

вуглецю та додаткові кількості інших компонентів, які присутні у вугіллі, для отримання генераторного газу об'єму і складу згідно термодинамічного розрахунку, яким відповідають стовпчики 5 і 6 табл. 2 і 3.

Аналіз отриманих даних свідчить про те, що при стехіометричному співвідношенні пари і кисню у випадку ідеального і реального вугілля спостерігається неповне використання вугілля 19,2 і 5,629 кг, відповідно. Також досить суттєво відрізняється склад генераторного газу для обох видів вугілля. Для реального вугілля при подвійному надлишку пари виникає необхідність додаткового вуглецю 11,849 кг, при цьому збільшується рівноважний об'єм CO, H<sub>2</sub> і CH<sub>4</sub>.

**Таблиця 2 – Результати розрахунків рівноважного складу генераторного газу, отриманого з реального вугілля (H<sub>2</sub>O/O<sub>2</sub> = 2)**

Температура 900 °С, тиск 20 атм., об'ємне співвідношення в дутті: N <sub>2</sub> /O <sub>2</sub> = 1; H <sub>2</sub> O/O <sub>2</sub> = 2					
Компонент	Прихід, кг	Вихідна суміш, кг	Витрата в стані рівноваги, кг	Рівноважний об'єм, м <sup>3</sup> .	Рівноважний склад, % об.
Вугілля	100				
Додаткове вугілля, в т. ч.:	20,571				
Вуглець додатковий – на реакції (1 – 3)	11,849	11,849			
Зола та додаткова зола	31,107	31,107	31,107		
Пар	57,6				
O <sub>2</sub> (збагачене повітря)	45,533				
N <sub>2</sub> (збагачене повітря)	39,842				
CO <sub>2</sub>		0	36,158	18,408	7,00
CO		134,4	123,652	98,922	37,62
H <sub>2</sub>		6,915	7,236	81,049	30,83
CH <sub>4</sub>		0	8,791	12,309	4,68
N <sub>2</sub>		40,444	40,444	32,355	12,31
H <sub>2</sub> O		38,446	15,771	19,626	7,46
H <sub>2</sub> S		0,384	0,384	0,253	0,1
Всього	263,546	263,546	263,546	262,922	100

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Саранчук В.І., Льяшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С. Основи хімії і фізики горючих копалин. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. – с. 640.
2. Справочник азотчика. / Под редакцией Е. Я. Мельникова. – М.: Химия, 1967. – 492 с.
3. S. Jarungthammachote, A. Dutta Energy. Thermodynamic equilibrium model and second law analysis of a downdraft waste gasifier. – Field of Study, School of Environment, Resources and Development, Asian Institute of Technology, P.O. Box 4, Klongluang, Pathumthani 12120, Thailand, Received 9 August 2006. – 10 p.
4. Christopher Higman, Maarten van der Burgt. Gasification. – Library of Congress Cataloging-in-Publication Data, USA, 2003. – 390 p. – ISBN 0-7506-7707-4.

УДК: 330.342:504

**Гомаль И. И., Рябич О. Н. (Украина, Донецк)**

#### ИННОВАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ УГЛЕРОДНОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Прогнозы роста выбросов парниковых газов в атмосферу диктуют необходимость участия как развитых, так и развивающихся стран в реализации политики и мер по ограничению антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) в целях стабилизации климатической системы. Использование действующих рыночных механизмов Киотского протокола, обеспечивающих достижение сокращений выбросов при минимизации затрат, доказало свою эффективность. По оценкам Point Carbon ожидается, что объем сокращений выбросов к концу 2012 г. превысит уровень в 1 млрд. т. CO<sub>2</sub>-экв. [1]. Однако, такие меры недостаточны, в пост Киотский период необходимо дополнение действующих механизмов новым более масштабным инструментом, который бы обеспечивал создание экономических стимулов для внедрения низкоуглеродных энергоэффективных технологий. Действенность данного механизма в первую очередь должна основываться на количественной, качественной оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ, в соответствии с принятыми Рамочной Конвенцией ООН по изменению климата методическими принципами Международной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [2, 3, 4].

Цель работы заключается в анализе теоретических аспектов инвентаризации выбросов парниковых газов, исследовании секторального подхода к оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ на уровне подсистем экономической деятельности для формирования инновационного механизма углеродного финансирования.

Известно, что Киотский протокол устанавливает количественные ограничения на выбросы ПГ для развитых стран и для стран с переходной экономикой, к которым, в частности, относится Украина. Ограничения устанавливаются в абсолютной величине в форме квоты, которая рассчитывается как процент от выбросов,

имевших место в данной стране в 1990 году. Для Украины ограничения на выбросы установлены на уровне 1990 года (100% от выбросов за 1990 г.), что на 40% выше нынешнего фактического уровня выбросов. Поэтому при формировании механизма углеродного финансирования на национальном уровне необходимо предусмотреть и детально разработать методические подходы к оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ в атмосферу.

