

**ОЦЕНКА ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ
ГАЗОВ ОАО «ЗАПОРОЖКОКС»**

© 2009 Лобов А. А., к.т.н., Чамара О.А.
(ХНАГХ),
Борисенко А.Л., к.т.н.,
Малыш А.С., к.т.н. (УХИН)

В данной работе обсуждается проблема глобального потепления климата и связанные с этим явлением мировые соглашения. Ключевым моментом статьи

является изучение методик определения выбрасываемых эмиссий CO₂ от антропогенных источников (а именно от предприятия ГМК Украины) и проведение расчета для одного из таких предприятий – ОАО «Запорожжкокс».

In this paper we discuss the problem of global warming and the related phenomenon of the settlement agreement. The key moment of the article is to study methods of determining emissions of CO₂ emitted from anthropogenic sources (viz from GМК of Ukraine) and a calculation for one of these companies - JSC «Zaporozhzhkoks».

Ключевые слова: киотский протокол, парниковые газы, выбросы, методика расчета, показатель эмиссии, рекомендации.

Одной из наиболее обсуждаемых глобальных проблем в последнее время стали климатические изменения, а именно факт медленного, но неотвратимого роста среднегодовой температуры планеты.

Глобальное потепление со всеми вытекающими последствиями напрямую связано с понятием «парниковый эффект». Вклад парниковых газов (ПГ), основными из которых являются углекислый газ, метан, закись азота и соединения фтора (перфторуглероды, гидрофторуглероды, гексафторид серы) в регулирование теплового баланса земли достаточно велик. Благодаря присутствию в атмосфере этих веществ средняя температура земной поверхности поддерживается на уровне 33 °С, что и дает возможность существования жизни на Земле. ПГ образуют в атмосфере экран (подобный парнику-теплице), прозрачный для коротковолновой солнечной радиации, которая почти полностью поглощается земной поверхностью. Нагреваясь от солнечного тепла, земная поверхность становится источником земного длинноволнового излучения, которое ПГ поглощают, препятствуя ему уйти в космос [1].

Усиление парникового эффекта и изменение климата является серьезной глобальной проблемой, решению которой посвящен ряд международных соглашений. Так, в 1992 г. была подписана Рамочная Конвенция ООН об изменении климата (РКИК); 11 декабря 1997 г. в г. Киото более чем 160 стран подписали Киотский протокол, обязывающий индустриально развитые государства сократить выбросы углекислого газа [2].

В рамках РКИК были выработаны международная правовая схема и набор принципов, приемлемых для большинства подписавших ее стран. В РКИК принято, что изменение климатических условий является серьезной проблемой. Конвенция также заверяет развивающиеся страны в том, что за сложившуюся на данный момент ситуацию ответственность будут нести преимущественно промышленно развитые страны. Статус рамочной конвенции означает, что в нее могут быть добавлены так называемые протоколы, определяющие планы или конкретные меры по снижению уровня выброса ПГ. При этом специалисты по проблемам окружающей среды критиковали стороны, подписавшие РКИК, за то, что они не установили законодательно обязательных задач и временных диаграмм сокращения выбросов ПГ.

Именно поэтому Киотская конференция стала самым большим и самым знаменательным событием в сфере защиты окружающей среды с момента проведения международного саммита в Рио-де-Жанейро. Сформулированный в контексте материально-правовых ограничений на глобальном уровне, подписанный Киотский протокол стал значительным достижением.

Основным достижением протокола является определение для каждой промышленно развитой страны обязательных количественных ограничений на выброс ПГ, а именно: сократить выбросы ПГ в период 2008-2012 гг. на 5 % от уровня 1990 г. (последний взят в качестве точки отсчета как базовый год). В приложении к протоколу оговорены отдельные

требования к США, Японии и странам ЕС, которые должны сократить количество выбросов на 7, 6 и 8 % соответственно [2].

