

УДК 551.461.25 (465.75)

**ПРИМЕНЯЕМЫЕ МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ
ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕТУЧИХ ЭМИССИЙ МЕТАНА В
УГОЛЬНОМ СЕКТОРЕ КАЗАХСТАНА**

В.П. Идрисова

В статье обосновывается необходимость использования детального подхода и местных данных при инвентаризации эмиссии шахтного метана от угледобычи в Казахстане. Дается сравнение результатов инвентаризации выбросов метана от угольного сектора республики, полученных разными подходами. Предложены возможные направления дальнейшего уточнения инвентаризации в данном секторе.

Согласно статьи 4 Рамочной Конвенции ООН по Изменению Климата (РКИК ООН), которую Казахстан ратифицировал в 1995 г., одним из основных обязательств всех стран-участниц является разработка, периодическое обновление и публикация национальных кадастров антропогенных выбросов из источников и поглощения парниковых газов (ПГ) [5]. Более того, в случае вступления в силу Киотского протокола и его ратификации Казахстаном, потребуются более тщательная инвентаризация ПГ для участия в механизмах Киотского Протокола.

Инвентаризация источников выбросов и стоков парниковых газов в Казахстане проводилась КазНИИМОСК с 1990 г., при этом определялись ключевые источники выбросов. Последнее имеет большое значение для выявления приоритетов при проведении инвентаризации ПГ и уменьшения неопределенности полученных результатов. Анализ категорий источников показал, что летучие эмиссии метана при добыче, транспортировке и хранении угля занимают 6 и 7 место в списке основных источников в 1992 и 2000 гг. соответственно. Однако, уже в 2001 г. после применения более детального метода оценки эмиссий в угольном секторе, данный источник «вышел» на четвертое место и вносит около 6,5 % в общие национальные эмиссии ПГ [3]. Более того, по своему потенциалу глобального потепления метан в 21 раз «сильнее» CO_2 , поэтому оценка эмиссий CH_4 должна быть как можно более точной.

Для проведения инвентаризации выбросов парниковых газов используется международная методология Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), представленная в "Пересмотренных руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 1996 года" [8]. Такое применение «унифицированной» методологии позволяет сравнивать результаты инвентаризаций разных стран.

Руководство МГЭИК дает достаточно пространства для использования местных данных при оценке метана, где это возможно. Так, методология предусматривает три Ряда – «универсальных» подхода для оценки эмиссий:

1. Ряд I основан на массовом балансе добычи угля с разбиением на открытый и закрытый способы, и последующую деятельность (транспортировка, хранение угля и др.). Также Руководство МГЭИК предлагает диапазон среднемировых коэффициентов эмиссий метана для использования по умолчанию, при отсутствии уточненных местных коэффициентов для расчета выбросов метана. Данный ряд наиболее подходит для использования, если угледобыча не входит в список 20-ти основных источников эмиссий в стране;
2. Ряд II основан на расчете эмиссий метана по формулам, которые учитывают характеристики местного добываемого угля (метаноносность пластов, характеристики вмещающих пород и др). Данный подход является более детальным, соответственно, более точным, однако, он требует наличия данных о характеристиках угля, а также детальной разбивки данных об объемах добычи угля по месторождениям;
3. Ряд III, который применим только для добычи угля закрытым способом, так как основан на фактических измерениях эмиссий шахтного метана, которые производятся на шахтах в целях обеспечения безопасности. Ряд наиболее точен, однако, получение данных о выбросах может быть связано с рядом трудностей, в частности, отсутствием законных оснований для сбора такого типа информации.

Во всех инвентаризациях ПГ, проводимых до 2001 г., расчет выбросов метана в атмосферу от добычи угля и последующей деятельности (хранение и транспортировка) производился на основе Ряда I из-за недостатка детальных статистических данных. Использование данных отчетных таблиц экологической статистики № 2-тип (воздух) также не представляется возможным, поскольку эмиссии метана в данной форме не показы-

ваются, отчетность ведется по углеводородам и летучим органическим соединениям отдельно, но без пересчета на метан. Более того, данные таблиц предназначены для контроля на отчитывающихся предприятиях за непревышением предельно допустимых выбросов (ПДВ), а также за соблюдением этих норм [4]. Соответственно, предприятия, являющиеся источниками эмиссий метана, контролируют только концентрацию метана в целях безопасности, чего не достаточно для выполнения задач инвентаризации.

В Казахстане добыча угля производится как открытым, так и закрытым способами. Самыми крупными угольными бассейнами являются Карагандинский и Экибастузский, доля которых в общем объеме добычи угля в стране составляет 95 %, поэтому сбор данных по месторождениям не должен представлять особых трудностей. Подземная добыча ведется только в Карагандинском бассейне. В результате ликвидации и реструктуризации за период 1990...2000 гг. из 26 шахт бассейна осталось только 12 шахт, а доля добычи угля подземным способом сократилась с 27 до 11 % в общем угольном балансе республики. Однако, вклад закрытой добычи угля в общие эмиссии метана от угольной деятельности в 2000 г. составлял 77 % [2].