Методическими рекомендациями МГЭИК предусмотрены базовый и секторальный подходы к инвентаризации антропогенных выбросов ПГ.

Базовый — обеспечивает методологию для оценки и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ на основе данных о потреблении в стране конкретного вида топлива без разбивки по видам и целям его использования, но с учетом международной бункеровки воздушных и водных судов и использования топлива на неэнергетические нужды. Для его реализации требуются только статистические данные о потреблении и производстве топлива, изменении его запасов, а также данные о внешней торговле топливом, изменениях в запасах и потреблении на неэнергетические нужды. Однако в рамках украинской статистики нет возможности получить данные о межрегиональной торговле топливом. Возникает также проблема отнесения потребления топлива транспортными средствами, пересекающими границу региона.

Секторальный подход — это более детальный расчет выбросов и верификация сокращений антропогенных выбросов парниковых газов в атмосферу в отдельных отраслях и секторах экономической деятельности, который должен включать:

– производителей углеродного топлива (нефте-газо-угледобывающие предприятия, нефтеперерабатывающие заводы, системы трубопроводов и импортеров топлива). При этом регулировать необходимо не прямые выбросы, а потенциальные выбросы от произведенного топлива. Сокращение выбросов на уровне производителей ограничивает поставку и влияет на цены энергоносителей, что стимулирует потребителей более эффективно использовать их.

– потребителей углеродного топлива — тепловые генераторы электричества, предприятия обрабатывающих отраслей (металлургия, химическая промышленность и др.), коммунальный сектор и транспорт. Регулированию подвергаются прямые выбросы потребителей, которые поддаются непосредственному измерению.

В Украине целесообразно выделить следующих секторов экономической деятельности, установленных МГЭИК:

- энергетика;
- промышленные процессы;
- использование растворителей и других продуктов;
- сельское хозяйство;
- землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство (ЗИЗЛХ);
- отходы.

Наибольший вклад в совокупные выбросы ПГ в Украине вносит сектор «Энергетика». В 2009 г. доля этого сектора составила 70 % от суммарных выбросов ПГ. Около 82% выбросов в 2009 г. в секторе «Энергетика» приходилось на выбросы в категории «Сжигание топлива», за ними следуют выбросы в категории «Выбросы, связанные с утечками» — 18 %. В 2009 г. совокупные выбросы в секторе «Энергетика» снизились на 62% по сравнению с 1990 г. и на 12 % по сравнению с 2008 г., что стало следствием снижения потребления энергоносителей, которое вызвано падением промышленного производства по причине мирового финансового кризиса.

В 2009 году совокупные выбросы ПГ в секторе "Промышленные процессы" составили 71,3 млн. т CO<sub>2</sub>-экв. или 19 % от общих выбросов ПГ и снизились по сравнению с 1990 годом на 45,6 % и на 22 % по сравнению с 2008 годом.

В секторе "Использование растворителей и других продуктов" имели место выбросы лишь одного ПГ прямого действия — закиси азота. В 2009 году выбросы в этом секторе составили около 0,3 млн. т CO<sub>2</sub>-экв. или 0,1 % от общих выбросов ПГ и снизились примерно на 11,5 % по сравнению с 1990 годом. Значения выбросов ПГ в этом секторе в течение 2008-2009 годов практически не изменилось.

Выбросы ПГ в секторе "Сельское хозяйство" в 2009 году составили 33,9 млн. т CO<sub>2</sub>-экв., что составляет 9,1% от общих выбросов ПГ и снизились примерно на 67,5 % по сравнению с 1990 годом и на 5 % в сравнении с 2008 годом. Причиной сокращения выбросов ПГ, прежде всего, стало уменьшение поголовья скота в сельскохозяйственных предприятиях, количества внесенных в почву удобрений, обрабатываемых площадей сельскохозяйственных культур и др.

Сектор ЗИЗЛХ учитывает, как выбросы, так и поглощения диоксида углерода. В этом секторе происходят выбросы диоксида углерода, метана и в незначительном количестве закиси азота. Результирующими значениями инвентаризации в секторе ЗИЗЛХ являются чистые поглощения. Чистое поглощение CO<sub>2</sub> в этом секторе изменяется на всем временном ряду в пределах 11-25 % от совокупных ежегодных выбросов ПГ. Поглощение в 2009 году составило 24,9 млн. т CO<sub>2</sub>-экв. и уменьшилось по сравнению с базовым 1990 годом на 64,5 %, а по отношению к 2008 году поглощение в 2009 году увеличилось на 13,3 %. Такие значения поглощений вызваны увеличением запасов углерода при лесоразведении и лесовосстановлении, более сбалансированным управлением лесными хозяйствами.

