

ГЛАВА 5

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПЛИВА

Авторы

Джоз Г. Дж. Оливер (Нидерланды)

Доменико Гаудиозо (Италия), Майкл Гилленвотер (США), Чи Ха (Канада), Лив Хокстад (США), Томас Мартинсен (Норвегия), Мартен Нилис (Нидерланды), Хи-чун Пак (Республика Корея) и Тимоти Симмонс (Соединённое Королевство)

Сотрудничающие авторы

Мартин Пател (Нидерланды)

Содержание

5	Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива.....	5.5
5.1	Введение	5.5
5.2	Использование смазочных материалов	5.6
5.2.1	Введение	5.6
5.2.2	Вопросы методологии.....	5.6
5.2.2.1	Выбор метода	5.7
5.2.2.2	Выбор коэффициентов выбросов	5.9
5.2.2.3	Выбор данных о деятельности	5.10
5.2.2.4	Полнота.....	5.10
5.2.2.5	Разработка согласованного временного ряда.....	5.10
5.2.3	Оценка неопределённостей	5.10
5.2.3.1	Неопределённости коэффициентов выбросов	5.10
5.2.3.2	Неопределённости данных о деятельности	5.11
5.2.4	Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация.....	5.11
5.2.4.1	Обеспечение качества/контроль качества	5.11
5.2.4.2	Отчетность и документация.....	5.11
5.3	Использование твёрдых парафинов	5.11
5.3.1	Введение	5.11
5.3.2	Вопросы методологии.....	5.12
5.3.2.1	Выбор метода	5.12
5.3.2.2	Выбор коэффициентов выбросов	5.13
5.3.2.3	Выбор данных о деятельности	5.13
5.3.2.4	Полнота.....	5.14
5.3.2.5	Разработка согласованного временного ряда.....	5.14
5.3.3	Оценка неопределённостей	5.14
5.3.3.1	Неопределённости коэффициентов выбросов	5.14
5.3.3.2	Неопределённости данных о деятельности	5.14
5.3.4	Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация.....	5.14
5.3.4.1	Обеспечение качества/контроль качества	5.14
5.3.4.2	Отчетность и документация.....	5.15
5.4	Производство и использование асфальта.....	5.15
5.4.1	Введение	5.15
5.4.2	Вопросы методологии.....	5.15
5.4.3	Полнота	5.17
5.4.4	Оценка неопределённостей	5.17
5.4.5	Отчетность и документация	5.18

5.5	Использование растворителей	5.18
5.5.1	Введение	5.18
5.5.2	Полнота	5.19
5.5.3	Разработка согласованного временного ряда	5.19
5.5.4	Оценка неопределённостей	5.19
Ссылки	5.20

Уравнения

Уравнение 5.1	Базовая формула для расчёта выбросов CO ₂ неэнергетического использования продуктов.....	5.5
Уравнение 5.2	Смазочные материалы – метод уровня 1	5.8
Уравнение 5.3	Смазочные материалы – метод уровня 2	5.9
Уравнение 5.4	Парафины – метод уровня 1	5.12
Уравнение 5.5	Парафины – метод уровня 2.....	5.12

Рисунки

Рисунок 5.1	Распределение выбросов от смазочных материалов и парафинов по секторам.	5.7
Рисунок 5.2	Схема принятия решений по оценке выбросов CO ₂ от неэнергетического использования смазочных материалов	5.8
Рисунок 5.3	Схема принятия решений по оценке выбросов CO ₂ от неэнергетического использования твёрдых парафинов.....	5.13

Таблицы

Таблица 5.1	Неэнергетические виды использования топлива и других химических продуктов	5.6
Таблица 5.2	Коэффициенты ОПИ по умолчанию для смазочных масел, консистентных смазок и смазочных материалов в целом	5.9

Блок

Блок 5.1	Производство и использование асфальта	5.16
----------	---------------------------------------------	------

5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ И НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПЛИВА

5.1 ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе рассмотрены методы оценки выбросов от первого использования ископаемых видов топлива как продуктов для первичного использования, за исключением (а) сжигания с целью получения энергии и (б) применения в качестве исходного сырья или восстановителя. Методы учёта выбросов от последних двух источников описаны в главах, посвящённых химической промышленности (глава 3) и металлургии (глава 4).

Данная глава охватывает такие продукты, как смазочные материалы, твердые парафины, битум/асфальт и растворители. Выбросы от дальнейшего применения или утилизации продуктов после использования (например, сжигание отработанных масел и смазок) учитываются в секторе «Отходы», если они сжигаются, и в секторе «Энергетика», если из них извлекают энергию.

В целом методы расчёта выбросов диоксида углерода (CO₂) от использования неэнергетических продуктов подчиняются базовой формуле, в которой коэффициент выбросов состоит из коэффициента углеродного содержания и коэффициента, который отражает долю ископаемого углерода, которая окисляется в процессе использования (ОПИ), т.е. ту долю смазочных материалов, которая фактически сгорает в камере сгорания двигателя. Эта концепция применима только к окислению во время первого использования смазочных материалов и твёрдых парафинов и не применима к последующему использованию (т.е. к извлечению энергии):

УРАВНЕНИЕ 5.1
БАЗОВАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЁТА ВЫБРОСОВ CO₂ НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ

$$\text{Выбросы CO}_2 = \sum_i (\text{НИТ}_i \cdot \text{СС}_i \cdot \text{ОПИ}_i) \cdot 44 / 12$$

Где

Выбросы CO₂ = выбросы CO₂ от неэнергетического использования продуктов, тонны CO₂

НИТ_{*i*} = неэнергетическое использование топлива *i*, ТДж

СС_{*i*} = углеродное содержание топлива *i*, тонны C/TJ (=кг C/ГДж)

ОПИ_{*i*} = коэффициент ОПИ для топлива *i*, дробь

44/12 = отношение молекулярной массы CO₂/C

Производство и использование асфальта для дорожных и кровельных покрытий и использование растворителей, полученных из нефти и угля, не является источником выбросов прямых парниковых газов, либо эти выбросы ничтожно малы. Тем не менее, они включены в данную главу, поскольку они иногда представляют реальный источник выбросов летучих неметановых органических соединений и монооксида углерода (CO), которые, в конечном счете, окисляются до CO₂ в атмосфере. Результирующий вклад CO₂ можно оценить на основании выбросов этих не-CO₂ газов (см. раздел 7.2.1.5 тома 1). Выбросы от использования растворителей могут давать некоторый вклад, в отличие от практически нулевых выбросов от асфальта. Выбросы от других неэнергетических продуктов ископаемого топлива, которые здесь не рассматриваются, будут включены в подкатегорию 2D4 'Прочее'.

В некоторых случаях в этой категории источников имеется опасность двойного учёта или частичного упущения выбросов CO₂. В последующих разделах будут даны чёткие указания на такие случаи; они должны подвергаться перекрёстной проверке во избежание двойного учёта.

Выбросы метана (CH₄) от видов деятельности, которые рассматриваются в данной главе, считаются небольшими или вовсе отсутствуют. Несмотря на то, что некоторое количество CH₄ улетает в атмосферу при производстве асфальта и при строительстве дорожных покрытий, мы не предлагаем метода оценки выбросов CH₄, поскольку эти выбросы считаются весьма незначительными.

В разделе 4.1 главы 1 этого тома содержится руководство по оценке согласованности и полноты углеродных выбросов от неэнергетического и сырьевого использования топлива: (а) методом проверки того, что требования по количеству неэнергетического/исходного сырья для процесса, включенного в инвентаризацию, сбалансированы с поставкой неэнергетического/исходного сырья по данным национальной энергетической статистики; (б) методом проверки того, что рассчитанное по восходящей схеме количество выбросов CO₂, связанных с неэнергетическим использованием/исходным сырьём, является полным и непротиворечивым для разных подкатегорий; (с) методом документирования и оформления отчётности о распределении этих выбросов в инвентаризации. Источники, описанные в данной главе, должны быть проверены на полноту учёта выбросов ископаемого CO₂ от неэнергетических источников и на правильность распределения по разделам кадастра.

