

Утверждаю
Министр охраны
окружающей среды
Республики Казахстан
От 05 «ноября» 2010 г. № 280-ө

**Система нормативных документов по охране окружающей среды
Руководящий нормативный документ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО РАСЧЕТУ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ
ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ДОБЫЧИ И ОБРАБОТКИ УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ**

*Исполнитель: РГП «КазНИИЭК» МОС РК
Заказчик: Министерство охраны окружающей
среды Республики Казахстан*

Астана 2010

Содержание:

1. Общие положения	3
2. Характеристика объектов добычи и обработки угля открытым способом	3
3. Выбор метода оценки.....	4
4. Расчеты и коэффициенты выбросов ПГ для открытых разработок	5
5. Формирование согласованного временного ряда.....	7
6. Выбросы метана и диоксида углерода при извлечении и складировании внутренней вскрыши	8
7. Выбросы ПГ от неконтролируемого сжигания на породных отвалах при эндогенных пожарах	9
8. Оценка неопределенностей	12

1. Общие положения

Настоящая методика является рекомендацией по расчету выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу для предприятий добычи и обработки угля открытым способом. Случайные или намеренные высвобождения парниковых газов могут происходить при добыче, обработке и доставке ископаемых видов топлива до места конечного использования, они известны как летучие выбросы.

Данная методика позволит существенно сократить работы по расчету выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу для действующих и проектируемых объектов и предприятий по добыче и обработке угля открытым способом

2. Характеристика объектов добычи и обработки угля открытым способом

Выбросы от открытых разработок происходят потому, что месторождение и окружающие пласты содержат метан и CO₂. Хотя содержание газа обычно меньше, чем при глубокой подземной разработке, выбросы сопутствующего газа от открытых разработок следует принимать во внимание, это особенно касается стран, где такой способ добычи широко практикуется. Вдобавок к выбросам сопутствующего газа, CO₂ может образовываться при отсыпке угольных отходов в отвал, либо при низкотемпературном окислении или неконтролируемом сжигании.

В методике рассматриваются следующие потенциальные категории источников открытых разработок:

- Метан и CO₂, высвобожденные при измельчении угля и ассоциированных пластов во время добычи угля, а также утечки из дна и уступов угольного карьера.

- Выбросы после добычи

- Низкотемпературное окисление
- Неконтролируемое сжигание на породных отвалах

Основные источники выбросов ПГ от предприятий добычи и обработки угля открытым способом представлены в таблице 1

Таблица 1 Основные источники выбросов ПГ от предприятий добычи и обработки угля открытым способом

<i>Добыча открытым способом</i>	Включает все выбросы сопутствующих газов, высвободившихся из угольных карьеров.
<i>Добыча</i>	Включает метан и CO ₂ , высвобожденные при измельчении угля и ассоциированных пластов во время добычи угля, а также утечки из дна и уступов угольного карьера.
<i>Выбросы сопутствующего газа после добычи</i>	Включает метан и CO ₂ , высвобожденные после добычи угля, вынесения его на поверхность с последующей переработкой, хранением и транспортировкой.
<i>Выбросы от неконтролируемого сжигания и горения угольных месторождений</i>	Включает выбросы CO ₂ при неконтролируемом сжигании вследствие деятельности по эксплуатации угольных месторождений.

3. Выбор метода оценки

Собрать данные измерений по добыче угля открытым способом по каждому предприятию, работающему в данной сфере достаточно сложно. Однако, сегодня все предприятия осуществляющие деятельность на территории Республики Казахстан должны проводить ежегодную Инвентаризацию ПГ. Данное мероприятие должно способствовать получению более детальной информации по деятельности предприятий, связанных с добычей угля открытым способом.

Прямые измерения выбросов после добычи неосуществимы, поэтому рекомендуется подход с использованием коэффициента выбросов парникового газа на тонну извлекаемого угля.

Неконтролируемое сжигание в отвалах породы является особенностью некоторых открытых разработок.

4. Расчеты и коэффициенты выбросов ПГ для открытых разработок

Для расчетов количества выбросов ПГ используются данные о добыче угля и размещения внутренней вскрыши на отвалах предприятий угольной промышленности РК.

