газа*

##### ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO<sub>2</sub>

- 1 Сделайте оценку количества потребленного газа (в м<sup>3</sup>) при производстве аммиака и внесите это значение в колонку А. Если данных не имеется, перейдите к Ряду 1b: Оценка эмиссии по производству аммиака.
- 2 Внесите в колонку В данные о содержании углерода в газе, в кг углерода на м<sup>3</sup> газа.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В и на коэффициент в колонке С (соотношение молекулярных весов CO<sub>2</sub> и углерода), чтобы получить величину эмиссии в кг CO<sub>2</sub>, внесите это значение в колонку D.
- 4 Разделите значение в колонке D на 10<sup>6</sup>, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO<sub>2</sub>, внесите результат в колонку E.

#### *Ряд 1b - основанный на потреблении аммиака*

##### ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO<sub>2</sub>

- 1 Сделайте оценку количества произведенного аммиака в тоннах и внесите это значение в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии в тоннах CO<sub>2</sub> на тонну произведенного аммиака. Типичный





- коэффициент эмиссии, если нет лучших данных, - 1,5 т CO<sub>2</sub>/т произведенного NH<sub>3</sub>.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить величину эмиссии в тоннах CO<sub>2</sub>, внесите полученное значение в колонку С.
  - 4 Разделите значение в колонке С на 10<sup>3</sup>, чтобы преобразовать его в гигаграммы CO<sub>2</sub>, внесите произведение в колонку D.

### ШАГ 3 ОЦЕНКА ЭМИССИЙ НМУ, СО И SO<sub>2</sub>

- 1 Сделайте оценку количества произведенного аммиака в тоннах и внесите полученное значение в колонку А по каждому газу: НМУ, СО и SO<sub>2</sub>.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии для каждого газа: НМУ, СО и SO<sub>2</sub>, как это показано в таблице 2-4, в кг на тонну произведенного аммиака.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии в кг, и внесите в колонку С соответствующее значение для каждого газа: НМУ, СО и SO<sub>2</sub>.
- 4 Разделите значения в колонке С на 10<sup>6</sup>, чтобы преобразовать их в гигаграммы для каждого газа: НМУ, СО и SO<sub>2</sub>, и внесите результаты в колонку D.

## 2.9 Производство азотной кислоты

### Введение

Производство азотной кислоты (HNO<sub>3</sub>) вызывает эмиссии закиси азота (N<sub>2</sub>O) как побочного продукта каталитического окисления аммиака (NH<sub>3</sub>) при высоких температурах.

### Источники данных

Обычно в каждой стране имеется только несколько предприятий, производящих азотную кислоту. Поэтому, данные по эмиссиям часто имеются в наличии. Эти данные также учитывают эффект от применения на конкретных предприятиях технологического оборудования, позволяющего снижать выбросы. В стандартной номенклатуре данных по загрязнению воздуха (SNAP) кодовым номером для производства азотной кислоты является 40402 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.9.1 Методология оценки эмиссии N<sub>2</sub>O

Эмиссии следует рассчитывать по данным о производстве азотной кислоты внутри страны и с помощью определенных коэффициентов, основанных на применении конкретных технологий. В таблице 2-5 приводятся примеры коэффициентов эмиссии для предприятий, производящих азотную кислоту, которые определены путем измерений. Уровни эмиссии зависят от технологии и условий производства.

## КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ

Если имеются данные измерений, эмиссии определяются путем умножения коэффициента эмиссии на количество произведенной продукции. В качестве коэффициентов должны быть выбраны более высокие значения из соответствующего диапазона.

ТАБЛИЦА 2-5 КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ N <sub>2</sub> O, СВЯЗАННЫЕ С ПРОИЗВОДСТВОМ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ	
	Коэффициент эмиссии кг N <sub>2</sub> O/тонну азотной кислоты
США	2-9 <sup>a</sup>
Норвегия: - современные предприятия, интегрированные технологии	<2
- предприятия, применяющие технологии под атмосферным давлением	4-5
- предприятия, применяющие технологии с повышенным давлением	6-7,5
Япония	2,2-5,7
<sup>a</sup> Коэффициенты эмиссии, достигающие 19 кг N <sub>2</sub> O / тонну азотной кислоты, применяются для предприятий, не имеющих оборудования для неселективного каталитического сокращения выбросов (NSCR) (источник см. ссылку на NGGI в Справочном руководстве Пересмотренных Руководящих принципов МГЭИК, 1996).	

## 2.9.2 Методология оценки эмиссии NO<sub>x</sub>

Азотная кислота производится путем каталитического окисления аммиака. В дополнение к описанным выше эмиссиям N<sub>2</sub>O, могут быть эмиссии NO<sub>x</sub>, не связанные со сжиганием топлива.

Эмиссии определяются по количеству произведенной азотной кислоты. Коэффициент эмиссии умножается на объем производства азотной кислоты. В таблице 2-6 приводятся оценки коэффициентов эмиссии для NO<sub>x</sub>. Если не известны детали процесса или технологии, необходимо использовать значение 12,0 кг NO<sub>x</sub>/тонну азотной кислоты.