Но, как уже говорилось выше, срок действия Киотского протокола завершается в 2012 году. А это значит, что необходимо заключать очередной договор, направленный на сокращение выбросов ПГ с 2013 г. Причем особое внимание должно уделяться более жестоким ограничениям по выбросам. В связи с этим:

– 15 декабря 2007 г. завершилась конференция ООН по проблеме изменения климата, проходившая на острове Бали. В результате переговоров представителями из 180 стран было разработано рамочное соглашение – юридическая основа для нового протокола по снижению выбросов парниковых газов с 2013 г., в котором примут участие все развитые страны;

– 14 июня 2008 г. в Бонне (Германия) завершился очередной раунд международных переговоров по проблеме изменения климата;

– с 7 по 9 июля 2008 г. на японском острове Хоккайдо проходил Саммит глав государств «Большой восьмерки». Участники еще раз подчеркнули решимость взять на себя лидерство в борьбе с изменением климата. При этом ключевым инструментом смягчения неблагоприятных последствий климатических изменений, по их мнению, должны стать меры, направленные на снижение глобальных выбросов парниковых газов и способствующие переходу к «низкоуглеродной экономике». В первую очередь, это развитие экологически чистой энергетики, распространение инновационных низкоуглеродных технологий и практик, более широкое использование возобновляемых источников энергии, а также меры по повышению энергетической эффективности.

Большое внимание участники Саммита уделили обсуждению будущего международного климатического режима после 2012 г. Стороны разделили общее видение долгосрочной цели по снижению глобальных выбросов парниковых газов на 50 % к 2050 г. В декабре участники международной конференции ООН по климатическим изменениям договорились согласовать новый документ, который придет на смену Киотскому протоколу [3].

Украина подписала Киотский протокол в 1999 г. и ратифицировала его 4 февраля 2004 г. Снизить количество выбрасываемых ПГ на

5 % от уровня базового года не представляет трудностей для Украины, поскольку уже сейчас эти выбросы намного ниже требуемых. Это связано с экономическим кризисом, который настиг Украину в 1991 г. В результате уровень развития энергетики и количество сжигаемого органического топлива значительно упали, снизилось также и количество выбрасываемых ПГ. Это позволяет Украине принимать участие в так называемых «механизмах гибкости», а именно:

– *совместная реализация (СР)* предоставляет возможность странам инвестировать природоохранные мероприятия в других странах, а снижение выбросов засчитывать в свою квоту. В этом смысле Украина представляет большой интерес для развитых стран, поскольку для снижения выброса углекислого газа на одну тонну здесь необходимо затратить 10-15 \$, в то время как в Японии – 600\$, в странах ЕС – 270 \$, в России – 20 \$ [4].

– *международная торговля выбросами* предусматривает передачу «излишков» квот другим странам. По подсчетам экспертов Украина находится на втором, после России, месте по количеству «излишков» квот: ежегодно она может предоставлять на международный рынок 500 млн. т квоты на выбросы ПГ.

По результатам расчетов квот на выбросы CO₂ в промышленных отраслях 75 % от их общего объема составляют ГМК Украины (табл. 1).

Таблица 1

Результаты расчетов квот на выбросы углекислого газа в промышленных отраслях [5]

| Отрасль промышленности | Эмиссия ПГ, млн.т /год | | | Излишки квот, млн. т | |
|--------------------------------|------------------------|---------|---------|----------------------|-------------------|
| | 1990 г. | 2003 г. | 2012 г. | Общие | Возможная продажа |
| Горнометаллургический комплекс | 145,5 | 99,7 | 117,0 | 28,5 | 25,0 |
| Химическая промышленность | 32,45 | 22,1 | 26,0 | 6,45 | 5,0 |
| Машиностроительный комплекс | 9,65 | 6,0 | 6,9 | 2,75 | 0 |
| Цветная металлургия | 4,85 | 3,5 | 3,65 | 1,2 | 0 |

По последним данным выбросы парниковых газов от ГМК сейчас составляют порядка 112 млн. т, и по прогнозам до 2012 г. не превысят отметки 117 млн. т.

Механизм совместной реализации может принести Украине значительные финансовые выгоды и обеспечить систему, согласно которой другие страны возьмут на себя часть капиталовложений Украины в ее экономическое восстановление. Но для привлечения иностранного капитала, необходимого для разработки проектов совместного внедрения природоохранных мероприятий в Украине, следует придерживаться специальных правил и требований к проектам СР, в том числе, показать дополнительные сокращения выбросов ПГ.