Вклад сектора «Отходы» в 2009 г. в суммарные выбросы составляет 2,6 %. Основной источник выбросов

CH<sub>4</sub> – свалки твердых бытовых отходов (ТБО), а выбросов N<sub>2</sub>O — сточные воды жизнедеятельности человека. По отношению к базовому году выбросы в секторе в 2009 г. увеличились на 16% в связи с увеличением накопления ТБО на свалках.

Расчет сокращений антропогенных выбросов ПГ при базовом подходе, безусловно, гораздо проще и требует меньше данных, чем расчет при секторальном подходе (по категориям источников), где отдельно рассматривается сжигание топлива в различных отраслях и секторах экономики. Для базового подхода достаточно данных, имеющихся в Госкомстате Украины, в то время как для расчета по категориям источников необходим сбор данных минимум на уровне крупнейших предприятий. С другой стороны, только расчет по категориям источников с выделением вклада крупнейших источников выбросов (предприятий) позволит сформировать действенный механизм углеродного финансирования. При этом отраслевые нормативы сокращения выбросов ПГ, должны быть установлены как в абсолютном выражении — в виде объема сокращения относительно базового сценария, так и в относительных — на единицу производимого продукта.

Для создания механизма углеродного финансирования, учитывающего секторальный подход, необходимо:

1. Согласование принципов установления целевых показателей ограничения выбросов в том или ином секторе (эти показатели могут быть для разных стран различными как численно, так и по своему типу: абсолютные значения, удельные значения на единицу продукции, темпы снижения абсолютных и/или удельных выбросов и т.п.).

2. Принятие методических рекомендаций относительно границ того или иного сектора. Базовый сценарий должен быть разработан на основании четко обозначенного перечня предприятий (с объемом выпуска соответствующей продукции), охватываемых данным сектором.

3. Использование соответствующих утвержденных методологий для оценки выбросов и минимально необходимого объема данных для построения базового сценария.

4. Период выпуска и зачета сокращений выбросов, который должен быть достаточно длительным для запуска инвестиционного цикла и демонстрации сокращений выбросов, но не может быть очень длинным в связи с необходимостью достижения «климатических» эффектов в сжатые сроки.

5. Обеспечение независимой международной верификации достигаемых результатов.

6. Избежание «двойного зачета» при возможном параллельном использовании действующих Киотских механизмов сокращения выбросов в том или ином секторе экономики.

Одним из ключевых источников выбросов ПГ является угольная отрасль Украины.

Ежегодно миллионы кубических метров метана поступают в атмосферный воздух из вентиляционной и дегазационной систем угольных шахт. Метан высвобождается в результате горных работ, накапливается в шахтном пространстве и затем выбрасывается в атмосферу. Являясь нетоксичным газом, метан, поступающий в атмосферу, приводит к глобальному потеплению, так как он второй по значимости парниковый газ, регламентируемый Киотским протоколом. Объем выбросов метана составляет около 19 % от общего количества выбросов ПГ, он также является очень мощным парниковым газом, его потенциал в 21 раз превышает CO<sub>2</sub>. Например, из 169 действующих шахт Украины 95 % являются «газовыми».

По источникам выбросов в угольной отрасли метан классифицируется таким образом:

1. Метан угольных пластов — в нетронутым массиве, природное выветривание (трещины и разломы в угольных пластах и породах).

2. Шахтный метан — выделяющийся при угледобыче:

1) подземным способом:

а) с системы вентиляции, с концентрацией метана 0.2-1 %;

б) с системы дегазации:

– предварительной с поверхности, с концентрацией метана 80-98 %,

– подземной, с концентрацией метана 20-60 %.

Причем на долю метана, поступающего с вентиляционной струей из шахт, приходится около 70% и с дегазации 20 %.

2) открытым способом;

3) обогащение, транспортировка и использование угля.

3. Метан закрытых угольных шахт — в угольных пластах, выработанных пространствах и горных выработках после закрытия угольных шахт.

Авторская позиция состоит в том, что апробацию секторального подхода к оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ следует провести именно в данном секторе экономики.

Для этого необходим детальный анализ объемов добычи угля подземным и открытым способами, выбросов метана, объемов добычи и утилизации шахтного метана за 1990-2010 гг.