ТАБЛИЦА 5.1			
НЕЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ВИДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА И ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ			
Типы используемого топлива	Примеры неэнергетического использования	Газы, рассматриваемые в этой главе	
		CO₂	ЛНОС, СО
Смазочные материалы	Смазочные материалы, применяемые в промышленности и транспорте; раздел 5.2	X	
Твёрдые парафины	Свечи, ящики с гофрированными стенками, бумажные покрытия, проклейка плит, адгезивы, пищевая промышленность, упаковка; раздел 5.3	X	
Битум; дорожное масло и другие углеводородные разбавители	Применяются при производстве асфальта для покрытия дорог, кровельных работ и т.д.; раздел 5.4		X
Уайт-спирит ¹ , керосин ² , некоторые ароматические соединения	В качестве растворителя, например для лакокрасочных покрытий, химической чистки; раздел 5.5		X

5.2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

5.2.1 Введение

Смазочные материалы применяются в основном в промышленности и на транспорте. Смазочные материалы получают либо на нефтеперегонных заводах выделением из сырой нефти или на нефтехимических предприятиях. Их можно подразделить на (а) моторные масла и индустриальные масла и (б) консистентные смазки, которые отличаются по физическим характеристикам (например, по вязкости), промышленному применению и поведению в окружающей среде.

5.2.2 Вопросы методологии

Использование смазочных материалов в двигателях обусловлено в первую очередь их смазочными свойствами; выбросы от такого применения считаются выбросами, не связанными со сжиганием, и относятся к сектору ППИП. Однако, в случае двухтактных двигателей, в которых смазка смешивается с другим топливом и сжигается вместе с ним в двигателе, выбросы следует рассчитывать и рассматривать как выбросы, связанные со сжиганием, в секторе «Энергетика» (см. том 2).

Трудно определить, какая часть смазки, потребляемая машинами и транспортными средствами, действительно была сожжена, произведя прямые выбросы CO₂, и какая часть была не полностью окислена с образованием в первую очередь выбросов ЛНОС и СО (за исключением двухтактных

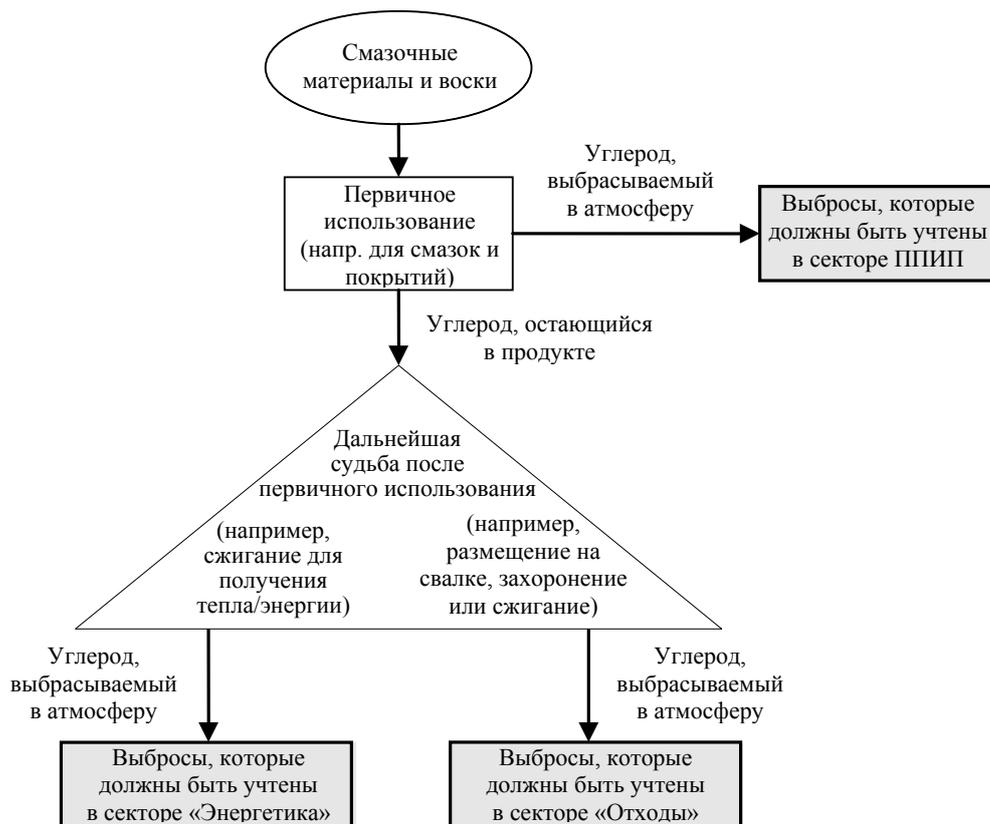
¹ Также известен под названиями нефтяной скипидар, петролейный эфир.

² Также имеет название парафин или парафиновые масла (Великобритания, Южная Африка).

двигателей, которые здесь не рассматриваются). По этой причине такие выбросы ЛНОС и СО очень редко бывают учтены в национальных кадастрах. Поэтому при расчёте выбросов CO_2 делают допущение о том, что всё количество смазочных материалов, потерянное в процессе их использования, полностью сгорело, и эти выбросы рассматриваются как выбросы CO_2 .

Законодательство и политика по размещению отработанного масла в большинстве стран Организации экономического сотрудничества и развития накладывает ограничения на захоронение и размещение на свалке, рекомендуя сбор отработанного масла в отдельных хранилищах. Небольшая часть смазочных материалов окисляется в процессе использования, но основные выбросы происходят при сборе отработанных смазок в конце их использования с последующим сжиганием, в соответствии с законодательством стран. Выбросы, связанные с обращением отработанных масел, должны быть учтены в секторе «Отходы» (или в секторе «Энергетика», если имеет место извлечение энергии). См. иллюстрацию на рисунке 5.1.

Рисунок 5.1 Распределение выбросов от смазочных материалов и парафинов по секторам.