Общая формула для расчета выбросов CH_4 от добычи угля открытым способом представлена в уравнении 1

$$\text{Выбросы метана} = \text{Коэффициент выброса } \text{CH}_4 * \text{Годовая добыча угля} * \text{Коэффициент преобразования} * 10^{-3}, \quad (1)$$

Где:

Выбросы метана (тонн год)

Коэффициент выбросов CH_4 (м^3 /тонну угля), Коэффициенты выбросов CH_4 и CO_2 представлены в таблице 2 ;

Годовое производство угля при открытой разработке (натуральная тонна)

Коэффициент преобразования:

Плотность метана при стандартных условиях и температуре 20°C составляет $0,717 \text{ кг/м}^3$

В связи с тем, что в формате отчетности РК по ПГ необходимо представление конечного результата расчетов в CO_2 эквиваленте, соответственно необходимо выбросы метана перевести в CO_2 эквивалент

Перевод метана в CO_2 эквивалент представлен в уравнении 2

$$\text{Выбросы } \text{CO}_2(\text{тонн}) = \text{Выбросы метана}(\text{тонн год}) * 21, \quad (2)$$

За основу расчетов обычно можно взять данные по газоносности пластов рассматриваемых бассейнов, которые в зависимости от месторождения составляют от 8 до 15 м^3 /на 1 тонну добываемого угля¹. Например по Экибастузскому угольному бассейну среднее содержание

¹ Для каждого угольного бассейна РК должны использоваться свои показатели

газовых компонентов в угольных пластах находится в следующей пропорции (%): CH₄ - 70%; CO₂ - 7%; O₂ - 1,4 %; H₂ - 0,5 %; N₂ - 20%; CН - 1%.

Как видно из представленных данных, до 10,5 м³ на одну тонну угля приходится на метан (70% от 15 м³) и 1,05 м³ на диоксид углерода (7% от 15 м³) - основные парниковые газы (таблица 2).

Учитывая, что плотность метана при стандартных условиях и температуре 20° С составляет 0,72 кг/м³, рассчитываются выбросы метана от добычи угля

Таблица 2 Коэффициенты выбросов CH₄ и CO₂ для открытых месторождений Казахстана

Открытые Угольные бассейны РК	Месторождения	Метаносность угля м ³ /тонну			Выбросы CO ₂ м ³ /тонну угля		
		Нижнее значение	Верхнее значение	Среднее по умолчанию	Нижнее значение	Верхнее значение	Среднее по умолчанию
Экибастузский бассейн	Разрез «Богатырь»	10,5	10,5	10,5	1,05	1,05	1,05
	Разрез «Восточный»	8,8	10,1	9,45	0,89	1,0	0,95
	Разрез «Северный»	10,5	10,5	10,5	1,05	1,05	1,05
Майкубенский бассейн		6,4	9,2	7,8	0,5	0,9	0,7
	месторождение (Каражыра)	6,4	9,2	7,8	0,5	0,9	0,7

*Средний коэффициент выбросов следует использовать, если нет конкретных для бассейна или разреза данных, поддерживающих применение нижнего или верхнего коэффициента выбросов.

Согласно Руководству МГЭИК, страны, в газе угольных пластов которых содержатся значительные количества CO₂, должны предпринимать усилия для оценки или количественной характеристики таких выбросов.

Ниже представлена Методика расчетов выбросов CO₂, от угольных предприятий РК, возникающих в ходе добычи, угля открытым способом. Как уже было отмечено выше, при добыче угля кроме метана выделяется

значительное количество CO₂, которое составляет на примере того же Экибастузского бассейна в среднем 1,05 м³ на 1 тонну угля (7% от 15 м³).

Общая формула для расчета выбросов CO₂ представлена в уравнении 3

$$\text{Выбросы CO}_2 \text{ (тонн год)} = \text{Коэффициент выброса CO}_2 * \text{Годовая добыча угля} * \text{Коэффициент преобразования} * 10^3, \quad (3)$$

Где:

Выбросы CO₂ (тонн год)

Коэффициент выбросов CO₂ (м³ /тонну угля), Коэффициенты выбросов CO₂ представлены в таблице 2 :

Годовое производство угля при открытой разработке (натуральная тонна)

Коэффициент преобразования:

Плотность CO₂ при стандартных условиях и температуре 20^o C составляет 1,976 кг/м³

5. Формирование согласованного временного ряда

Необходимость формирования согласованного временного ряда связан с тем, что данные по открытым разработкам за некоторые отчетные годы могут отсутствовать и необходимо выполнить расчеты за недостающие периоды. Если значительных изменений в количестве действующих открытых разработок не было, данные о выбросах за эти годы можно определить на основании данных о продукции. Если имели место изменения в количестве разработок, соответствующие разрезы можно удалить из общего формата отчетности и учитывать отдельно. В случаях, если на новых месторождениях угля начались новые разработки, важно, чтобы выбросы, применимые к этим

разработкам оценивались как разные характеристики каждого угольного бассейна по содержанию сопутствующего газа и уровня выбросов.