ТАБЛИЦА 2-6 КОЭФФИЦИЕНТЫ ЭМИССИИ NO <sub>x</sub> , СВЯЗАННЫЕ С ПРОИЗВОДСТВОМ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ	
Процесс	Коэффициент эмиссии кг NO <sub>x</sub> /т азотной кислоты
Производство концентрированной кислоты	0,1 - 1
Процесс под низким давлением	10 - 20

## Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-7 ПРОИЗВОДСТВО АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ.

## ОЦЕНКА ЭМИССИЙ N<sub>2</sub>O И NO<sub>x</sub>

- 1 Сделайте оценку количества произведенной азотной кислоты в тоннах и внесите полученное значение в колонку А.



- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии для каждого газа (в кг на тонну произведенной азотной кислоты). Коэффициенты эмиссии: см. таблицу 2-5 для  $N_2O$  и таблицу 2-6 для  $NO_x$ .
- 3 Умножьте значения в колонке А на значения в колонке В, чтобы получить величины эмиссий газов в кг, внесите произведения в колонку С для каждого газа отдельно.
- 4 Разделите значения в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать их в гиграграммы каждого газа, внесите результаты в колонку D.

## 2.10 Производство адипиновой кислоты

### Введение

Адипиновая кислота является дикарбоксилевой кислотой, производимой из смеси циклогексана/циклогексанола, окисляемой азотной кислотой.  $N_2O$  выделяется как попутный продукт на стадии окисления.

Производство адипиновой кислоты также приводит к эмиссиям  $NO_x$ , НМУ и СО. Оценка эмиссии при производстве адипиновой кислоты зависит от методов улавливания загрязняющих веществ.

### Источники данных

Международные данные имеются в публикациях Организации Объединенных Наций (1988) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988). В Стандартной номенклатуре данных по загрязнению воздуха (SNAP) кодовым номером для производства адипиновой кислоты является 40521 (EMEP/CORINAIR, 1996).

#### 2.10.1 Методология оценки эмиссии $N_2O$

Производство адипиновой кислоты приводит к эмиссии  $N_2O$  в количестве 300 г  $N_2O$ /кг произведенной адипиновой кислоты (при отсутствии специального улавливания).

#### 2.10.2 Методология оценки эмиссий $NO_x$ , НМУ и СО

В Руководстве EMEP/CORINAIR отмечается, что в дополнение к эмиссиям  $N_2O$  могут иметься и эмиссии  $NO_x$ , НМУ и СО, однако в настоящее время не предлагается коэффициентов эмиссии. Коэффициенты эмиссии, рекомендуемые Агентством по охране окружающей среды США, приводятся в таблице 2-7 (источник см. *Справочное руководство Пересмотренных Руководящих принципов национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 1996*).

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Существует ряд возможностей уменьшения эмиссий с помощью соответствующего оборудования. Любое такое сокращение эмиссии  $N_2O$  должно оцениваться, по возможности, на основе конкретных данных по тому или иному предприятию.

NO <sub>x</sub>	НМУ	СО
8,1	43,3	34,4

## Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-8 ПРОИЗВОДСТВО АДПИНОВОЙ КИСЛОТЫ.

## ОЦЕНКА ЭМИССИЙ N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>, НМУ И СО

- 1 Сделайте оценку количества произведенной адипиновой кислоты в тоннах и внесите полученное значение в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии (в кг на тонну произведенной адипиновой кислоты). Для N<sub>2</sub>O может использоваться типичное значение в 300 кг N<sub>2</sub>O/т произведенной адипиновой кислоты. Для NO<sub>x</sub>, НМУ и СО типичные значения даны в таблице 2-7.
- 3 Умножьте значения в колонке А на значения в колонке В, чтобы получить величины эмиссий газов в кг, внесите произведения в колонку С.
- 4 Разделите значения в колонке С на 10<sup>6</sup>, чтобы преобразовать их в гигаграммы, внесите полученные значения в колонку D для каждого газа отдельно.

## 2.11 Производство карбида

### Введение

Производство карбида может приводить к эмиссиям CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, СО и SO<sub>2</sub>.

### Источники данных

Международные данные имеются в публикациях Организации Объединенных Наций (1988 г.) и Бюро горнодобывающей промышленности США (1988 г.). Производство карбида не включено в Стандартную номенклатуру данных по загрязнению воздуха (SNAP) (EMEP/CORINAIR, 1996 г.).

### 2.11.1 Методология оценки эмиссий CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub>, связанных с производством карбида кремния

#### Эмиссии CO<sub>2</sub>

При производстве карбида кремния CO<sub>2</sub> выделяется как попутный продукт, возникающий при реакции между кварцем и углеродом. Нефтяной кокс используется в качестве источника углерода. Типичный



коэффициент эмиссии, полученный на основе данных норвежских предприятий, составляет 2,3 тонны CO<sub>2</sub>/тонну кокса.