На сегодняшний день при формировании национального кадастра антропогенных выбросов ПГ для угольной отрасли проведена консервативная оценка выбросов, основанная на результатах, проведенных в Украине исследований за 1990-2001 гг. [7]. При этом средневзвешенные коэффициенты выбросов метана рассчитаны только за период 1990-2001 гг. и предполагалось, что объем добытого и утилизированного метана в 2002-2009 гг. остался неизменным с 2001 г., что противоречит действительности. Так как, по данным Минтопэнерго, за последние три года 2007-2009 гг. количество шахт, на которых были внедрены проекты по дегазации и добыче шахтного метана, выросло вдвое — до 62. В 2010 году в Украине добыто 80 млн. м<sup>3</sup> шахтного метана, что на треть больше, чем в прошлом.

Для оценки выбросов ПГ при разработке проекта по утилизации метана в угольной отрасли и использовании его как энергоресурса необходимо определение:

- базового уровня выбросов;
- выбросов по проекту, включая выбросы от процесса сжигания, улавливаемого и дренируемого метана;
- годового объема сокращений выбросов.

Определение базового уровня выбросов осуществляется на основании плана развития угольного предприятия.

Определение проектных выбросов основывается на прогнозируемых показателях проекта в зависимости от его типа:

- производство продукции или услуг,
- установленная энергетическая мощность и показатели ее использования,
- объем экономии энергоресурсов и т.п.

Специфические коэффициенты выбросов могут отличаться по величине от примененных для расчета базового уровня выбросов. Объем выбросов рассчитывается путем умножения объема производства на соответствующие коэффициенты выбросов.

Соответственно, годовой объем сокращений выбросов рассчитывается как разность между суммарным объемом базовых выбросов и суммарным объемом выбросов по проекту.

Таким образом, при формировании механизма углеродного финансирования на национальном уровне необходимо предусмотреть и детально разработать несколько методических подходов к оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ в атмосферу.

Использование секторального подхода к оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ на уровне подсистем экономической деятельности при формировании инновационного механизма углеродного финансирования позволит существенно увеличить масштабность реализуемых проектов и сократить транзакционные издержки.

Апробацию секторального подхода к оценке и верификации сокращений антропогенных выбросов ПГ целесообразно провести в угольной отрасли Украины, так как она является одним из ключевых источников выбросов ПГ.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Новости // Информационный центр “Point Carbon”. – <http://www.pointcarbon.com>.
2. Пересмотренные руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. МГЭИК. – 1996 г.
3. Руководящие указания по эффективной практике и учету факторов неопределенности в национальных кадастрах парниковых газов. МГЭИК. — 2001 г.
4. Поновлені керівні принципи Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату для надання інформації про щорічні кадастри після включення положень. Рішення 14/CP.11. МГЭИК. – 2006 г.
5. Інформація щодо інвентаризації парникових газів // Державне агентство екологічних інвестицій – <http://neia.gov.ua/nature/control/uk/publish/article.jsessionid>.
6. Наказ Державного агентства екологічних інвестицій України 24.10.2008 № 58 «Порядок проведення національної інвентаризації антропогенних викидів із джерел та поглинання поглиначами парникових газів» // Державне агентство екологічних інвестицій – <http://neia.gov.ua>.
7. Руководство «Шахтный метан на Украине: возможности производства и инвестиций в Донецком угольном бассейне», Агентство США по охране окружающей среды, 2001. – 131 с.

УДК 631.350

**Трофименко А. Л., Гончаренко И. В. (Украина, Киев)**

#### **ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ**

Материальный мир складывается из различного рода взаимосвязанных стихий, находящихся в непрерывном движении. Это утверждение можно назвать первым физическим постулатом. Растительный и животный мир Земли, возникший значительно позже самой Земли, вынужден приспосабливаться к резко меняющимся природным условиям. Человек же стремится приспособить окружающую среду для своих нужд, хотя ему не всегда удаётся сделать это, а если и удаётся, то ценой больших усилий и материальных затрат. Следовательно, установить количественные законы развития современного материального мира чрезвычайно сложно. Кроме того, статистические данные, которыми оперируют экологи, давно перестали кого-либо пугать – сработал эффект пресыщения, поэтому человечество ещё не осознало в полной мере степень угрозы надвигающейся глобальной катастрофы. Она может наступить из-за всё ускоряющегося потепления климата на нашей планете – это однозначно установленный факт современной науки. Климатические изменения являются одним из самых серьёзных экономических вызовов, вставших перед человечеством, и эти изменения уже происходят. За последние 20 лет от природных климатических катаклизмов в мире погибло ~ 1 млн. человек. Поэтому одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством, является проблема противостояния изменению климата