



**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
И СОЦИАЛЬНЫЙ СОВЕТ**

Distr.
GENERAL

ECE/ENERGY/2006/5
18 September 2006

RUSSIAN
Original: ENGLISH

ЕВРОПЕЙСКАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

КОМИТЕТ ПО УСТОЙЧИВОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Пятнадцатая сессия

Женева, 28-30 ноября 2006 года

Пункт 8 предварительной повестки дня

**ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ УЛАВЛИВАНИЯ И ХРАНЕНИЯ УГЛЕРОДА:
ВОЗМОЖНОСТИ, ПРЕПЯТСТВИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
И РОЛЬ, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ ЕЭК ООН**

Записка секретариата*

I. ВВЕДЕНИЕ

1. В настоящее время все более усиливается обеспокоенность в связи с изменением климата, которое, как представляется, вызвано повышением концентрации парниковых газов (ПГ) в атмосфере.
2. Диоксид углерода (CO₂) является основным ПГ, образующимся в результате антропогенной деятельности. Главным источником выбросов CO₂ является сжигание ископаемых видов топлива, хотя уничтожение тропических дождевых лесов также вносит существенный вклад в увеличение таких выбросов. Генерирование электроэнергии

* Настоящий документ подготовлен совместно с г-ном Паулем Фрэндом, консультантом, электронная почта: paul.freund@tiscali.co.uk (ранее работавшем по линии Программы МЭА по НИОКР в области парниковых газов).

является наиболее крупным отдельным секторальным источником антропогенных выбросов CO₂ в глобальном масштабе, в связи с чем на него обращается наибольшее внимание в плане сокращения выбросов.

3. Существует целый ряд альтернативных вариантов, позволяющих сократить выбросы ПГ, включая повышение эффективности использования энергии, переход на виды топлива с низким содержанием углерода или получение электроэнергии за счет альтернативных источников, в частности возобновляемых источников энергии или ядерной энергии. Деятельность по реализации соответствующих мер развернута в регионе ЕЭК ООН и в остальных частях мира. Вплоть до последнего времени по общему молчаливому согласию сокращение выбросов ПГ связывалось с отходом от использования ископаемых видов топлива, но в настоящее время многие директивные органы рассматривают такой подход в качестве нереалистичного с учетом существенного экономического роста в развивающихся странах и странах с переходной экономикой и все большего значения, придаваемого обеспечению энергетической безопасности. Однако значительные усилия, прилагаемые в сфере исследований и разработок, позволяют находить способы использования ископаемых видов топлива, особенно для целей генерирования электроэнергии при значительно меньших выбросах по сравнению с выбросами на действующих электростанциях. Такой результат может быть достигнут благодаря улавливанию и хранению CO₂, которые являются темой настоящего документа.

4. Процесс улавливания и хранения CO₂ (также именуется улавливанием и хранением углерода или УХУ) основан на технологии, уже используемой для других целей, благодаря чему он нуждается лишь в ограниченной доработке; такой уровень относительной зрелости технологии также позволяет с большим доверием относиться к ее применению по сравнению с другими новыми энергетическими технологиями, достигшими аналогичного уровня развития. Таким образом, речь идет о технологии, которая может относительно быстро найти практическое применение с целью сокращения выбросов ПГ на электростанциях, работающих на ископаемых видах топлива. Основные примеры, приводимые в настоящем документе, почерпнуты из практики выработки электроэнергии, но аналогичные замечания могли бы быть сделаны в отношении такой практики на других крупных, системообразующих предприятиях со сжиганием ископаемых видов топлива, в частности на нефтеперегонных заводах, металлургических заводах и в производстве водорода.

5. Настоящий документ начинается с описания технологии по улавливанию и хранению CO₂, включая анализ расходов и потенциальных возможностей сокращения выбросов. Затем рассматриваются причины, обуславливающие проявляемый в настоящее

время интерес к этому подходу и приводится краткое описание других многочисленных путей сокращения выбросов ПГ. Далее обсуждаются препятствия на пути осуществления, рассматриваются меры, необходимые для их преодоления, и приводится обзор институциональных потребностей, непосредственно связанных с этой технологией, а в заключение приводятся некоторые примеры из области международного сотрудничества. И наконец, излагаются предложения, касающиеся возможной роли ЕЭК ООН в плане проведения мероприятий в этой области.

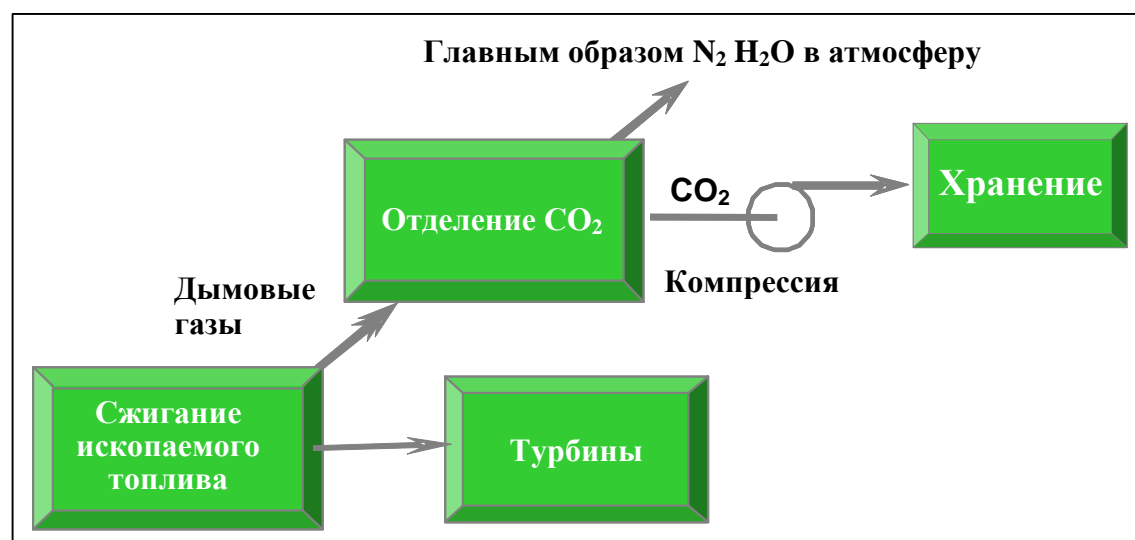
6. Целью настоящего документа является представление вводного материала в отношении улавливания и хранения CO₂ для Комитета по устойчивой энергетике и Специальной группы экспертов по роли угля в устойчивом развитии. В регионе ЕЭК ООН существует большой потенциал для применения этих технологий, в связи с чем настоящий документ может явиться основой для проведения дальнейшего обсуждения роли ЕЭК ООН в поддержании интереса государств-членов к данной теме.

II. ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ УЛАВЛИВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ CO₂?

7. В основе процесса лежат три основных элемента, а именно: улавливание, транспортировка и хранение CO₂ (см. рис. 1). Каждый из этих элементов будет рассмотрен отдельно, прежде чем перейти к обсуждению всей системы в целом и способов ее применения.

а) Улавливание CO₂

8. Во-первых, CO₂ необходимо отделить от дымового газа или другого газового потока. Характер газового потока зависит от типа электростанции: на традиционной угольной электростанции со сжиганием пылевидного топлива (ПТ) состав дымового газа формируется за счет азота, и процесс улавливания заключается в отделении CO₂ от азота в окисляющей среде. В этом случае улавливание проводится на заключительном этапе процесса, и поэтому оно известно в качестве улавливания после сжигания. Этот подход может также использоваться на газовых электростанциях.

Рис. 1: Схематическая диаграмма улавливания и хранения CO₂

9. Еще один вариант, связанный с использованием установок комбинированного цикла комплексной газификации (КЦКГ), приводит к созданию насыщенной водородом среды, в которой проводится отделение. Его называют улавливанием до сжигания, поскольку отделение проводится из газового потока до этапа сжигания. Соответствующий процесс может использоваться и для природного газа. Третий вариант, который называют сжиганием топлива в кислородной среде, связан с выделением кислорода из воздуха до его поступления в камеру сжигания. Этот метод позволяет избегать присутствия азота в процессе сжигания и тем самым упрощать отделение CO₂.

10. Существует, как минимум, четыре основных метода отделения CO₂; другие методы находятся на стадии доработки:

- i) промывка дымового газа многократно используемым химическим растворителем, например аминовым соединением или физическим растворителем по аналогии с процессом десульфурации дымового газа (ДДГ);
- ii) адсорбирование CO₂ с использованием твердого адсорбента, который после использования подвергается регенерации путем циклического изменения температуры или давления;
- iii) отделение CO₂ с использованием полупроницаемой мембраны по апробированной технологии, используемой в настоящее время для отделения CO₂;

- iv) криогенный способ удаления CO_2 , который является еще одной апробированной технологией, оптимальной для газовых потоков с высокими концентрациями CO_2 (значительно выше 3-13% обнаруживаемых в дымовых газах).

11. Промывание дымового газа уже используется на ряде электростанций с вдуванием ПТ с целью извлечения CO_2 для пищевой промышленности. После улавливания CO_2 аминовое соединение, поступающее из скруббера, нагревается до температуры высвобождения CO_2 высокой чистоты, что дает возможность для повторного использования растворителя. Этот метод хорошо зарекомендовал себя и в других случаях, в частности при отделении CO_2 от природного газа. Низкие концентрации CO_2 в дымовом газе электростанции вызывают необходимость проводить обработку больших объемов газа, что в свою очередь приводит к увеличению габаритов оборудования и высоким капитальным затратам. Еще одним следствием снижения концентрации CO_2 является необходимость в высоко активных растворах, при этом на их регенерацию требуются большое количество энергии.

12. Если концентрация и давление CO_2 удастся увеличить, то улавливающее оборудование будет иметь меньшие габариты, и расходы энергии на регенерацию растворителя будут ниже. Этого можно достичь благодаря использованию улавливания на этапе, предшествующем сжиганию. В этом случае топливо вступает в реакцию с кислородом и/или паром и образует синтез-газ, состоящий главным образом из монооксида углерода (CO) и водорода (H_2). Затем CO вступает в каталитическом преобразователе в реакцию с паром и преобразуется в CO_2 с выходом дополнительного количества H_2 ; каталитический преобразователь апробирован в производстве аммиака и в ряде других химических процессов. CO_2 отделяется до сжигания и H_2 используется в качестве топлива в газотурбинном комбинированном цикле. Хотя улавливание до сжигания требует коренного изменения технологической схемы электростанции по сравнению с улавливанием после сжигания, большинство технологий в настоящее время являются вполне доступными.

13. При подходе, связанном со сжиганием топлива в кислороде, для сжигания взамен воздуха используется очищенный кислород. Некоторый объем дымового газа, обогащенного CO_2 , рециркулируется в камеру сжигания для снижения температуры пламени, но для отделения CO_2 требуется проведение лишь простой очистки CO_2 , поэтому теоретически улавливается весь объем CO_2 , а выбросы CO_2 оказываются близкими к нулю. Недостатком этого подхода является высокая стоимость получения кислорода как с точки зрения капитальных затрат, так и с точки зрения потребления энергии.

b) Транспортировка CO₂

14. После улавливания CO₂ его сжимают под давлением, тем самым существенно сокращая его объем, а затем транспортируют до места складирования. Процесс может осуществляться с использованием трубопроводов высокого давления или морских судов. И в этом случае речь идет об известной и апробированной технологии. Компрессию CO₂ до значения около 100 бар целесообразно проводить на электростанции, путем его приведения в плотное состояние (плотность несколько ниже плотности воды в жидком состоянии). На долю компрессии приходится около одной четверти общего потребления энергии и расходов на весь процесс.

c) Хранение CO₂

15. Существует широкий круг возможностей для хранения CO₂, в том числе с использованием природных нефтяных и газовых резервуаров, глубоких соляных водоносных горизонтов и неизвлекаемых угольных пластов. При хранении необходимо обеспечивать недопущение каких-либо утечек. О постоянном присутствии CO₂ в геологических формациях свидетельствует наличие природных месторождений CO₂, которые существуют в ряде районов мира; CO₂ хранится в этих месторождениях в течение десятков тысяч лет. В случае, если технические параметры искусственных хранилищ будут соответствовать параметрам природных месторождений, то появится возможность для безопасного хранения CO₂ с целью защиты климата в течение любого необходимого времени.

16. Природные резервуары, в частности истощенные нефтяные и газовые месторождения, потенциально обладают достаточной вместимостью для хранения выбросов антропогенного CO₂, образовавшегося за многие десятилетия. В качестве хранилищ CO₂ нефтяные и газовые месторождения имеют ряд преимуществ:

- i) на их разведку потребуются небольшие расходы;
- ii) такие резервуары уже доказали свои возможности в плане улавливания жидкостей, поскольку жидкости и газы хранились в них в течение миллионов лет;
- iii) их геологическое строение тщательно исследовано; и
- iv) существует потенциал для повторного использования некоторых видов производственного оборудования для транспортировки и закачивания CO₂.