По оценкам специалистов угольные пласты Карагандинского бассейна весьма газообильны по метану и склонны к внезапным выбросам угля и газа. Добыча 1 т угля сопровождается выделением в горные выработки шахт от 30 до 45 м³ метана, средствами дегазации и вентиляции ежегодно извлекается около 400 млн м³ метана и только около 12 млн м³/год утилизируется для собственных нужд [1]. При этом, максимальные коэффициенты эмиссий метана для шахт закрытой добычи, предложенные в Руководстве МГЭИК и используемые в расчетах по Ряду I, составляют всего 25 м³/т угля. Очевидно, что использование методологии Ряда I приводит к значительному недоучету выбросов СН₄ от угледобычи.

Разрезы открытой добычи в Казахстане также считаются «газовыми» для открытого способа (метаноносность пластов составляет около 9 м³/т), и хотя концентрация метана в смеси не превышает 1 %, вентиляция ведет к значительным эмиссиям метана, из-за большого объема не улавливаемого и не утилизируемого газа [6].

Принимая во внимание большой вклад закрытой добычи в общие эмиссии метана от угольной деятельности, основные улучшения при инвентаризации были сделаны в этом секторе добычи, где для расчета эмиссий использовалась методология Ряда III, то есть фактические выбросы,

замеренные на шахтах. Для крупных разрезов открытой добычи – «Бога-тырь», «Северный» и «Восточный» - использовалась методология Ряда II, основанная на метаноносности угольных пластов. И для мелких разрезов открытой добычи все еще использовался подход Ряда I с применением мировых коэффициентов эмиссий. Общая методология оценки шахтного метана основана на уравнении, предложенном в пересмотренном Руководстве МГЭИК, и имеет следующий вид:

$$E = E_{\text{ПД}} - E_{\text{У}} + E_{\text{ОТ}} + E_{\text{ПОС}}$$

где E – общая эмиссия CH_4 (тыс. т), $E_{\text{ПД}}$ – эмиссии от подземной добычи (тыс. т), $E_{\text{У}}$ – утилизированный и (или) сожженный метан (тыс. т), $E_{\text{ОТ}}$ – эмиссии от открытой добычи (тыс. т), $E_{\text{ПОС}}$ – эмиссии от последующей деятельности (тыс. т).

Данные для расчета эмиссий метана были предоставлены специалистами Угольного Департамента ОАО «Испат-Кармет», ТОО «Бога-тырь Ак-сес Комир», ОАО «Евразийская Энергетическая Корпорация» и Агентства РК по Статистике. Общий объем эмиссий метана от шахт закрытой добычи был рассчитан как сумма эмиссий метана из систем вентиляции и дегазации за вычетом объема утилизированного и (или) сожженного метана.

Эмиссии метана при открытой добыче оценивались отдельно для крупных разрезов (Ряд II) и многочисленных мелких разрезов (Ряд I) на основе уравнений [8], приведенных ниже:

$$\text{Ряд I. } E = V \times EF_d$$

$$\text{Ряд II. } E = (G_{\text{in-situ}} + EF_{\text{sur}}) \times V$$

где E - эмиссия CH_4 (млн м^3), $G_{\text{in-situ}}$ - метаноносность угольного пласта ($\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{т}$), EF_{sur} – коэффициент эмиссии для вмещающих пород ($\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{т}$), EF_d – коэффициент эмиссии по умолчанию ($\text{м}^3 \text{CH}_4/\text{т}$), V – объем добычи угля (открытым или закрытым способом) (млн т).

Эмиссии метана при последующей деятельности (хранение, транспортировка) от угля, добытого закрытым способом, оценивались на основе национального коэффициента эмиссий, равного $1 \text{ м}^3 \text{CH}_4$ на тонну добытого угля с применением уравнения Ряда I. Данный коэффициент был рассчитан экспертами «Испат-Кармет» с учетом национальных условий. Эмиссии метана при последующей деятельности от открытой добычи угля на основе экспертной оценки были приняты равными нулю [6].

Результаты инвентаризации эмиссий метана от шахт Казахстана представлены в таблице. Общий объем выбросов в 2001 г. оценивался в

454 тыс. т, что более чем в 2,5 раз меньше уровня 1990 г.

Таблица

Эмиссии CH₄ от угольного сектора Казахстана, тыс. т

Деятельность	Год											
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Закрытая добыча Ряд III	786	747	734	751	554	527	310	265	232	171	219	205
Открытая добыча Ряд II	349	348	328	311	287	278	247	222	189	172	239	225
Открытая добыча Ряд I	31	29	32	21	20	2	12	16	18	16	20	27
Последующая деятельность	24	25	23	21	20	16	10	9	6	5	5	7
Утилизованный метан	6	7	8	9	4	4	2	3	7	8	8	10
Всего	1184	1141	1109	1095	876	819	577	509	438	356	475	454

Примечание: Сумма может не совпадать из-за округления.