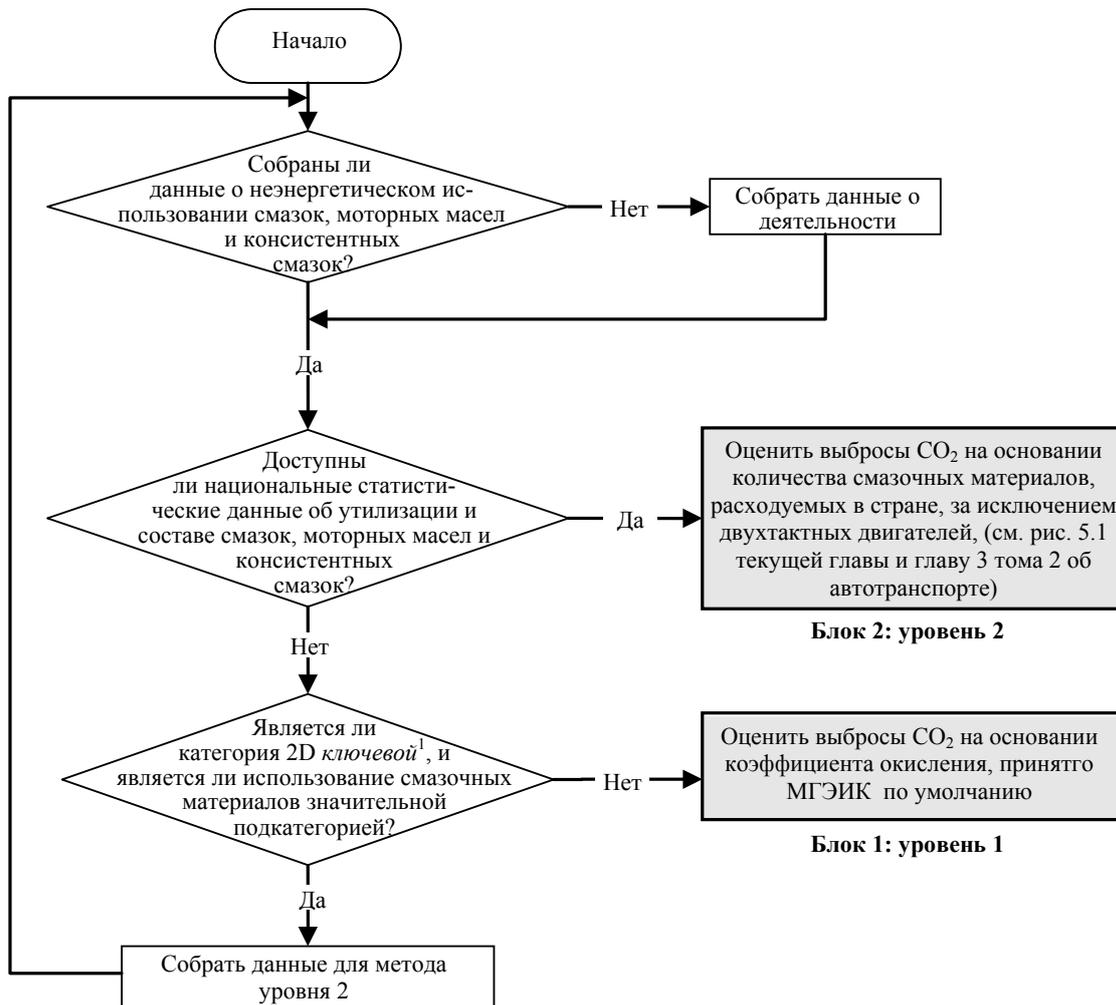
Поскольку выбросы CH_4 и N_2O очень невелики по сравнению с CO_2 , то при расчёте выбросов парниковых газов ими пренебрегают.

5.2.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

Имеется два методологических уровня определения выбросов от использования смазочных материалов. Уровни 1 и 2 в принципе применяют один и тот же аналитический подход, состоящий в том, что коэффициенты выбросов умножают на данные о количестве смазочных материалов, потребленных в стране (в единицах энергии, например в ТДж). В методе уровня 2 требуются данные о количестве различных типов смазочных материалов (за исключением количества, расходуемого двухтактными двигателями) и коэффициенты окисления при использовании (ОПИ), предпочтительно на уровне страны, тогда как в методе уровня 1 коэффициенты ОПИ по умолчанию умножают на суммарные данные о потреблении смазочных материалов (см. схему принятия решений, рисунок 5.2). Поскольку коэффициент ОПИ по умолчанию для консистентных смазок в четыре меньше, чем для смазочных масел, то в расчётах выбросов по методам более высокого уровня большое значение имеет определение

фактической доли для масел и консистентных смазок. Использование метода уровня 2 для *ключевой категории* соответствует *эффективной практике*.

Рисунок 5.2 Схема принятия решений по оценке выбросов CO₂ от неэнергетического использования смазочных материалов



Примечания:

1. О *ключевых категориях* и об использовании схемы принятия решений см. главу 4 тома 1 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) (комментарий в разделе 4.1.2 об ограниченных источниках).

Уровень 1. Выбросы CO₂ рассчитывают по уравнению 5.2 с использованием сгруппированных данных по умолчанию для ограниченного числа известных параметров и коэффициентов ОПИ, основанных на принятом по умолчанию соотношению масел и консистентных смазок (в ТДж):

УРАВНЕНИЕ 5.2
СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ – МЕТОД УРОВНЯ 1
Выбросы CO₂ = $LC \cdot CC_{\text{Смаз.мат.}} \cdot ОПИ_{\text{Смаз.мат.}} \cdot 44/12$

Где

Выбросы CO₂ = выбросы CO₂ от смазочных материалов, тонны CO₂

LC = суммарное потребление смазочных материалов, ТДж

CC_{Смаз.мат.} = углеродное содержание смазочных материалов (по умолчанию), тонны C/ТДж (=кг C/ГДж)

ОПИ_{Смаз.мат.} = коэффициент ОПИ (основанный на соотношении масел и консистентных смазок по умолчанию), дробь

44/12 = отношение молекулярной массы CO_2/C

Уровень 2. Метод уровня 2 для смазочных материалов использует то же уравнение, с той разницей, что применяются данные о потреблении по типам смазок (в единицах энергии, например, ТДж) и, предпочтительно, национальные коэффициенты выбросов. Коэффициенты выбросов учитывают углеродное содержание конкретных типов смазочных материалов и коэффициент ОПИ :

УРАВНЕНИЕ 5.3
СМАЗОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ – МЕТОД УРОВНЯ 2

$$\text{Выбросы } CO_2 = \sum_i (LC_i \cdot CC_i \cdot ОПИ_i) \cdot 44/12$$

Где

Выбросы CO_2 = выбросы CO_2 от смазочных материалов, тонны CO_2

LC_i = потребление смазочного материала типа i , ТДж

CC_i = углеродное содержание смазочного материала типа i , тонны C/TJ (=кг $C/TДж$)

$ОПИ_i$ = коэффициент ОПИ для смазочного материала типа i , дробь

44/12 = отношение молекулярной массы CO_2/C

Смазочные материалы i включают отдельно моторные масла/индустриальные масла и консистентные смазки, (но не включают количества, израсходованные в двухтактных двигателях).

В обоих уровнях могут быть использованы значения углеродного содержания по умолчанию, приведённые в томе 2 (глава 1, таблица 1.3) или национальные значения, если они известны.

5.2.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Коэффициент выбросов равен произведению удельного углеродного содержания (тонны $C/TДж$) на коэффициент ОПИ. Дальнейшее умножение на 44/12 (массовое отношение CO_2/C) даёт коэффициент выбросов, выраженный в тоннах $CO_2/TДж$. Для смазочных материалов углеродное содержание по умолчанию, рассчитанное по низшей теплотворной способности, равно 20,0 кг $C/TДж$. (см. таблицу 1.3 в главе 1 тома 2. Обратите внимание, что килограмм $C/TДж$ равен тонне $C/TДж$.) Считается, что в результате сжигания окисление протекает на 100% до CO_2 , при этом отсутствует длительное хранение углерода в форме золы или остатков горения. В процессе использования окисляется лишь небольшая часть смазочных масел (см. таблицу 5.2). Консистентные смазки окисляются в процессе использования ещё меньше. Коэффициенты ОПИ по умолчанию для масел (20%) и консистентных смазок (5%) основаны на ограниченном количестве данных (таблица 5.2).

ТАБЛИЦА 5.2 Коэффициенты ОПИ по умолчанию для смазочных масел, консистентных смазок и смазочных материалов в целом		
Смазочный материал/тип использования	Доля по умолчанию от общего количества смазочных материалов^a (%)	Коэффициент ОПИ
Смазочные масла (моторные/индустриальные масла)	90	0,2
Консистентные смазки	10	0,05
Для всех смазочных материалов, принятый по умолчанию МГЭИК^b		0,2
^a За исключением использования в двухтактных двигателях. ^b Предполагается, что 90% потребления составляют смазочные масла и 10%- консистентные смазки; округление до первой значащей цифры. Источник: Rinehart (2000).		

Уровень 1. Если известны только данные об общем потреблении всех смазочных материалов (т.е. без разделения на масла и консистентные смазки), то в методе уровня 1 используют средневзвешенный коэффициент ОПИ для всех смазочных материалов в целом. Если предположить, что 90 % смазок по

массе составляют масла и 10% - консистентные смазки, то применение этих весов к коэффициентам ОПИ для масел и консистентных смазок даёт общий коэффициент ОПИ 0,2 (с округлением) (см. таблицу 5.2). Коэффициент ОПИ затем можно применить к общему коэффициенту углеродного содержания для смазочных материалов (который может быть национальным или принятым по умолчанию), чтобы определить национальные выбросы от этого источника в том случае, если известны данные о потреблении смазочных материалов (уравнение 5.2).