В случае использования на открытых разработках дегазации, все выбросы метана должны оцениваться и учитываться за отчетный год, в котором имели место выбросы и меры по рекуперации.

6. Выбросы метана и диоксида углерода при извлечении и складировании внутренней вскрыши

Извлечение и складирование внутренней вскрыши на внешних породных отвалах также сопровождается выбросами ПГ.

На основе данных по Экибастузскому бассейну на одну тонну угля выделяется до 10,5 м³ метана и 1,05 м³ СО₂.

При извлечении и складировании внутренней вскрыши до 47 % внутренней вскрыши составляет уголь, при этом предполагается, что на 1 тонну вскрыши выделяется до 4,94 м³ метана и 0,49 м³ СО₂ (70% метана и 7% СО₂ соответственно от 7,05 м³ газов выделяемых от 47% внутренней вскрыши).

Расчеты общих выбросов СН₄ от процессов, связанных с извлечением и складированием внутренней вскрыши, представлены в уравнении 4,

$$\text{Выбросы метана} = \text{Коэффициент выброса } \text{CH}_4 * \text{Годовое извлечение внутренней вскрыши} * \text{Коэффициент преобразования} * 10^{-3}, \quad (4)$$

Где единицами являются:

Выбросы метана (тонн год)

Коэффициент выбросов СН₄ (м³/тонну внутренней вскрыши)²

Годовое извлечение внутренней вскрыши при открытой разработке угля (натуральная тонна)

Коэффициент преобразования:

² Для каждого угольного бассейна РК должны использоваться свои показатели

Плотность метана при стандартных условиях и температуре 20° С составляет 0,717 кг/м³

В связи с тем, что в формате отчетности РК по ПГ необходимо представление конечного результата расчетов в CO₂ эквиваленте, соответственно необходимо выбросы метана перевести в CO₂ эквивалент

Перевод метана в CO₂ эквивалент представлен в уравнении 5

$$\text{Выбросы CO}_2 \text{ (тонн год)} = \text{Выбросы метана (тонн год)} * 21, \quad (5)$$

Общая формула для расчета CO₂ от процессов, связанных с извлечением и складированием внутренней вскрыши, представлены в уравнении 6,

$$\text{Выбросы CO}_2 = \text{Коэффициент выброса CO}_2 * \text{Годовое извлечение внутренней вскрыши} * \text{Коэффициент преобразования} * 10^{-3}, \quad (6)$$

Где единицами являются:

Выбросы CO₂ (тонн год)

Коэффициент выбросов CO₂ (м³/тонну внутренней вскрыши)³

Годовое производство внутренней вскрыши при открытой разработке угля (натуральная тонна)

Коэффициент преобразования:

Плотность CO₂ при стандартных условиях и температуре 20° С составляет 1,976 кг/м³

7. Выбросы ПГ от неконтролируемого сжигания на породных отвалах при эндогенных пожарах

Складирование внутренней вскрыши на внешних породных отвалах может вызывать их возгорание, сопровождающееся выбросами ПГ.

Руководство МГЭИК признает, что от этой подкатегории источников происходят выбросы, однако, не указывает никаких

³ Для каждого угольного бассейна РК должны использоваться свои показатели

соответствующих методов их расчета. Эти выбросы могут быть значительными, однако, их очень трудно оценить. Несмотря на это, предприятия РК, связанные с добычей угля, должны представлять и оценивать все необходимые данные для расчета выбросов ПГ от этой подкатегории.

Для расчета выбросов ПГ от эндогенных пожаров берутся показатели добычи угля и производства вскрышных работ по разрезу или бассейну.

В соответствии с методическими положениями по расчету количества вредных газообразных веществ от отходов угледобычи и обогащения следует, что складирование внутренней вскрыши на внешних породных отвалах может вызвать их возгорание, сопровождающееся выделением в атмосферу ПГ.

При этом по Экибастузскому бассейну, до 47 % внутренней вскрыши составляет уголь, который в процессе хранения на отвалах в результате низкотемпературного окисления происходит реакция, которая вызывает эндогенные пожары. В результате этих пожаров весь уголь, находящийся в отвале полностью сгорает.

Расчеты выбросов ПГ основываются на данных по теплотворной способности сгораемого вещества. На примере Экибастузского угля можно использовать национальные данные мониторинга и отчетности по этому бассейну, где низшая теплотворная способность (Q) внутренней вскрыши составляет 2562,5 ккал/кг или 8,87 ТДж/тыс. тонн.

Расчет выбросов ПГ, от эндогенных пожаров на вскрышных отвалах представлены в уравнениях 7-8.