#### Эмиссии CH<sub>4</sub>

Нефтяной кокс, используемый в этом процессе, может содержать летучие вещества, который будут образовывать CH<sub>4</sub>. Часть этого CH<sub>4</sub> будет выброшена в атмосферу, в частности в начале процесса. Измерения на норвежских предприятиях дают типичные коэффициенты эмиссии равные 10,2 кг CH<sub>4</sub>/тонну нефтяного кокса или 11,6 кг CH<sub>4</sub>/тонну произведенного карбида.

### 2.11.2 Методология оценки эмиссий CO<sub>2</sub>, связанных с производством карбида кальция

Карбид кальция производится путем прокаливания карбоната кальция (CaCO<sub>3</sub>) и последующего восстановления (процесс обратный окислению - *Примечание переводчика*) извести (CaO) углеродом (например, нефтяным коксом). Оба этапа ведут к эмиссии CO<sub>2</sub>.

Для оценки предлагаются коэффициенты эмиссии из таблицы 2-8.

Эмиссии могут рассчитываться по данным о использовании сырья (известняка и кокса). Известняк содержит около 98 процентов CaCO<sub>3</sub>. Чтобы произвести 1 тонну карбида, нужны 1750 кг известняка (или 950 кг CaO) и 640 кг специальных восстановителей (включая и 20 кг углеродных электродов).

Известняк	0,76	тонн CO <sub>2</sub> /тонну карбида
Восстановление	1,090	тонн CO <sub>2</sub> /тонну карбида
Использование продукта	1,100	тонн CO <sub>2</sub> /тонну карбида

#### Заполнение Рабочего листа

В данном подмодуле для записи данных используйте РАБОЧИЙ ЛИСТ 2-9 ПРОИЗВОДСТВО КАРБИДА. Если количество потребленного кокса неизвестно, эмиссии CO<sub>2</sub> могут быть определены по данным о производстве карбида. См. метод, предлагаемый для производства карбида кальция.

Для эмиссии CH<sub>4</sub> от карбида кремния существуют два метода:

- Ряд 1a, основанный на потреблении нефтяного кокса; и,
- Ряд 1b, основанный на данных о производстве карбида кремния.

#### КАРБИД КАЛЬЦИЯ

Имейте в виду, что CaO (известь) может не производиться на карбидных предприятиях. В этом случае, эмиссии от стадии производства CaO должны сообщаться как эмиссии при производстве извести (Раздел 2.4) и только эмиссии на стадии восстановления и использования продукта должны сообщаться как эмиссии при производстве карбида кальция.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАБОЧЕГО ЛИСТА

- Скопируйте Рабочий лист в конце этого Раздела, чтобы записывать данные инвентаризации.
- Храните оригинал бланка Рабочего листа, чтобы Вы могли сделать новые копии, если они потребуются.

## Карбид кремния

### ШАГ 1 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CO<sub>2</sub> ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ

- 1 Оцените потребление кокса в тоннах и внесите эту величину в колонку А.
- 2 Внесите содержание углерода в коксе (в процентах) в колонку В. Может использоваться типичное значение равное 97 процентам.
- 3 Внесите углерод, содержащийся в продукте (в процентах) в колонку С. Если других данных не имеется, может использоваться значение равное 35 процентам.
- 4 Чтобы получить эмиссии CO<sub>2</sub> в тоннах, умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, на 100 минус значение в колонке С, и на коэффициент  $3,67 \times 10^{-4}$ , внесите полученное произведение в колонку D.
- 5 Разделите значение в колонке D на  $10^3$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы CO<sub>2</sub>, внесите результат в колонку E.

#### *Ряд 1a - основанный на потреблении нефтяного кокса*

### ШАГ 2 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CH<sub>4</sub> ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ - Ряд 1a

- 1 Сделайте оценку количества потребленного нефтяного кокса в тоннах и внесите полученное значение в колонку А.
- 2 Внесите в колонку В соответствующий коэффициент эмиссии в кг CH<sub>4</sub> на тонну потребленного нефтяного кокса. Используйте типичный коэффициент эмиссии - 10,2 кг CH<sub>4</sub>/тонну нефтяного кокса, если другой информации не имеется.
- 3 Умножьте значение в колонке А на значение в колонке В, чтобы получить эмиссии CH<sub>4</sub> в кг, внесите полученное значение в колонку С.
- 4 Разделите значение в колонке С на  $10^6$ , чтобы преобразовать его в гигаграммы CH<sub>4</sub>, и внесите результат в колонку D.

#### *Ряд 1b - основанный на производстве карбида кремния*

### ШАГ 3 ОЦЕНКА ЭМИССИИ CH<sub>4</sub> ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАРБИДА КРЕМНИЯ - Ряд 1b

- 1 Сделайте оценку количества произведенного карбида кремния в тоннах и внесите полученное значение в колонку А.