Уровень 2. Для стран, для которых известны данные об удельных количествах смазочных материалов, использованных в качестве моторных /индустриальных масел и в качестве консистентных смазок, можно применять различные коэффициенты ОПИ – либо коэффициенты по умолчанию 0,2 и 0,05 соответственно, либо национальные коэффициенты ОПИ для жидких и консистентных смазок. Эти национальные и принятые по умолчанию коэффициенты ОПИ затем можно умножить на национальные коэффициенты углеродного содержания или единый коэффициент углеродного содержания смазочных материалов, принятый МГЭИК по умолчанию, чтобы определить национальные выбросы (уравнение 5.3).

5.2.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для оценки выбросов требуются данные о неэнергетическом использовании смазочных материалов, при этом данные о деятельности выражаются в единицах энергии (ТДж). Для перевода данных о потреблении в единицах массы (например, в тоннах) в общепринятые единицы энергии (например, в ТДж, на основании низшей теплотворной способности) необходимы коэффициенты теплотворной способности (см. специальное руководство в разделе 1.4.1.2 главы 1 тома 2 (Энергетика)). Основные данные о неэнергетических продуктах, используемых в стране, можно получить на основании данных о производстве, импорте и экспорте и соотношении энергетического/неэнергетического использования в национальных статистиках. Может потребоваться дополнительная информация для определения количества смазочных материалов, используемых в двухтактных двигателях, которое должно быть исключено из расчётов этой категории источников уровня 2. Для метода уровня 2 необходимо знать отдельно данные о потреблении моторных/индустриальных масел и консистентных смазок. Руководство по сбору данных о смазочных материалах, используемых в двухтактных двигателях, см. в главе 3, посвящённой автомобильному транспорту, тома 2 (Энергетика).

5.2.2.4 ПОЛНОТА

Выбросы от использования смазочных материалов в двухтактных двигателях следует учитывать в секторе «Энергетика». Все выбросы, которые происходят в результате сжигания отработанных материалов или в результате разложения на свалке следует учитывать отдельно - в секторе «Отходы» (или в секторе «Энергетика», если отходы сжигались с целью получения энергии). Для того чтобы не допустить двойного учёта и гарантировать полноту, следует сделать перекрестную проверку правильности отнесения выбросов, не связанных со сжиганием смазочных материалов, с сектором «Энергетика» и сектором «Отходы».

5.2.2.5 РАЗРАБОТКА СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Расчёт выбросов от смазочных материалов следует проводить с использованием одного и того же метода для каждого года временного ряда.

5.2.3 Оценка неопределённостей

5.2.3.1 НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Представленные коэффициенты ОПИ, принятые по умолчанию, характеризуются высокой неопределённостью, поскольку они основаны на ограниченных данных о типичных скоростях окисления *смазочных материалов*. По оценкам экспертов неопределённость коэффициентов по умолчанию равна 50%.

Коэффициенты углеродного содержания основаны на двух работах, которые были посвящены исследованию углеродного содержания и теплотворной способности смазочных материалов; на основании этих публикаций диапазон неопределённости был оценен на уровне около ± 3 (U.S.EPA, 2004).

5.2.3.2 НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Большая часть неопределённости в оценке выбросов связана с трудностью определения количества неэнергетических продуктов, используемых в отдельных странах. По данным экспертной оценки точности национальных статистик, для стран с хорошо детализированной энергетической статистикой неопределённость по умолчанию равна 5% и для остальных стран - 10-20%. Если количество смазочных материалов, применяемых в двухтактных двигателях (которое следует вычитать из общего количества потребления в этом источнике), не известно, то неопределённость данных о деятельности повысится и станет необъективной (слишком высокой). В странах, где большая часть смазочных материалов потребляется двухтактными двигателями, нижняя граница неопределённости для данных о деятельности в этом секторе будет намного выше - она может быть определена по доле потребления двухтактными двигателями в общем национальном потреблении.

5.2.4 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация

5.2.4.1 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА/КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Эффективная практика состоит в проверке согласованности показателей общего годового потребления с показателями производства, импорта и экспорта. Кроме того, рекомендуется сравнить количества, выброшенные на свалку, извлечённые и сожжённые, и количество, использованное в двухтактных двигателях, с общими цифрами потребления, чтобы проверить внутреннюю согласованность данных о деятельности и коэффициентов ОПИ, применяемых для расчёта различных категорий источников по всем секторам.

5.2.4.2 ОТЧЕТНОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

По правилам *эффективной практики* отчётность и документация должна включать следующую информацию:

- По возможности в отчете следует отразить общие количества произведённых, импортированных, экспортированных, потреблённых и выброшенных на свалку смазочных материалов. Кроме того, в отчете следует указать количество смазочных материалов, использованное в двухтактных двигателях, которое было вычтено. Если такая информация не доступна или не используется при расчёте выбросов, то это следует отметить.
- При использовании метода уровня 2 данные о потреблении следует подразделять по типам смазочных материалов.
- Если применяется коэффициент ОПУ по умолчанию, то это должно быть отмечено в отчётной документации.
- Если был разработан национальный коэффициент выбросов для смазочных материалов, другими словами, если используется национальный коэффициент ОПИ и/или национальный коэффициент углеродного содержания, то соответствующие данные следует сопровождать описанием способа измерения этих данных.
- Распределение выбросов CO₂ от смазочных материалов в таблице 1.6, где показано распределение CO₂ от неэнергетического использования ископаемого топлива (см. главу 1 этого тома).

5.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЁРДЫХ ПАРАФИНОВ

5.3.1 Введение

Согласно определению, принятому в данной главе, эта категория включает такие продукты, как вазелиновое масло, твёрдые парафины и другие воски, включая озокерит (смеси насыщенных углеводородов, которые при температуре окружающей среды находятся в твёрдом состоянии). Твёрдые

парафины выделяют из сырой нефти при производстве лёгких (дистилляционных) смазочных масел. Твёрдые парафины подразделяются по содержанию масла и степени очистки.

5.3.2 Вопросы методологии

Парафины применяются во многих областях. Твёрдые парафины используются для изготовления свечей, ящиков с гофрированными стенками, бумажных покрытий, проклеенных плит, пищевых продуктов, мастик, моющих средств и многого другого. Выбросы от использования парафинов происходят в основном, когда парафины или производные парафинов сжигают в процессе применения (например, свечи), когда их сжигают с извлечением и без извлечения тепла и при очистке сточных вод (для суфрактантов). Выбросы от очистки сточных вод и сжигания следует учитывать в секторах «Энергетика» или «Отходы» соответственно (см. рисунок 5.1).

5.3.2.1 ВЫБОР МЕТОДА

Имеется два методологических уровня определения выбросов от использования и хранения твёрдых парафинов. Уровни 1 и 2 в принципе применяют один и тот же аналитический подход, состоящий в том, что коэффициенты выбросов умножают на данные о количестве твёрдых парафинов, потребленных в стране (в единицах энергии, например в ТДж). Метод уровня 2 основан на определении фактического потребления твёрдых парафинов и применении национального коэффициента ОПИ к данным о деятельности, тогда как в методе уровня 1 коэффициенты выбросов по умолчанию умножают на данные о деятельности (см. схему принятия решений на рис 5.3).