17. На большинстве нефтяных месторождений при использовании стандартных методов добычи из пласта извлекается лишь часть первоначально залегавшей в нем нефти. Благодаря закачиванию CO_2 в природные истощенные нефтяные пласты, из них можно извлечь дополнительное количество нефти, как правило на 10-15% больше; речь идет о признанном методе увеличения нефтеотдачи пласта (УНП). Основная часть закачанного CO_2 останется в недрах и после прекращения добычи нефти. Доходы от продажи дополнительно добытой нефти могут значительно превысить расходы на закачивание CO_2 . В 73 проектах, реализуемых в Соединенных Штатах, уже используется около 30 млн. т/год CO_2 (основная часть CO_2 поступает из природных источников).

18. Истощенные месторождения природного газа также являются пригодным резервуаром для хранения CO_2 , и некоторые из них могут быть легко приспособлены для этой цели. Еще одним видом подземных резервуаров, пригодных для хранения CO_2 , являются глубокие подземные водные горизонты с солеными водами. Закачиваемый CO_2 замещает воду в подземном горизонте и частично растворяет ее. В некоторых горных породах CO_2 будет вступать в медленную реакцию с природными минералами с образованием карбонатов, которые навсегда свяжут основную часть CO_2 . Как и в случае с другими формациями, используемыми для хранения, над соответствующими водоносными горизонтами должны находиться перекрывающие породы с низкой проницаемостью, которые бы минимизировали утечки CO_2 . Кроме того, вероятность использования их в качестве источника воды должна быть незначительной или отсутствовать вовсе. Закачивание CO_2 в глубокозалегающие соляные резервуары связано с использованием таких методов, которые аналогичны методам для выведенных из эксплуатации нефтяных и газовых месторождений.

19. Подземное хранение на истощенных газовых месторождениях и в глубокозалегающих подземных водоносных горизонтах с соленой водой уже используется в газовой промышленности в течение многих десятилетий для временного хранения природного газа. Использование этого метода является интересным аналогом для хранения CO_2 , поскольку уже хорошо разработанная практика подземного хранения природного газа позволяет многому научиться для обеспечения безопасного и надежного хранения CO_2 .

20. Неизвлекаемые угольные пласты также могут использоваться для хранения CO_2 путем его адсорбирования на поверхности угля. Этот процесс мог бы позволить добиться постоянного связывания CO_2 при условии, что добыча такого угля никогда не будет производиться, поскольку в противном случае возможны выбросы CO_2 в атмосферу. В угле в естественном состоянии содержится определенное количество метана, однако по

объему он может адсорбировать почти в два раза больше CO_2 , чем метана; в процессе адсорбирования CO_2 метан, содержащийся в угольном пласте, может вытесняться, и тем самым создаются условия для получения товарного метана.

21. Глобальный потенциал для хранения CO_2 в недрах оценивался многочисленными авторами. В истощенных нефтяных и газовых месторождениях могло бы поместиться до 800 Гт CO_2 при затратах на транспортировку и хранение, составляющих не более 17 долл. за тонну CO_2 . Существует неопределенность в отношении потенциала глубоких подземных резервуаров с соленой водой, поскольку лишь немногие авторы рассматривали их для использования с этой целью: в глобальном масштабе оценки колеблются в пределах от 1 000 до 10 000 Гт CO_2 при затратах, аналогичных затратам, связанным с хранением на газовых месторождениях. При использовании мировых неизвлекаемых запасов угля можно обеспечить хранение 15 Гт CO_2 при нулевых чистых затратах, обеспечиваемых за счет получения дохода, связанного с извлечением метана, содержащегося в угольных пластах. Возможности для хранения, которые могут быть использованы на практике, будут зависеть от наличия резервуаров, находящихся в пределах разумных расстояний от основных источников CO_2 . Этот вопрос в настоящее время изучается в различных районах мира.

d) Другие методы хранения CO_2

22. Предметом серьезных исследований является возможность глубинного закачивания CO_2 в океанах. В океанах уже содержатся большие количества CO_2 , но они по-прежнему обладают значительным потенциалом для хранения. Однако по сравнению с другими технически реализуемыми вариантами в отношении хранения в океанах существуют весьма противоречивые мнения, вызванные потенциальным воздействием на окружающую среду.

23. Предлагались многочисленные способы хранения CO_2 , в частности преобразование CO_2 в твердую фазу путем его связывания в минеральных карбонатах или даже закачивание не CO_2 , а углерода, получаемого в ходе процесса сжигания, но ни один из этих вариантов либо не является экономически конкурентоспособным по сравнению с использованием природных резервуаров, либо для его применения отсутствует достаточный потенциал. В то же время некоторые из них имеют преимущество в плане постоянного хранения CO_2 в твердофазном состоянии.

24. Благодаря большой вместимости, относительно низким затратам и весьма ограниченному воздействию на окружающую среду геологические формации в настоящее

время привлекают наибольший интерес в качестве резервуаров для хранения CO₂. Далее в настоящем документе основное внимание будет уделяться именно этому виду хранения.

III. СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ

25. При оценке потенциала сокращения выбросов за счет технологий УХУ следует рассмотреть ряд факторов. Наибольшее значение имеет сокращение эффективности генерирования электроэнергии и производительности электростанции ввиду потребления дополнительной энергии сепарационным оборудованием, а также необходимости использования энергии для компрессии CO₂. Из газового потока до его поступления на этап улавливания CO₂ должны удаляться и другие загрязнители, в частности SO_x и NO_x, вследствие чего общие объемы выбросов контролируемых загрязнителей на электростанции, оборудованной устройствами улавливания CO₂, по всей вероятности, будут меньше, чем на электростанции, не имеющей таких устройств. Показатели выбросов CO₂ и эффективности электростанций, оборудованных устройствами для улавливания CO₂, приводятся в таблице 1.