Существует множество инвестиционных возможностей, но Украина все еще находится на этапе развития законодательной базы, необходимой для полного поддержания международного бизнеса. В настоящее время законодательной базой для проектов СР по снижению парниковых газов являются следующие документы:

1. Национальный план мероприятий по реализации положений Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН по изменению климата, утвержденный распоряжением Кабинета Министров № 346-р (от 18 августа 2005 г.).

2. Приказ Президента № 1239 по вопросу определения Минприроды координатором выполнения обязательств Украины, предусмотренных Рамочной конвенцией ООН

по изменению климата (от 12 сентября 2005 г.).

3. Постановление № 206 «Про утверждение Порядка рассмотрения, одобрения и реализации проектов, направленных на снижение объемов антропогенных выбросов или увеличение адсорбции парниковых газов, согласно Киотскому протоколу к Рамочной конвенции ООН по изменению климата» (от 22 февраля 2006 г.).

4. Утвержденные приказом Минприроды Требования к документам для получения письма поддержки собственником источника, на котором планируется выполнение проекта совместной реализации (приказ Минприроды № 341), а также Требования к подготовке проектов совместной реализации (приказ Минприроды № 342) от 17 июля 2006 г.

Кроме того, следует отметить, что очень важное значение имеет метод определения эмиссии парниковых газов. Их всего два: схема «сверху – вниз» либо схема «снизу – вверх». Первая предполагает проведение инвентаризации выбросов ПГ в пределах одной страны на основе статистических данных об объемах потребляемого топлива. Понятно, что расчет по такой схеме может быть приблизительным, но именно этим методом сейчас и пользуются в нашей стране. Более точную информацию можно получить путем расчета по схеме «снизу – вверх», которая предполагает инвентаризацию выбросов каждым предприятием самостоятельно с передачей информации на следующий уровень организационной схемы. Именно поэтому для предприятия ОАО «Запорожжкокс» нами был произведен расчет

выбросов парниковых газов по основным на сегодня методикам, как предполагает схема «снизу – вверх» [6].

Расчет годовой эмиссии CO_2 проводился по трем методикам:

- методике, утвержденной в Украине;
- международной методике, предложенной МГЭИК (межправительственной группой экспертов по вопросам изменения климата);
- по данным инструментальных замеров CO_2 на источниках выбросов.

1. Расчет годовой эмиссии CO_2 по международной методике

В качестве методики инвентаризации выбросов парниковых газов приняты «Пересмотренные руководящие принципы проведения национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК 1996 г.» [7, 8]. Эта методика является довольно гибкой, поскольку практически всегда предполагает несколько «уровней» определения выбросов. Наиболее простой из них требует минимума данных и аналитических возможностей. Более сложный базируется на детальных данных и, как правило, учитывает специфические особенности страны. Наиболее высокий уровень обычно подразумевает детализацию данных до уровня предприятия и прямые замеры выбросов большинства газов. Так, для производства энергии и тепла:

- первый уровень – балансовый расчет по данным про общее потребление топлива в стране (области);
- второй уровень – расчет выбросов по категориям источников; в данном случае имеется в виду расчет на базе данных про потребление топлив в различных областях и секторах экономической деятельности;
- третий уровень – конкретные данные по предприятиям, он обычно реализуется для ограниченного числа самых больших объектов.

В методике содержится набор пересчетных коэффициентов для всех видов расчетов; их использование обязательно. Они иногда отражают специфику региона, вид топлива, производственный процесс, а иногда это просто некоторые среднемировые данные. Но,

если страна не согласна с предложенными коэффициентами, она может провести расчет для отдельных объектов и в дальнейшем использовать полученные результаты.