Уровень 1. Выбросы CO₂ рассчитывают по уравнению 5.4 с использованием суммарных данных о потреблении парафинов:

$$\begin{aligned} & \text{УРАВНЕНИЕ 5.4} \\ & \text{ПАРАФИНЫ – МЕТОД УРОВНЯ 1} \\ & \text{Выбросы } CO_2 = PW \cdot CC_{\text{Параф.}} \cdot ОПИ_{\text{Параф.}} \cdot 44 / 12 \end{aligned}$$

Где

Выбросы CO₂ = выбросы CO₂ от парафинов, тонны CO₂

PW = суммарное потребление парафинов, ТДж

CC_{Параф.} = углеродное содержание твёрдых парафинов (по умолчанию), тонны C/ТДж (=кг C/ГДж)

ОПИ_{Параф.} = коэффициент ОПУ для твёрдых парафинов, дробь

44/12 = отношение молекулярной массы CO₂/C

Уровень 2. Метод уровня 2 для смазочных материалов использует то же уравнение с той разницей, что применяются детализированные данные о количестве выпущенных твёрдых парафинов (возможно также с подразделением по типам) (в единицах энергии) и их использовании; кроме того применяются национальные коэффициенты выбросов:

$$\begin{aligned} & \text{УРАВНЕНИЕ 5.5} \\ & \text{ПАРАФИНЫ – МЕТОД УРОВНЯ 2} \\ & \text{Выбросы } CO_2 = \sum_i (PW_i \cdot CC_i \cdot ОПИ_i) \cdot 44 / 12 \end{aligned}$$

Где

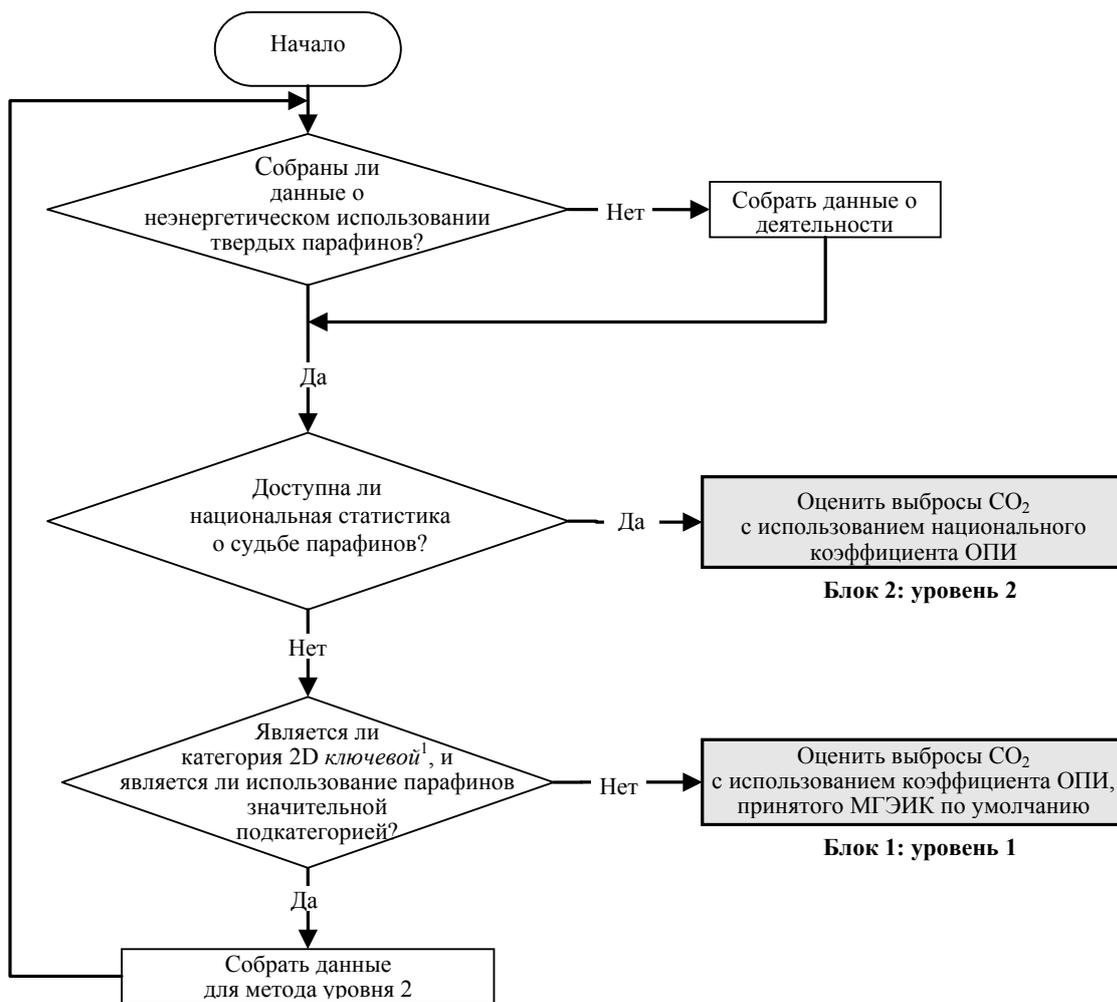
Выбросы CO₂ = выбросы CO₂ от парафинов, тонны CO₂

PW_i = потребление парафина типа i, ТДж

CC_i = углеродное содержание парафина типа i, тонны C/TJ (=кг C/ГДж)

ОПИ_i = коэффициент ОПИ для парафина типа i, дробь

44/12 = отношение молекулярной массы CO₂/C

Рисунок 5.3 Схема принятия решений по оценке выбросов CO₂ от неэнергетического использования твёрдых парафинов

Примечания:

1. О *ключевых категориях* и об использовании схемы принятия решений см. главу 4 тома 1 (Методологический выбор и определение ключевых категорий) (комментарий в разделе 4.1.2 об ограниченных источниках).

5.3.2.2 ВЫБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Следует применять национальное значение углеродного содержания или углеродное содержание по умолчанию 20,0 кг С/ГДж (на основании низшей теплотворной способности) (см. таблицу 1.3 в главе 1 тома 2. Обратите внимание, что кг С/ГДж равен тонне С/ТДж). Это значение по умолчанию основано на коэффициенте выбросов от сжигания 73,3 кг CO₂/ГДж (API, 2004).

Уровень 1. Если предположить, что выбросы от 20% твёрдых парафинов связаны со сжиганием свеч, тогда коэффициент ОПИ будет 0,2 (уравнение 5.4).

Уровень 2. Те страны, которые располагают подробной информацией об использовании твёрдых парафинов, могут определить свой национальный коэффициент ОПИ для парафинов на основании национальных данных о сжигании (уравнение 5.5). Эти коэффициенты можно комбинировать либо с вышеуказанными значениями углеродного содержания по умолчанию, либо с национальными значениями углеродного содержания, если таковые имеются.

5.3.2.3 ВЫБОР ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Для оценки выбросов требуются данные об использовании твёрдых парафинов; данные о деятельности должны быть выражены в единицах энергии (ТДж). Для перевода данных о потреблении в единицах

массы (например, в тоннах) в общепринятые единицы энергии (например, в ТДж, на основании низшей теплотворной способности), необходимы коэффициенты теплотворной способности (см. специальное руководство в разделе 1.4.1.2 главы 1 тома 2 (Энергетика)). Основную информацию о неэнергетических продуктах, используемых в стране, можно получить из данных национальных статистик о производстве, импорте и экспорте и о соотношении энергетического/неэнергетического использования. Если опубликованные национальные статистики не содержат эту информацию в виде отдельной категории, но вместо этого выделяют ее как часть объединённой категории «другие нефтепродукты», то следует обратиться за информацией в национальное статистическое агентство, поскольку статистику по нефтепродуктам обычно собирают на детальном уровне.

5.3.2.4 ПОЛНОТА

Выбросы от сжигания (без извлечения энергии) коробок, покрытых воском, относятся к сектору «Отходы». Все выбросы от твёрдых парафинов, возникающие при извлечении энергии, следует учитывать в секторе «Энергетика».

5.3.2.5 РАЗРАБОТКА СОГЛАСОВАННОГО ВРЕМЕННОГО РЯДА

Расчёт выбросов от твёрдых парафинов следует проводить с использованием одного и того же метода для каждого года временного ряда. Если используется национальный коэффициент ОПИ, то рекомендуется проверить, не произошло ли значительных изменений в структуре потребления смазочных материалов, приводящих к выбросам парниковых газов или сохранению парафинов. Если изменения произошли, то коэффициенты ОПИ должны отражать это изменение для каждого года.