Таблица 1: Влияние улавливания на эффективность и выбросы электростанций (в каждом примере объем производства электроэнергии составляет 500 МВтэ)

Процесс	Эффективность в % (НТС)	Выбросы CO ₂ (г/кВ/ч)	Сокращение выбросов CO ₂
Сверхкритические параметры ПТ с ДДГ (без улавливания CO ₂)	46	722	Исходное значение
Сверхкритические параметры ПТ с ДДГ и улавливанием ^a CO ₂	33	148	80%
КЦКГ (без улавливания CO ₂)	46	710	Исходное значение
КЦКГ с улавливанием ^b CO ₂	38	134	81%
Сжигание с рециркуляцией O ₂ /CO ₂ (КЦКГ) ^c	37	28	96%
Комбинированный цикл природного газа (без улавливания CO ₂)	56	370	Исходное значение
Комбинированный цикл природного газа с улавливанием CO ₂ ^c	47	61	84%

^a Улавливание путем промывания аминовым растворителем.

^b Улавливание путем промывания физическим растворителем.

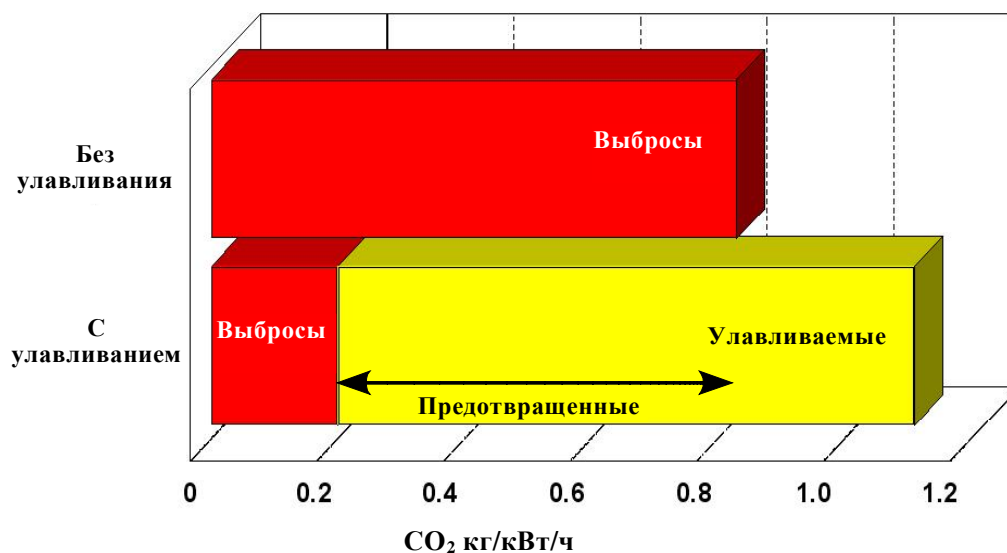
^c В случае рециркулирования O₂/CO₂ улавливание CO₂ в основном производится за счет конденсации воды.

26. На электростанциях с использованием КЦКГ снижение эффективности в связи с улавливанием CO_2 меньше, чем на электростанциях, работающих на пылевидном топливе (ПТ), поскольку процесс проходит при повышенном давлении и для регенерации растворителя требуется меньше энергии. В зависимости от типа электростанции можно достичь сокращения выбросов как минимум на 80%; точное значение степени сокращения в приведенных выше результатах расчетов основано на инженерной оценке, относящейся к оптимальному уровню. В случае рециркулирования O_2/CO_2 имеется в виду газовая турбина, использующая CO_2 в качестве рабочей жидкости; таких агрегатов в настоящее время не существует. Более простая форма рециркулирования O_2/CO_2 может применяться на котельной установке, но в этом случае будет получена низкая эффективность (около 33%), а сокращение выбросов составит около 90%. В случае использования природного газа обеспечивается меньшее снижение эффективности по сравнению с углем (ПТ); отчасти это достигается за счет того, что сама электростанция имеет большую эффективность по сравнению с угольной электростанцией, а отчасти - за счет содержания в топливе большей доли водорода и меньшей доли углерода.

IV. РАСХОДЫ НА УЛАВЛИВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ CO_2

27. Опубликованные данные о расходах на улавливание и хранение нередко являются источником заблуждений, поскольку для расчета этих расходов принимаются различные исходные допущения. При расчете затрат, среди прочего, необходимо учитывать тот факт, что выбросы на электростанции с улавливанием ниже чем на электростанции, не оснащенной устройствами для улавливания, однако такое сокращение выбросов не эквивалентно объему улавливаемого CO_2 . Это объясняется тем обстоятельством, что для улавливания и компрессии CO_2 используется дополнительная энергия, а это приводит к появлению дополнительных объемов CO_2 . Ключевым параметром для измерения эффективности УХУ является количество выбросов CO_2 , которых удалось избежать, с учетом дополнительной использованной энергии (см. рис. 2).

Рис. 2: Выбросы на угольных электростанциях с улавливанием и без улавливания CO₂



28. В качестве параметра для измерения расходов, связанных с УХУ, нередко используется показатель расходов на тонну предотвращенных выбросов CO₂. Однако, если в качестве метода сопоставления вариантов смягчения изменения климата применять показатель расходов на предотвращение выбросов CO₂, выраженных в тоннах, то это может ввести в заблуждение, поскольку результаты будут зависеть от выбранной базы сопоставления (т.е. того, что удалось предотвратить); нередко, исходя из соображений удобства, проводятся сопоставления электростанций, оборудованных средствами улавливания с электростанциями аналогичного типа без средств улавливания. Однако такой подход приводит к неоправданному выдвиганию на первый план одних альтернативных вариантов по сравнению с другими. Целесообразнее применять подход, который позволяет проводить более точные сопоставления с другими способами предоставления аналогичных услуг (например, в отношении электроснабжения) и который заключается в представлении расходов на единицу продукта, например в виде расходов, выраженных в долларах США для производства одного МВт/ч электроэнергии параллельно с выбросами CO₂ на единицу выработанной электроэнергии (например, в тоннах CO₂/МВт/ч). В этом случае для полноты следует учитывать расходы и использование энергии в связи с транспортировкой, хранением и улавливанием: расходы на транспортировку 10 млн. т CO₂ в год на расстояние свыше 250 км по морскому трубопроводу составляют около 3 долл. США за тонну. Расходы на закачивание в целях хранения, согласно оценкам, составляют около 8 долл. США за тонну закачиваемого CO₂, хотя значение данного параметра зависит от конкретного участка. При наличии больших количеств расходы, связанные с контролем, будут составлять менее 1 долл. США за тонну

находящегося на хранении CO₂ в пересчете на весь срок осуществления проекта. По сравнению с этими значениями расходы на улавливание как минимум на порядок выше.