Для расчетов используются следующие физические единицы измерения массы или объема топлива: для твердого и жидкого топлива – тонны, используется низшее теплотворное значение (теплота сгорания, или теплотворное нетто-значение - *ТНЗ*) каждой категории топлива.

Каждое топливо имеет определенные химико-физические характеристики, которые воздействуют на горение, такие, как значение *ТНЗ*, и содержание углерода. Содержание углерода в топливе может определяться в лаборатории на предприятии, что позволяет рассчитать собственный коэффициент выбросов двуокси углерода и получить более точное значение выбросов. Использование собственных коэффициентов выбросов предпочтительнее усредненных коэффициентов, указанных в методике

Расчет выбросов CO_2 для каждого вида топлива для отдельных источников (установок для сжигания) производится по формуле:

$$E = M * K_1 * ТНЗ * K_2 * 44/12 * 10^3 \quad (7)$$

где: E - годовой выброс CO_2 в весовых единицах (тонн/год);

M - фактическое потребление топлива за год (тыс. тонн/год);

K_1 - коэффициент окисления углерода в топливе (показывает долю сгоревшего углерода), таблица 3.

$ТНЗ$ - теплотворное нетто-значение (ТДж/ тыс. тонн), ($ТНЗ$) внутренней вскрыши по Экибастузскому бассейну составляет 2562,5 ккал/кг или 8,87 ТДж/тыс. тонн;

K_2 - коэффициент выбросов углерода (кг/ТДж);

44/12 - коэффициент пересчета углерода в углекислый газ

Определение фактического потребления топлива производится на основании учетных данных предприятия о потреблении различных видов топлива.

При сжигании топлива не весь содержащийся в нем углерод окисляется до CO_2 . Учет неполного сгорания топлива производится с помощью коэффициента окисления углерода K_1 . Средние значения K_1 представлены в таблице 3.

Таблица 3. - Коэффициенты окисления углерода (K_1)

Вид топлива	Коэффициент окисления углерода (K_1)
-------------	--

Уголь	0,98
-------	------

Каждый из шагов повторяется для каждого газа (CH_4 , N_2O).

Расчетная формула:

$$E = M * THЗ * K_3 * 10^{-3} \quad (8)$$

где:

E - годовой выброс парникового газа (тонн/год);

M - количество сжигаемого в год топлива (тыс. тонн/год);

$THЗ$ - теплотворное нетто-значение для сжигаемого вида топлива (ТДж/тыс. тонн);

K_3 - коэффициенты выбросов парниковых газов, CH_4 или N_2O , (кг/ТДж) представлены в таблице 3,

Таблица 3 Коэффициенты выбросов парниковых газов, CH_4 или N_2O

Коэффициенты выбросов парниковых газов, CH_4 или N_2O от неконтролируемого сжигания на породных отвалах при эндогенных пожарах (кг парникового газа на ТДж на основе низшей теплоты сгорания)						
Топливо	CH_4			N_2O		
	Коэфф. выбросов по умолч.	Нижний предел	Верхний предел	Коэфф. выбросов по умолч.	Нижний предел	Верхний предел
Лигнит	1	0,3	3	1,5	0,5	5
Полубитуминозный уголь	1	0,3	3	1,5	0,5	5
Горючий сланец и битуминозные пески	1	0,3	3	1,5	0,5	5
Др. виды битуминозного угля	1	0,3	3	1,5	0,5	5

8. Оценка неопределенностей

Неопределенности выбросов от открытых разработок тем меньше, чем более точные данные используются. Изменчивость коэффициентов выбросов для больших открытых разработок может сильно меняться от разреза к разрезу, так как открытые разработки могут показать значительную

изменчивость по территории разработки в результате местных геологических особенностей.

Добыча угля: значения тоннажа, вероятно, известны до 1-2%, однако, при отсутствии данных о сыром угле и при дальнейшем преобразовании из данных о производстве товарного угля, неопределенность будет возрастать примерно до +5%. На данные также оказывает влияние содержание влаги, которое, как правило, присутствует на уровнях между 5 и 10% и не может быть определено с большой точностью. Кроме неопределенности в данных измерений, могут существовать также дополнительные неопределенности, вызываемые характером используемых данных, которые здесь не рассматриваются. В этих условиях неопределенность данных о деятельности может составлять +10%.

На этапе после добычи: Метан, все еще присутствующий в угле после его добычи, в конечном итоге улетучивается в атмосферу. Однако, измерения выбросов на этапе после добычи практически невозможны и поэтому следует использовать подход с применением коэффициентов выбросов имеющихся на предприятиях.