5.3.3 Оценка неопределённостей

5.3.3.1 НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ КОЭФФИЦИЕНТОВ ВЫБРОСОВ

Коэффициенты выбросов по умолчанию характеризуются высокой неопределённостью вследствие ограниченности информации о национальном использовании твёрдых парафинов. В идеале следует использовать метод уровня 2, в котором можно применять национальные данные об использовании и трансформации парафинов вместо того, чтобы определять количества, которые превратятся в выбросы и количества, которые сохранятся. Коэффициент углеродного содержания, принятый по умолчанию, имеет диапазон неопределённости $\pm 5\%$ (U.S.EPA, 2004). Однако коэффициент ОПИ сильно зависит от национальных условий и политики, и его значение по умолчанию (0,2) имеет неопределённость около 100%.

5.3.3.2 НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ДАННЫХ О ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Большая часть неопределённости в оценке выбросов связана с трудностью определения количества неэнергетических продуктов, используемых и удаляемых в отходы в отдельных странах. Согласно экспертной оценке национальных статистик неопределённость оценок выбросов от неэнергетических продуктов по умолчанию составляет 5% для стран с хорошо развитой энергетической статистикой и 10-20% - для остальных стран.

5.3.4 Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК), отчётность и документация

5.3.4.1 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА/КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Эффективная практика состоит в проверке согласованности показателей общего годового потребления с показателями производства, импорта и экспорта. Кроме того, количества выброшенных в отходы, извлечённых и сожжённых смазочных материалов можно сравнить с общими цифрами потребления, чтобы проверить внутреннюю согласованность данных о деятельности и коэффициентов ОПИ, использованных для расчёта различных категорий источников по всем секторам.

5.3.4.2 ОТЧЕТНОСТЬ И ДОКУМЕНТАЦИЯ

По правилам *эффективной практики* следует составлять отчётность и документацию по национальным коэффициентам выбросов, если таковые используются.

- Если был разработан национальный коэффициент выбросов для парафинов, другими словами, если используется национальный коэффициент ОПУ и/или национальный коэффициент углеродного содержания, то национальные значения следует приводить вместе с описанием того, как они были получены.
- Если применялся коэффициент ОПУ по умолчанию, то этот факт должен быть отмечен в отчётной документации.

5.4 ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТА

5.4.1 Введение

К этой категории источников относятся выбросы от производства асфальта на асфальтовых заводах (за исключением нефтеперегонных заводов) и их применение (например, устройство дорожных и кровельных покрытий, а также последующее выделение парниковых газов с их поверхности), не связанное со сжиганием. Эта категория включает продувку асфальта для кровельных работ. Производство и использование асфальта даёт в основном выбросы ЛНОС, CO, SO₂ и твёрдых частиц, тогда как остальные углеводороды сохраняются в продукте (выбросы углерода составляют намного менее процента). Выбросы от кровельных работ считаются весьма незначительными. Выбросы от сжигания топлива, необходимого для нагревания асфальта (для производства или нагрева асфальтовых смесей) относятся к сектору «Энергетика».

Асфальт обычно называют битумом, асфальтовым цементом, асфальтовым бетоном или дорожным битумом и производят в основном на нефтеперегонных заводах. В некоторых странах дорожное покрытие из смеси продуктов называют асфальтом, а также макадамом. Ввиду путаницы, возникающей от большого числа названий, в этом документе будет установлена единая номенклатура с тем, чтобы применять ее во всём документе без упоминания других используемых терминов (см. блок 5.1).

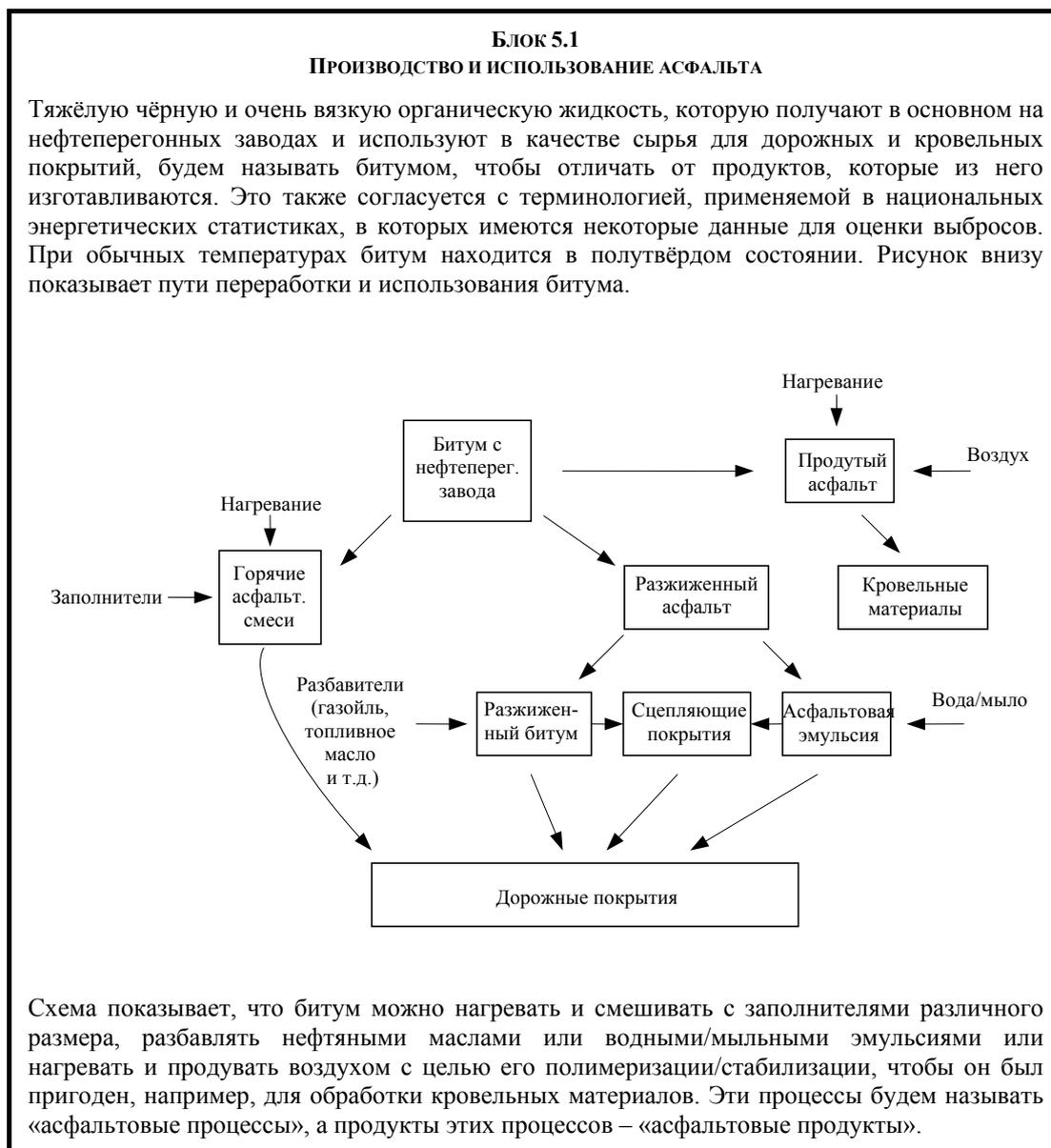
Битум и наполнители смешивают на передвижных или стационарных установках, обычно в пределах 30-50 км от того места, где укладывается дорожное покрытие (EAPA, 2003). В развитых странах для производства дорожных покрытий применяется от 80 до 90% битума (U.S.EPA, 2004). Однако в развивающихся странах с быстро растущей инфраструктурой количество битума, используемого для кровельных продуктов и для дорожных покрытий, может быть примерно одного порядка (UNFCCC, 2004). Асфальтовые продукты применяются как связующие или герметики в составе кровельных материалов, как герметики для фундаментов, как материалы покрытия труб и т.д.