Как балансовый расчет, так и расчет по категориям источников имеют свои недостатки. Балансовый расчет (базовый подход) проводится на основе общих данных о количестве сжигаемого топлива. Кроме того, принято считать, что все топливо, проданное в регионе в розничной сети или проданное мелким посредникам, там же и сжигается, что, мягко говоря, неверно. А расчет по категориям источников никогда не дает полную оценку общего объема сжигаемого топлива (например, из-за невозможности учесть вклад мелких и частных потребителей, для которых не нужно и практически невозможно ввести заполнение статистических форм). Цифра, полученная в результате такого расчета, всегда будет меньше валового расхода топлива. Причем такая же ситуация наблюдается и в развитых странах с налаженной системой учета выбросов парниковых газов. Поэтому предлагается сначала проводить приблизительную оценку по базовому подходу, а потом – расчет по категориям источников. Производство кокса отнесено к сектору «производство электрической и тепловой энергии предприятиями, которые не относятся к энергетической отрасли».

2. Расчет годовой эмиссии CO_2 по каждому источнику на основе инструментальных замеров

На источниках выбросов производились измерения количества образующихся парниковых газов. При этом использовались разные методы и оборудование.

Использовалось современное оборудование: газоанализатор типа «DELTA 1600 S-IV» (производство Германии), в котором расположены инфракрасный и электрохимический сенсоры. Инфракрасный сенсор оснащен детекторами, позволяющими определять CO , CH_4 в пересчете на CH_4 и CO_2 . Использование ИК сенсоров является наиболее распространенным и селективным

подходом при определении доли CO_2 и CH_4 в составе сложных многокомпонентных газовых смесей. Погрешность измерений по O_2 (CO_2) составляет $\pm 0,2\%$. Дополнительно, с помощью электрохимического сенсора можно измерить концентрацию O_2 и NO_x .

Традиционными методами (газовая хроматография и химический метод) измерения выбросов парниковых газов проводились с использованием хроматографа, работа которого основана на выделении из газового потока необходимого компонента при помощи сорбента. При этом все приборы прошли предварительную проверку калибровочными газовыми смесями.

Отбор проб для газового анализа осуществлялся при работе оборудования по технологическому регламенту при среднем периоде коксования. Количество последовательных проб для каждого источника каждым прибором составляло не менее 5. Обеспечивалось одновременное измерение разными приборами. Интервал времени, в котором производился отбор проб, составлял не менее 20 мин. При этом по каждому прибору производилось осреднение результатов измерений, а затем производилось осреднение результатов измерений, полученных разными приборами.

По данным прямых инструментальных замеров определялся удельный выброс (г/м^3) на единицу (1 м^3) сжигаемого топлива. Годовой выброс CO_2 является результатом умножения удельного выброса на годовой объем сжигаемого топлива.

Расчет выбросов от неорганизованных источников производится по следующей методике: по измеренному значению концентрации CO_2 и расхода газовой смеси от источника определяется мощность выброса за 1 с. Годовой выброс получается в результате умножения мощности выброса (г/с) на расчетное время выброса за год.

3. Расчет годовой эмиссии CO_2 по методике, утвержденной в Украине

Расчеты выбросов парниковых газов выполнены в соответствии с утвержденными в Украине методиками для различных технологических процессов. Выбросы парниковых газов от организованных источников определялись согласно «Руководству по проведению расчетов объемов выбросов парниковых газов на предприятиях горнометаллургического комплекса Украины» с целью сравнения данных замеров и показателей эмиссий, определенных расчетными методами [9].

В соответствии с методикой выбросы парниковых газов от использующих топливо установок в коксохимическом производстве (коксовых печей) рассчитывают по общему количеству сожженного топлива и коэффициентам эмиссии, разработанным в УХИНе и приведенным в Руководстве. Расчеты выполняются для углекислого газа, метана и закиси азота.

Так, при использовании в качестве топлива коксового газа, коэффициенты эмиссии составляют [4]: CO_2 , т/т – 1,263; CH_4 , г/т – 265,0; N_2O , г/т – 2,93.

Кроме того, расчеты выполняются для неорганизованных источников, по которым не представляется возможным произвести замеры. Неорганизованные источники выделяют парниковые газы в процессе коксования периодически, объемы выбросов из неорганизованных источников значительно уступают выбросам через дымовые трубы коксовых батарей.