Эмиссии метана сокращались в период с 1990 по 1999 гг. в среднем на 92 тыс. т/год, а в 2000 г. наблюдался небольшой рост в объемах эмиссий. При этом вклад подземной и открытой добычи угля постоянно менялся. Если в 1990 г. доли составляли 68 и 32 % для закрытой и открытой добычи, соответственно, то в 2001 г. соотношение поменялось на 45 и 55 %. Сокращение эмиссий в данном секторе в первую очередь связано с сокращением объемов добычи угля закрытым способом, поскольку утилизация шахтного метана не является распространенной практикой в Казахстане. При этом на каждый не добытый миллион тонн угля от подземной добычи приходилось почти 23 тыс.т сокращения выбросов метана, тогда как это значение для открытой добычи составляет менее 5 тыс.т.

Одним из важных шагов в проведении инвентаризации является оценка неопределенности расчетов выбросов [8]. Использование более детальных данных при оценке объемов эмиссий ведет к сокращению неопределенности. Использование комбинации Рядов II и III, то есть измеренных и расчетных эмиссий с учетом национальных условий позволило уменьшить общий уровень неопределенности с 60 % в предыдущих инвентаризациях до ± 20 %. На рис. показано сравнение эмиссий метана от угольной деятельности в Казахстане, полученные разными подходами.

Как видно, тренды выбросов по всем трем Рядам идентичны, однако в натуральном выражении эмиссии по Рядам I и II недооценивались в среднем на 34 и 25 %, соответственно.



Рис. Эмиссии метана от угольного сектора Казахстана за 1990...2001 гг.
 1 – Ряд III (закрытая добыча) и Ряд II (открытая добыча);
 2 – Ряд I (закрытая и открытая добыча); 3 – Ряд II (закрытая и открытая добыча).

Согласно Руководству МГЭИК выбросы ПГ необходимо пересчитывать для предыдущих лет при любых изменениях в данных или методологии для построения однородного ряда. Таким образом, эмиссии CH_4 от угольного сектора Казахстана должны пересчитываться каждый раз, когда будут обновляться данные о метаноносности угольных пластов или при переходе с методологии Ряда I на более детальную методологию. В будущем для улучшения качества инвентаризации и уменьшения уровня неопределенности оценок эмиссий предполагается использование методики Ряда II для всех предприятий открытой добычи угля в Казахстане. Возможна также оценка эмиссий метана от выработанных и законсервированных шахт.

Улучшение качества инвентаризации метана от угольной деятельности важно еще и потому, что результаты могут использоваться для проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в рамках Конвенции по Трансграничному переносу загрязняющих веществ, которую Казахстан подписал в 2001 г, поскольку добыча угля является также одним из источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймухаметов С.К., Швец И.А. Опыт извлечения и утилизации метана

- на шахтах карагандинского угольного департамента АО «Испат-Кармет» и потенциальные возможности снижения эмиссии метана в атмосферу// Доклады Второй Международной Конференции «Сокращение Эмиссий метана». – 2000 – Новосибирск. – С. 472-475.
2. Инвентаризация выбросов парниковых газов в Республике Казахстан за 2000 г.: Отчет по теме. – Алматы, 2001. – 97 с. – Отв. исп. И.Б. Есеркепова.
 3. Инвентаризация выбросов парниковых газов в Республике Казахстан за 2001 г.: Отчет по теме. – Алматы, 2002. – 150 с. – Отв. исп. И.Б. Есеркепова.
 4. Инструкция о порядке составления государственного статистического отчета об охране атмосферного воздуха по форме № 2-тп (воздух). – Алматы: Агентство Республики Казахстан по статистике, 2000. – 2с.
 5. Конвенция по Изменению Климата. – Бонн, 1998. – 30 с.
 6. Ответ на запрос о данных для проведения инвентаризации в угольном секторе Казахстана. ТОО «БАК», 2002.
 7. Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК. – 1996. – т. 1,2,3.
 8. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories//IPCC Secretariat. 6th session. Montreal. – 2000. – 494 p.

Казахский научно-исследовательский институт
мониторинга окружающей среды и климата

ҚАЗАҚСТАННЫҢ КӨМІР ӨНДІРУ САЛАСЫНДАҒЫ МЕТАН ҰШҚЫР ЭМИССИЯЛАРЫН ТҮГЕНДЕУДІҢ ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ӘДІСТЕРІ ЖӘНЕ НӘТИЖЕЛЕРІ

В.П. Идрисова

Мақалада Қазақстандағы көмір өндіру кезінде пайда болатын шахталық метан эмиссиясын түгендеу кезінде жан-жақты зерттеу мен жергілікті мәліметтерді қолдану қажеттілігі дәлелденген. Республиканың көмір өндіру саласындағы әртүрлі әдіс-тәсілдермен жасалған метан таралуын түгендеу нәтижелері салыстырылған. Осы саладағы түгендеуді әрі қарай нақтылаудың мүмкін бағыттары ұсынылған.