Выбросы прямых парниковых газов, таких как CO₂ или CH₄, связанные с производством и использованием асфальта, весьма незначительные, поскольку большая часть лёгких углеводородов уже была извлечена в процессе перегонки с целью получения коммерческих топлив. Руководство ЕМЕП/CORINAIR даёт основание полагать, что выбросы CH₄ от горячей асфальтовой смеси, разжиженного битума и от промышленности асфальтовых кровельных покрытий весьма незначительны (EEA, 2005). Выбросы парниковых газов от использования старых дорожных асфальтовых покрытий в качестве наполнителя для новых дорожных покрытий также весьма незначительны.

5.4.2 Вопросы методологии

Методология оценки выбросов и коэффициенты выбросов по умолчанию для ЛНОС и CO представлены в разделах «Дорожные покрытия» (SNAP-код 040610), «Дорожные материалы» (SNAP-код 040611) и «Продувка асфальта» (SNAP-код 060310) руководства ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (EEA, 2005). Рекомендуется делать ссылки на это руководство при разработке детальных оценок выбросов ЛНОС и CO (см. также главу 7 тома 1 данных *Руководящих принципов*). Обратите внимание, что в ЕМЕП/CORINAIR выбросы от продувки асфальта для кровельных покрытий учитываются отдельно (в разделе, посвященном производству химических продуктов со SNAP-кодом 060310).

В качестве заполнителя асфальта может применяться известняк. Считается, что CO_2 не выделяется в процессе нагревания (см. раздел 2.5 главы 2 этого тома (Другие процессы с использованием карбонатов)).



ПРОИЗВОДСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСФАЛЬТА ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Асфальтовое дорожное покрытие представляет собой смесь заполнителя, песка, наполнителя, битума и, в некоторых случаях, добавок. Таким образом асфальтовые дорожные поверхности состоят из уплотнённого заполнителя и битумного связующего. Горячая асфальтовая смесь (ГАС), которая до настоящего времени использовалась наиболее широко (более 80%), даёт очень небольшие выбросы (ЕАРА, 2003). Другие типы дорожных покрытий включают разжиженный битум и асфальтовую эмульсию, которые представляют собой жидкие асфальты (ЕЕА, 2005). Разжиженные битумы имеют жидкую консистенцию благодаря добавлению нефтяных растворителей (разбавителей, таких как тяжёлые остаточные масла, керосин или нефть) и поэтому показывают относительно высокий уровень выбросов CO и ЛНОС от испарения разбавителя. Поэтому большая часть выбросов от дорожных покрытий связана с использованием разжиженных битумов. Различают три типа разжиженного битума в зависимости от скорости испарения: быстрого затвердевания (с использованием нефти или бензиновой фракции с высокой летучестью), среднего затвердевания (с использованием разбавителя средней летучести) и медленного затвердевания (с маслами низкой летучести). В отличие от них асфальтовая

эмульсия содержит в основном воду и небольшое или нулевое количество растворителя. В тёплых странах обычно используют меньше разбавителя, чем в более холодном климате, поэтому в тёплых странах можно ожидать более низкие коэффициенты выбросов.

Данные о производстве ГАС и холодных смесей или модифицированного асфальта для большинства европейских и некоторых других промышленно-развитых стран можно получить в Европейской ассоциации производителей асфальтовых дорожных покрытий (European Asphalt Pavement Association, ЕАРА) или национальных ассоциациях производителей дорожных и кровельных покрытий, таких как Институт асфальта (Asphalt Institute) (ЕАРА, 2003; Asphalt Institute, 2004). ГАС обычно содержит около 8% асфальтового цемента (битума) (ЕЕА, 2005), но эта цифра может меняться в разных странах (есть сообщения также о 5%). Для большинства развитых стран доля разжиженного битума составляет несколько процентов, но в некоторых странах – от 5 до 12 процентов, и в редких странах - до 20% или 0% (ЕАРА, 2002; ЕАРА 2003; U.S. EPA, 2004). Если известно не количество уложенного асфальта, а площадь покрытия, то для расчёта массы произведённого асфальта можно использовать коэффициент пересчёта равный 100 кг асфальта/м² дороги.

Газы выделяются в атмосферу от асфальтовых заводов (заводов по выпуску горячей смеси, разжиженного битума или асфальтовой эмульсии), от проведения дорожных работ и, впоследствии, от поверхности дороги. В руководстве ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook приводятся коэффициенты неконтролируемых выбросов для отдельных процессов на различных асфальтовых заводах.

АСФАЛЬТОВЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Промышленность асфальтовых кровельных покрытий выпускает рубероид, кровельную и стеновую черепицу, рулонные кровельные материалы и наружную обшивку стен: битумную кровельную плитку, рулонный органический или асбестовый гладкий картон, рулонный органический или асбестовый картон с минеральной поверхностью для крыш и стен, органический и асбестовый картон с асфальтовой пропиткой, плиты с асфальтовой пропиткой и/или покрытием и асфальтовые смеси. Основная часть этих продуктов применяется для кровли, остальное – в строительстве. Изготовление рубероида, кровельных и плиточных изделий включает пропитку картона или нанесение покрытия на картон. Ключевыми стадиями полного процесса изготовления являются хранение асфальта, продувка асфальта, пропитка картона, нанесение покрытий и обработка поверхности минеральными веществами, из которых в данном разделе рассматривается стадия продувки. Выбросы прямых парниковых газов от асфальтовых кровельных продуктов весьма незначительны по сравнению с выбросами ЛНОС, СО и твёрдых частиц.

Продувка асфальта представляет собой процесс полимеризации и стабилизации асфальта с целью повышения устойчивости к атмосферным воздействиям. Продутые асфальты применяются в производстве асфальтовых кровельных продуктов. Продувку можно проводить на заводах по переработке асфальта или на заводах кровельных покрытий³. Продувка асфальта повышает выбросы ЛНОС и СО в большей степени, чем другие стадии переработки. Согласно документу ЕЕА 2005 весь асфальт, использованный не для дорожных покрытий, был продут (ЕЕА, 2005).

5.4.3 Полнота

Если нет данных (в чёткой форме) о выбросах для этой категории источников, то следует проверить, были ли они учтены в другом месте кадастра (например, в разделе выбросов от нефтеперегонных заводов).

5.4.4 Оценка неопределённостей

Несмотря на то, что расчеты по методам более высокого уровня считаются более точными, неопределённость для выбросов ЛНОС и СО от асфальтовых дорожных и кровельных покрытий может оказаться в диапазоне $\pm 25\%$ и выше в том случае, если расчёты не были основаны на детальных данных о деятельности и применении технологии очистки выбросов (от -100% до +25%).

³ В кадастре UNECE связанные с этим выбросы относят либо к производству прочих химических продуктов (отдельно производство/применение асфальтовых кровельных покрытий и продувка асфальта, SNAP-коды 040610 и 060310), либо к летучим выбросам от нефтеперегонных заводов (см. ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook), однако в кадастре парниковых газов все выбросы, включая выбросы прекурсоров, должны быть учтены в подкатегории 2D4 'Прочее'.

Коэффициенты выбросов ЛНОС и СО для производства ГАС в смесителях порционного и непрерывного действия имеют диапазон неопределённости около $\pm 50\%$, тогда как неопределённость для коэффициентов по умолчанию для общего производства ГАС, а также производства и использования разжиженного битума будет составлять около $\pm 100\%$ (т.е. от -50% до $+100\%$). Если для производства и применения разжиженного битума используют национальные коэффициенты выбросов, то неопределённость коэффициентов выбросов может оказаться намного ниже, например $\pm 50\%$.