29. Ввиду различных факторов, влияющих на величину расходов, в настоящем документе не приводятся подробных данных о них; в случае заинтересованности читатель может обратиться к другим более обширным докладам, в частности к специальному докладу Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), посвященному улавливанию и хранению CO₂, в котором содержится более подробная информация. Эти данные показывают, что расходы на генерирование электроэнергии на электростанции с улавливанием и хранением, как правило, на 10-50 долл. США за МВт/ч выше, чем на аналогичной электростанции, не оснащенной системой УХУ, однако точная величина расходов зависит от условий применения¹.

30. В большинстве опубликованных исследований, посвященных отдельным проектам, рассматриваются конкретные источники CO₂ и специфические резервуары для хранения. Конечно, на этих электростанциях улавливается лишь несколько млн. т CO₂ в год. Хотя эти данные отражают реалистичные количественные показатели в отношении первых промышленных проектов, они не отражают потенциальной экономии масштаба, которая, судя по всему, будет иметь место, когда эти технологии будут широко применяться в целях предотвращения изменения климата. В этом случае будет улавливаться, транспортироваться и храниться значительно большее количество CO₂ при соответствующем сокращении расходов.

31. Оправданным представляется прогноз, согласно которому в течение нескольких десятилетий расходы на УХУ будут неуклонно сокращаться благодаря экономии масштаба и накоплению опыта в области производства и эксплуатации большинства элементов системы УХУ.

V. ПРИЧИНЫ ДЛЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННОСТИ В ТАКОЙ ТЕХНОЛОГИИ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ

32. Объемы выбросов CO₂ (в глобальном масштабе) продолжают увеличиваться ввиду непрекращающегося роста потребления энергии. На долю ископаемых видов топлива приходится 86% используемой в мире энергии, и около 75% современных антропогенных выбросов CO₂. Глобальные выбросы CO₂ увеличивались на 1% в период с 1990 по 1995 годы и на 1,4% в период с 1995 по 2001 годы. Концентрация CO₂ в атмосфере в настоящее время составляет около 380 частей на млн. по объему по сравнению с 280 частями на млн. по объему до начала промышленной революции. Количество других ПГ, производимых в результате антропогенной деятельности (например, метана, закиси

азота, фторуглерода и т.д.), также увеличилось. Получило широкое признание мнение о том, что эти изменения внесли вклад в повышение глобальных средних температур: в докладе МГЭИК говорится о "наличии новых и более убедительных данных, свидетельствующих о том, что потепление, отмечаемое на протяжении последних 50 лет, является в основном результатом антропогенной деятельности". Кроме того, в нем отмечается, что "влияние антропогенной деятельности будет по-прежнему приводить к изменению состава атмосферы на протяжении всего XXI века". В результате этого "во всех... сценариях прогнозируется повышение глобальных средних температур и уровня моря"².

33. С целью адаптации к этим изменениям 189 стран ратифицировали Рамочную конвенцию об изменении климата ООН (РКИКООН). В ней предлагается, чтобы мир стремился к ограничению концентрации ПГ в атмосфере до уровня, который бы позволил предотвратить "опасное антропогенное вмешательство в климатическую систему".

34. В 2001 году глобальные выбросы CO₂ в результате сжигания ископаемых видов топлива и природного газа составляли 21 Гт CO₂ в год, при этом на долю промышленно развитых стран приходилось 47% выбросов CO₂ в энергетике (без учета сжигания bunkerного топлива при международных перевозках). На долю стран с переходной экономикой в 2001 году приходилось 13% выбросов, при этом начиная с 1990 года выбросы в этих странах ежегодно сокращались на уровне 3,3%. Выбросы в развивающихся странах Азиатско-Тихоокеанского региона составляют 25% от глобальных выбросов CO₂, а выбросы остальных развивающихся стран - 13% от общего объема¹.

35. С учетом важной роли, которую в современном обществе играют ископаемые виды топлива в поставках энергии и с учетом продолжительности времени, необходимого для проведения изменений в энергетических системах, очевидно, что продолжение использования ископаемых видов топлива, очевидно, является оптимальным исходным сценарием. В большинстве сценариев³, рассмотренных МГЭИК, нарастающий итог выбросов CO₂ в течение XXI века прогнозируется в пределах от 3 480 до 8 050 Гт CO₂ в зависимости от сценария. Сопоставление с расчетной емкостью геологических формаций (см. выше) показывает, что УХУ могли бы способствовать недопущению значительной доли этих выбросов¹.

VI. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

36. В третьем докладе об оценке, подготовленном МГЭИК, отмечается, что, как показывают многие модели энергопотребления и изменения климата, для обеспечения стабилизации на уровне 550 частей на миллион по объему потребуется, чтобы к 2100 году глобальное сокращение выбросов составило вплоть до 70% по сравнению с уровнем выбросов в 2001 году. Если же установить более низкий целевой показатель (450 частей на миллион по объему), то потребуется обеспечить еще более глубокие сокращения (55-90%). Как представляется, целесообразно рассмотреть основные факторы, влияющие на выбросы CO₂: в приводимой ниже простой формуле показаны основные факторы, влияющие на выбросы в процессе поставок и использования энергоносителей (подготовлена Кауа):

$$\text{Выбросы CO}_2 = \text{Население} \cdot \left(\frac{\text{ВВП}}{\text{Население}} \right) \cdot \left(\frac{\text{Энергия}}{\text{ВВП}} \right) \cdot \left(\frac{\text{Выбросы}}{\text{Энергия}} \right)$$

37. Приведенная формула показывает, что уровень выбросов CO₂ находится в прямой зависимости от численности населения, уровня благосостояния в мире, энергоемкости мировой экономики и выбросов, связанных с производством и использованием энергии. В настоящее время рост численности населения мира продолжается при одновременном увеличении средних показателей энергопотребления, в то время как количество энергии, необходимой на единицу ВВП, во многих странах сокращается пусть даже лишь медленными темпами. В этой связи для обеспечения столь глубоких сокращений выбросов при сохранении без изменения всех остальных параметров потребуется провести крупные преобразования, затрагивающие третий и четвертый множители данного уравнения, которые связаны с выбросами энергопотребляющих технологий. Следовательно, для обеспечения цели, предусмотренной РКИКООН потребуется переход на использование таких энергопотребляющих технологий, которые позволят добиться резкого сокращения выбросов.