Расчет количества парниковых газов, выбрасываемых при сжигании коксового газа в топливосжигающих аппаратах (кроме коксовых печей), производится на основе объема газо-воздушной смеси ($\text{м}^3/\text{с}$) и содержания в ней CO_2 (г/м^3) в соответствии с методикой определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от энергетических установок ГДК 34.02.305 – 2002.

Годовые эмиссии CO_2 , полученные в результате всех проведенных расчетов, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Годовые эмиссии CO_2 , рассчитанные по различным методикам

| Методика | Годовая эмиссия CO ₂ , тыс.т CO ₂ |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Утвержденная в Украине | 480,74 |
| Международная (предложенная МГЭИК) | 521,90 |
| По данным инструментальных замеров CO ₂ на источниках выбросов | 491,40 |

Для сравнения хотелось бы отметить, что в 1990 г. выбросы парниковых газов от ОАО «Запорожжкокс» составляли 1011,6 тыс. тонн в эквиваленте CO₂; в 2004 г. – 514,1 тыс. тонн в эквиваленте CO₂ (данные УХИН).

Сравнив полученные данные, можно сделать следующие выводы:

1. Результаты расчетов эмиссии CO₂ по методике, утвержденной в Украине, и по международной методике отличаются на 7,8 %;

2. Результаты расчетов эмиссии CO₂ по методике, утвержденной в Украине, и методике на основании инструментальных замеров отличаются на 2,2 %.

3. В отдельных случаях погрешность достигала 15 %. Это объяснимо, поскольку расчеты производятся на основе усредненных данных, в то время как в действительности выбросы от источников распределяются неравномерно.

Несмотря на то, что разница между рассчитанными результатами невелика, наиболее достоверный результат можно получить, выполнив прямые замеры на организованных источниках выбросов, на основе которых произвести расчет выбросов парниковых газов.

Кроме того, предприятия ГМК (и другие отрасли промышленности) имеют право самостоятельно реализовывать излишки квот в проектах совместного внедрения по разрешению государственных органов. Речь идет об излишках, которые могут быть получены в результате внедрения природоохранных мероприятий в производстве, таких, например, как установка по тепловому обезвреживанию и утилизации тепла дымовых газов коксовых батарей, которая внедрена на ОАО «Запорожжкокс». Использование такой установки позволяет предприятию не только экономить топливо,

но и получать за счет этого прибыль. Во-первых, сокращается величина сбора за загрязнение окружающей природной среды, во-вторых, возможна прибыль за счет участия предприятия в механизмах Киотского протокола.

Библиографический список

1. *Саратов И.Е.* Планетарные экологические явления в атмосфере. Ч. 1: Парниковый эффект. – Харьков: ХГАГХ, 1998. – 102 с.

2. *Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. – Киото, 1998 // <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.*

3. *Сергеев М.* "Большая восьмерка" перешит Киотский протокол. Россия превысит квоту на выброс парниковых газов только к 2020 году // *Независимая газета.* – 27 мая 2008 г.

4. *Мантула В.Д., Бугаенко М.М., Спирина С.В.* Особенности инвентаризации парниковых газов в горнометаллургическом комплексе Украины / *Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов.* – Харьков: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2006. – С. 29-33.

5. *Нотич А.Г., Рудой Ю.С., Хребтова Л.И.* По поводу условий имплементации Киотского протокола к Рамочной Конвенции ООН про изменение климата в промышленных отраслях Украины / *Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов.* – Харьков: УкрГНТЦ «Энергосталь», 2006. – С. 26-28.

6. *Сталинский Д.В., Мантула В.Д., Спирина С.В., Спирин В.Ю., Бугаенко М.Н., Сурнин С.Б.* Методические рекомендации по расчету антропогенных выбросов и абсорбции поглотителями парниковых газов

- для секторов экономики и основных производств / Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов. Т. 2. – Харьков: Сага, 2007. – С. 8-16.
7. Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. – МГЭИК, 1996.
8. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. – МГЭИК, 2001.
4. Керівництво по проведенню розрахунків обсягів викидів парникових газів на підприємствах гірничометалургійного комплексу України. – Харків: Енергосталь, 2006. – 28 с.
- Рукопись поступила в редакцию 05.12.2008