Данные о производстве ГАС и разжиженного битума могут иметь точность $\pm 10\%$, если они основаны на информации, собранной в асфальтовой и строительной отраслях промышленности. Однако, если данные о разжиженном битуме приходится экстраполировать, то неопределённости меняются очень широко, поскольку, как показывает опыт многих стран, потребление разжиженного битума может сильно меняться из года в год – нередко в два и более раз (ЕАРА, 2002; ЕАРА 2003; U.S. EPA, 2004). Данные о заводах по типам выпускаемого ГАС и о применении технологии очистки выбросов, а также о типах выпускаемого разжиженного битума (быстрого, среднего и медленного затвердевания) в целом будут менее точными, чем данные о суммарном производстве. Неопределённость статистики о выпуске асфальтовых кровельных материалов может иметь точность $\pm 10\%$ при условии полноты учёта. Если учёт неполный, то верхняя граница неопределённости может дойти до 100% и более.

Коэффициент углеродного содержания по умолчанию для выбросов ЛНОС от производства и использования асфальта для дорожных покрытий меняется в пределах $40\text{--}50\%$ по массе, а для выбросов ЛНОС от кровельных покрытий составляет около 80% (с учётом состава ЛНОС, опубликованного в ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook).

5.4.5 Отчетность и документация

Относительно низкие выбросы от производства и использования асфальта, включая продувку асфальта, следует учитывать в подкатегории 2D4 «Прочее» категории источников 2D «Использование растворителей и неэнергетических продуктов из топлива».

5.5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

5.5.1 Введение

Использование растворителей, полученных из ископаемого топлива, может сопровождаться испарением различных летучих неметановых органических соединений (ЛНОС), которые впоследствии окисляются в атмосфере. К ископаемым видам топлива, используемым в качестве растворителя, первую очередь относятся уайт-спирит и керосин (жидкий парафин). Уайт-спирит используется как растворитель для экстракции, чистки, обезжиривания, а также в аэрозолях, красках, антисептиках, политурах, лаках и битумных продуктах. В западноевропейских странах около 60% общего потребления уайт-спирита приходится на лаки и краски. Уайт-спирит – это наиболее широко распространённый растворитель в лакокрасочной промышленности.

Методология оценки выбросов ЛНОС от использования растворителей представлена в руководстве ЕМЕП/CORINAIR Emission Inventory Guidebook (ЕЕА, 2005). Использование растворителей выделено в отдельную категорию, потому что характер этого источника требует несколько другого подхода к оценке выбросов по сравнению с другими категориями выбросов. Поэтому в *Руководящих принципах МГЭИК, 2006* использование растворителей также рассматривается как отдельная подкатегория. В руководстве ЕМЕП/CORINAIR подкатегория «Использование растворителей и других продуктов» объединяет 6 позиций выборочной номенклатуры источников загрязнения воздуха (SNAP) и подразделяется на 5 подкатегорий. За исключением пятой подкатегории – «Использование других продуктов», которая относится к фторированным газам, N_2O и аммиаку, подлежащим учёту вне сектора ППИП, эти подкатегории следующие:

- SNAP 0601: использование красок;
- SNAP 0602: обезжиривание, химическая чистка и электроника;
- SNAP 0603: производство и переработка химических продуктов. Включая переработку полиэфира, ПВХ, пен и каучука, производство красок, типографских красок, клеев и адгезивов, а также аппретировку тканей;

- SNAP 0604: другое использование растворителей и смежная деятельность. Включая такие виды деятельности, как нанесение покрытий на стекловату и минеральную вату, полиграфическая промышленность, экстракция масел и жиров, использование клеев и адгезивов, защита древесины, бытовое использование растворителей (помимо красок) и антикоррозионные покрытия автомобилей и обеспарафинивание (в автомобилях).

Помимо выбросов от автотранспорта и, где применимо, от производства и обращения масел и сжигания биотоплива, эта категория источников часто даёт самые крупные выбросы ЛНОС, и её доля может составлять от 5 до 30% при среднемировом уровне около 15% (Olivier и Berdowski, 2001).

5.5.2 Полнота

Выбросы от этой категории источников можно оценить либо по количеству продукции, либо по уровню потребления. Если цифры общих продаж красок и т.п. на внутреннем рынке не известны, то кажущееся национальное потребление можно вывести исходя из производства, импорта и экспорта. Однако, если торговые статистики не полные, то это может внести значительную неопределённость в данные о деятельности. Поэтому составителям кадастра следует удостовериться в том, что все значительные виды использования, связанные с испарением растворителей и других продуктов, были учтены в расчётах выбросов ЛНОС.

5.5.3 Разработка согласованного временного ряда

В этой категории источников можно ожидать лишь небольшие ежегодные изменения. Однако, если природоохранная политика направлена на отказ от наиболее токсичных летучих растворителей, то выбросы ЛНОС, а также углеродное содержание выбросов ЛНОС могут со временем измениться.

5.5.4 Оценка неопределённостей

Неопределённость выбросов ЛНОС, как правило, высокая, т.е. около $\pm 50\%$, за исключением тех стран, в которых был разработан детальный кадастр для этих источников (в этих странах неопределённость может составлять 25%). Доля ископаемого углерода в ЛНОС, принятая по умолчанию на основании ограниченных публикаций о национальном анализе состава ЛНОС, равна 60% по массе (U.S. EPA, 2002; Австрия, 2004; Венгрия, 2004; Klein Goldewijk *et al.*, 2005). Доля ископаемого углерода может меняться в пределах 50-70% по массе; таким образом, её неопределённость составляет около $\pm 10\%$. Национальные данные о доле ископаемого углерода должны иметь более низкую неопределённость, например, $\pm 5\%$.

Ссылки

- API (2004). Compendium of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Gas Industry, American Petroleum Institute (API), Table 4-2. Washington, DC, February 2004.
- Asphalt Institute (2004). Website http://www.asphaltinstitute.org/ai_pages/links/, visited 19 November 2004.
- Austria (2004). Austria's National Inventory Report 2004. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change, Umweltbundesamt, BE-244, Vienna.
- EAPA (2002). European Asphalt Pavement Association,, Asphalt in Figures 2002. Available at website <http://www.eapa.org>, visited 19 November 2004.
- EAPA (2003). European Asphalt Pavement Association,, Asphalt in Figures 2003. Available at website <http://www.eapa.org>, visited 19 November 2004.
- EEA (2005). "EMEP/CORINAIR. Emission Inventory Guidebook - 2005", European Environment Agency, Technical report No 30. Copenhagen, Denmark, (December 2005). Available from web site see: <http://reports.eea.eu.int/EMEP/CORINAIR4/en>
- Hungary (2004). Hungarian National Inventory Report for 2002. General Directorate for Environment, Nature and Water, UN Framework Convention on Climate Change, Directorate for Environmental Protection, Budapest.
- Klein Goldewijk, K., Olivier, J.G.J., Peters, J.A.H.W., Coenen, P.W.H.G. and Vreuls, H.H.J. (2005). Greenhouse Gas Emissions in the Netherlands 1990-2003. National Inventory Report 2005. RIVM Report no. 773201 009/2005. RIVM, Bilthoven.
- Olivier, J.G.J. and Berdowski, J.J.M. (2001). Global emissions sources and sinks. In: Berdowski, J., Guicherit, R. and B.J. Heij (eds.) "The Climate System", pp. 33-78. A.A. Balkema Publishers / Swets & Zeitlinger Publishers, Lisse, The Netherlands. ISBN 90 5809 255 0.
- Rinehart, T. (2000). Personal communication between Thomas Rinehart of U.S. Environmental Protection Agency, Office of Solid Waste, and Randall Freed of ICF Consulting, July 2000.
- UNFCCC (2004). Emissions data and National Inventory Reports. Website http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/2761.php visited 19 November 2004.
- U.S. EPA (2002). National Air Quality and Emissions Trends Report data, 1900-2000. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), Research Triangle Park, NC.
- U.S. EPA (2004). Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2002. United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), Washington, DC.