38. Существует широкий круг технологических решений, которые обладают потенциалом для сокращения чистых выбросов CO₂ и/или концентраций CO₂ в атмосфере и которые, связаны, в том числе, с повышением энергоэффективности и переходом на использование видов топлива с низким содержанием углерода или не содержащих углерод, а в будущем могут быть найдены и другие технические решения. Целевые показатели сокращения выбросов окажут влияние на масштабы использования каждого вида технологии. Масштабы такого использования также будут зависеть от таких

факторов, как расходы, мощность, воздействие на окружающую среду, темпы перехода на конкретную технологию и социальные факторы, например согласие общественности.

39. Вклад, который система УХУ могла бы внести в сокращение выбросов, будет зависеть от влияния таких факторов, как относительные расходы по сравнению с другими вариантами, способы транспортировки к местам хранения, экологические проблемы, а также приемлемость этого подхода. Для реализации процесса УХУ потребуется дополнительный объем топлива, сжигание которого приведет к генерированию дополнительного количества CO_2 по сравнению с аналогичными электростанциями без улавливания. Кроме того, существуют препятствия и трудности для использования этого варианта, которые рассматриваются в следующем разделе. Хотя весьма вероятно, что система УХУ может внести полезный вклад в сокращение выбросов ПГ, масштабы проблемы являются настолько огромными, что потребуются совместное принятие многих разноплановых мер.

VII. ПРОБЛЕМЫ И ПРЕПЯТСТВИЯ НА ПУТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОЕКТОВ ПО УЛАВЛИВАНИЮ И ХРАНЕНИЮ CO_2

40. С учетом технической осуществимости технологии УХУ для ее использования в целях предотвращения изменения климата необходимо преодолеть целый ряд проблем: например, необходимо признать потребность в этой технологии; необходимо создать общую атмосферу доверия к тому, что она позволит обеспечить прогнозируемые сокращения выбросов; а также привлечь средства для финансирования ее внедрения.

41. Для закачивания CO_2 в геологические формации потребуется обеспечить соблюдение многочисленных требований регулирующего и правового характера, в первую очередь в случае принятия идеи хранения CO_2 для целей защиты климата. Некоторые из этих требований уже четко определены: хранение должно быть безопасным и надежным; должна существовать возможность для проверки количества хранимого CO_2 ; и должно обеспечиваться минимальное воздействие на окружающую среду (как на местную окружающую среду, так и на климат в глобальном масштабе). Ввиду значительной продолжительности всего процесса, особенно в плане воздействия на климат, ключевыми инструментами при проверке соблюдения этих требований станут модели физического и геохимического поведения CO_2 в формации.

42. Некоторые из этих проблем и препятствий могут быть выявлены уже в настоящее время, но внесение ясности в отношении других проблем возможно лишь по мере реализации таких проектов в промышленных масштабах. Потенциальным операторам таких проектов необходимо знать, что их осуществление допустимо с правовой точки

зрения, что имеются средства для их финансирования и что они имеют возможность провести оценку потенциальных рисков. В свою очередь правительства сталкиваются с сопоставимыми, но иными по характеру потребностями.

а) Правовые вопросы

43. Важный вопрос заключается в том, какие нормы регулирования и законы будут применяться. Целесообразнее всего решать эти вопросы отдельно в отношении каждого этапа системы, т.е. применительно к улавливанию и к транспортировке и хранению, поскольку они имеют весьма различную природу. В этой связи найдут применение разные действующие нормы регулирования, например нормы, относящиеся к добыче полезных ископаемых, удалению отходов, питьевой воде, трубопроводам и т.д., но анализ действующих регулирующих норм, которые приняты в Северной Америке, Европе, Японии и Австралии, показал отсутствие специального регулирования, относящегося к хранению CO₂.

44. Для проектирования и эксплуатации электростанции, оснащенной средствами улавливания, соответствующие нормы и регулирующие документы будут по своему характеру аналогичными нормам, принятым для крупных химических предприятий другого типа, в то же время могут возникнуть определенные вопросы на этапе проектирования и некоторые виды процессов улавливания могут вызывать беспокойство в отношении здоровья человека и безопасности. Система улавливания может являться источником некоторых видов отходов, в связи с чем потребуется также рассмотреть вопрос о воздействии электростанции на окружающую среду. Оценка воздействия на окружающую среду, судя по всему, потребуется и для получения разрешения на проведение строительных работ.

45. Что же касается элементов системы, относящихся к транспортировке и хранению, то здесь, судя по всему, проявится интерес на местном уровне, который найдет свое выражение в процессе проектирования с участием общественности. Вопросы, имеющие отношение к здоровью человека и безопасности, а также другие вопросы эксплуатации, будут регулироваться по аналогии с регулированием режима для других газов под высоким давлением, поскольку CO₂ может представлять опасность для жизни человека и животных в случае его накопления в высоких концентрациях. Все эти проблемы окажут влияние на проектирование установок, например определение максимального расстояния между контрольными клапанами на трубопроводе будет осуществляться с учетом необходимости ограничения количества газа, утечка которого может произойти в случае аварии (и в этой связи с учетом потенциального риска для людей).

46. В зависимости от вида используемого геологического резервуара могут возникнуть вопросы, касающиеся прав собственности и прав на ведение горных работ, а также требований регулирующего характера в отношении использования земной поверхности и недр. Возможно также потребуется внесение платежей в связи с получением земельных прав для пользования резервуаром и выплаты возможной компенсации за стерилизацию резервуара. Кроме того, может возникнуть необходимость в выплате компенсации имеющимся обладателям прав в связи с любой вероятностью риска, связанного с хранением CO₂. Следует внести ясность в вопрос о собственниках хранимого в недрах CO₂, а также вопрос о возможности передачи прав на поровое пространство другой стороне.

47. В случае, как это вероятнее всего для Северной Европы, если CO₂ будет храниться в глубине моря, этот вопрос будет регулироваться международным правом. Исходя из общего принципа государства осуществляют суверенитет на своей территории и несут ответственность за недопущение трансграничного воздействия в результате деятельности, проводимой в пределах их юрисдикции. К числу международных соглашений, которые могут иметь значение для хранения CO₂, относятся Лондонская конвенция и Протокол к ней от 1996 года, Базельская конвенция о перевозке опасных отходов и Конвенция ООН о биологическом разнообразии. Кроме того, актуальное значение будут иметь такие региональные соглашения, как Конвенция ОСПАР, Хельсинкская конвенция и другие, поскольку согласно современному толкованию Лондонской конвенции и Конвенции ОСПАР они будут применяться в отношении CO₂, находящемуся на хранении в резервуарах на большой глубине в недрах морского дна. Режим регулирования хранения CO₂ в соответствии с некоторыми из этих конвенций в настоящее время является предметом обсуждений между участвующими в них Сторонами.

48. Наряду с этими вопросами, которые, как правило, встают в процессе планирования строительства любой крупной электростанции, также возникает и более долгосрочный аспект ввиду благоприятного влияния на климат в результате УХУ. Возникнет необходимость в рассмотрении таких вопросов, как потенциальное воздействие утечки на достижение цели предотвращения изменения климата и последствия в долгосрочной перспективе любой утечки из хранилища CO₂ для здоровья человека, безопасности и окружающей среды.

b) Препятствия коммерческого характера

49. Практически любые меры по предотвращению изменения климата, связанные с сокращением выбросов ПГ, судя по всему, приведут к увеличению расходов операторов по сравнению с традиционными методами предпринимательской деятельности.

Возможно получение компенсирующей прибыли (например, повышение энергетической эффективности может привести к экономии на расходах), но, как правило, по мере увеличения сокращаемых объемов выбросов происходит увеличение чистой себестоимости. С учетом этого обстоятельства были разработаны разнообразные способы, стимулирующие осуществление таких мер операторами. Одно из них предусматривает установление прямого налога на сверхнормативные выбросы: некоторые схемы по осуществлению УХУ уже были осуществлены в рамках налогового режима на выбросы углерода (хотя они еще не нашли применение в отношении проектов по генерированию электроэнергии). Наряду с этим существуют три так называемых гибких механизма, предусмотренных Киотским протоколом, описание которых приводится ниже. В принципе любые из этих мер могли бы создать в ряде стран условия для оказания поддержки осуществлению проектов УХУ.

50. Кроме того, могут существовать возможности для получения определенного компенсирующего дохода, получаемого за счет использования УХУ, наиболее наглядным примером чего является увеличение нефтеотдачи пласта (УНП), поскольку данный показатель основан на сложившейся коммерческой практике. Наряду с этим выдвинуто предложение, согласно которому закачивание CO_2 на новых газовых месторождениях могло бы привести к увеличению добычи газа путем сохранения давления и предотвращения его падения; впервые такое закачивание на новом газовом месторождении осуществляется на газовом месторождении "Ин-Салах" в Алжире. Закачивание CO_2 в угольные пласты может увеличить извлекаемость шахтного метана: первый демонстрационный проект такого характера был осуществлен в рамках коммерческого проекта по извлечению шахтного метана в бассейне "Сан-Хуан" в США. Кроме того, Европейская комиссия (ЕС) профинансировала проект, связанный с проведением испытаний на одной из польских шахт, целью которого является выявление возможностей для реализации этого метода на данной шахте.

VIII. РАССМОТРЕНИЕ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ И КОММЕРЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ

а) Механизмы международного финансирования

51. К трем гибким механизмам, предусмотренным Киотским протоколом, относятся международная торговля квотами на выбросы, совместное осуществление и механизм чистого развития. Эти инструменты позволяют странам заключать соглашения, направленные на сокращение выбросов ПГ в других странах, если этого можно добиться за счет снижения расходов по сравнению с расходами в собственной стране. В принципе любой из этих механизмов может использоваться для оказания поддержки проектам УХУ.

Однако применение этих механизмов для УХУ не рассматривалось вплоть до одиннадцатой Конференции Сторон (КС), состоявшейся в 2005 году.

52. Торговля квотами на выбросы может использоваться странами, которые приняли целевые показатели сокращения выбросов (нередко упоминаемых в качестве "предельных величин") в соответствии с Киотским протоколом. Сокращение выбросов до уровней ниже предельных величин имеет коммерческую ценность, поскольку эти сокращения могут являться предметом торговли между странами. Предельные величины могут быть выражены в качестве максимальных значений выбросов отдельными промышленными предприятиями этих стран, что позволяет им вести торговлю квотами на сокращение выбросов или правами на осуществление выбросов. Наиболее развитой системой торговли квотами является европейская система торговли квотами на выбросы (ЕСТВ). Некоторые страны рассматривают вопрос о применении УХУ в рамках ЕСТВ, и есть основания полагать, что в будущем, возможно, уже в период 2007-2012 годов, ЕСТВ может быть распространена на сокращение выбросов, связанных с применением УХУ.

53. Механизм чистого развития (МЧР) и совместное осуществление (СО) представляют собой механизмы, основанные на проектах. Их целью является внесение вклада в экономическое развитие принимающих стран путем передачи экологически чистых технологий. Страны, включенные в приложение I, для которых не установлены количественные целевые показатели сокращения выбросов (например, страны с переходной экономикой), могут получить поддержку в отношении использования технологий УХУ в рамках совместного осуществления. Развивающиеся страны могут получить поддержку по линии передачи технологии УХУ и накопить опыт ее применения в рамках механизма чистого развития.

54. На состоявшейся в 2005 году сессии КС/СС (Совещания Сторон Киотского протокола) было решено провести рабочее совещание по УХУ, которое состоится в мае 2006 года в связи с совещанием ВОКНТА (Вспомогательного органа для консультирования по научным и техническим аспектам); результатом этого рабочего совещания должна стать рекомендация в отношении УХУ как для механизма чистого развития, так и для Глобального экологического фонда Всемирного банка.

55. До последнего времени предложения об оказании поддержки нескольким проектам УХУ поступали по линии гибких механизмов, но сложности, с которыми столкнулись некоторые другие виды проектов (например, в области облесения), отражают характер институциональных проблем, которые могут возникнуть в этой связи.

56. Ключевым элементом любого проекта в рамках МЧР является расчет динамики выбросов ПГ в отсутствие проекта УХУ. Сокращение выбросов ПГ ниже этого исходного уровня будет рассматриваться в качестве кредита, которым финансирующая страна может воспользоваться для покрытия своих собственных обязательств. Для того чтобы проект УХУ был принят в рамках МЧР или СО, необходимо рассмотреть многочисленные вопросы. В настоящее время наиболее серьезным препятствием для таких проектов является низкая стоимость сертифицированных сокращений выбросов. Хранение на постоянной основе является тем вопросом, который предстоит решить в отношении этих проектов, но длительные сроки удерживания в геологических формациях могут облегчить принятие проектов УХУ в рамках МЧР, в отличие от практики, связанной с природными поглотителями, в частности с облесением лесов, которое характеризуется относительно более кратким периодом удерживания. Ряд стран, возможно, обладают потенциалом для реализации проектов УХУ по линии МЧР или СО, но истинный потенциал таких проектов может быть оценен только после составления карт ресурсов для подземного хранения. Возможно, что некоторые проекты СО₂-УНП могли бы приобрести большую привлекательность благодаря использованию в них процесса УХУ, особенно если результатом проекта явилось бы продление срока эксплуатации нефтяного месторождения или избежание потери рабочих мест, но, пока не будут установлены четкие правила, такая возможность не выходит за пределы умозрительных построений.

b) Учет СО₂, находящегося на хранении

57. Ключевым вопросом для регулирующих органов и для операторов схем УХУ станет вопрос о порядке учета СО₂, находящегося на хранении. Сложность этой проблемы можно отчасти понять, рассмотрев вопрос о том, что происходит с СО₂ после его закачки в геологические формации: первоначально СО₂ не будет смешиваться с содержащимися в формации жидкостями, но со временем он начнет растворяться в них в той степени, которая будет зависеть от природы этих жидкостей (например, СО₂ быстрее растворяется в нефти, чем в воде). Определенное количество СО₂ под влиянием любого природного потока может мигрировать по геологической формации, хотя, как представляется, такое движение будет медленным, если резервуар считается полностью пригодным для хранения. В конечном итоге определенное количество СО₂ окажется связанным в результате реакции с вмещающими породами резервуара или попадания в поровые пространства. Таким образом, со временем будет все труднее четко оценивать, где находится СО₂, и, следовательно, подтверждать количество СО₂ в резервуаре, даже если из этого резервуара не происходило утечки. Кроме того, могут возникнуть сложности с учетом СО₂, поступающего из какого-либо конкретного источника, в случае его смешения с СО₂, уже хранящимся в резервуаре. В этой связи важное значение приобретет точное определение ответственности за хранимый СО₂, и поэтому, вероятно, потребуется создать

соответствующую организацию для контроля за хранением не только в период закачивания, но и в последующий период.

58. Предписания в отношении учета хранимого CO₂ пока еще не приняты. Важнейшая задача для проведения любого мониторинга будет состоять в том, чтобы еще до закачки определить исходный уровень CO₂ в окружающей среде и составить описание резервуара и внешних условий. С момента начала закачивания потребуются проведение мониторинга для подтверждения сохранности при хранении как с точки зрения коммерческой отчетности, так и с целью формирования у общественности доверия к сохранности CO₂. Его результаты также будут положены в основу для применения любых санкций к оператору в случае утечки CO₂. Однако опасность утечки во многом будет зависеть от процедуры хранения, в связи с чем могут потребоваться регулирующие нормы для проведения различия между приемлемым и неприемлемым поведением, в том числе в отношении ведения надлежащей учетной документации. Учетная документация может также потребоваться для исчисления платежей за пользование недрами и/или налогов, определения прав и избежания любых нежелательных нарушений режима хранения CO₂ в будущем. В долгосрочной перспективе важно будет также определить ответственную организацию, которая будет выполнять эти обязанности.

59. В этой связи необходимо будет проводить сопоставление между расходами, связанными с отбором участка и определением его характеристик, расходами, относящимися к учету хранимого материала, и долгосрочными обязательствами, относящимися к хранению CO₂.

с) Осознание рисков утечки CO₂

60. Как и в случае любого газа, существует возможность утечки CO₂ из системы транспортировки или хранения. Воздействие утечек CO₂ следует рассматривать с двух различных точек зрения: как прямую угрозу для здоровья человека и безопасности или как снижение эффективности меры, направленной на предотвращение изменения климата.

61. В связи с транспортировкой необходимо со всей тщательностью заботиться о недопущении потенциальной опасности утечек CO₂; однако в Соединенных Штатах, где существуют тысячи километров действующих трубопроводов для транспортировки CO₂, в течение 12 лет, вплоть до 2002 года, не сообщалось о каких-либо пагубных последствиях, связанных с эксплуатацией этих трубопроводов.

62. В отношении хранения, возможно, потребуется проведение оценки рисков для представления органам власти и другим заинтересованным сторонам информации

о надежности хранилища. Как представляется, наиболее вероятным путем для существенных утечек может стать ствол скважины, пробуренной в формации. Для калибровки и проверки надежности моделей оценки риска потребуется использовать данные мониторинга, проводимого при реальном закачивании. Такая потребность является одной из основных причин, обуславливающих проведение мониторинга CO₂ в рамках коммерческих проектов по закачиванию CO₂ в резервуары, и его возможного проведения в будущем (см. ниже).

63. Любая схема хранения CO₂ является оправданной лишь в том случае, если депонирование CO₂ будет обеспечиваться в течение сотен или тысяч лет. Поэтому резервуар для хранения должен быть достаточно герметичным, по меньшей мере достаточно герметичным, чтобы избегать утечек, превышающих 0,1% в год, или даже меньше; такой уровень будет соответствовать способности тщательно отобранных геологических резервуаров удерживать CO₂. Без соблюдения этих параметров концепция хранения окажется выхолощенной, и ее невозможно будет квалифицировать в качестве меры по защите климата. Но даже в случае незначительной утечки или ее отсутствия может возникнуть обеспокоенность по поводу возможности аварии с катастрофическими последствиями, и поэтому систему хранения следует проектировать по аналогии с системами хранения природного газа, отбирая для нее место на значительном удалении от населенных центров.

64. И наконец, не менее важное значение имеет признание общественностью такого способа энергоснабжения, позволяющего добиться существенного сокращения воздействия на климат. В настоящее время широкая общественность недостаточно информирована об УХУ. Проведенные до последнего времени немногочисленные исследования, касающиеся отношения общественности, дают основание полагать, что эта технология, возможно, пользуется менее благожелательным отношением по сравнению с другими вариантами предотвращения изменения климата, такими, как повышение энергоэффективности или расширение использования возобновляемых источников энергии. Судя по всему, население особо возражает против идеи хранения в океанах. В большинстве стран очень мало делается для информирования общественности об этой технологии, за исключением, в частности, Нидерландов и Норвегии, в которых понимание этой проблемы общественностью находится на более высоком уровне и она имеет более широкое представление о преимуществах улавливания и хранения CO₂.

IX. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПАРТНЕРСТВА И МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

65. Несмотря на относительно короткий период времени, в течение которого этой технологии уделялось повышенное внимание, в настоящее время уже реализованы или запланированы несколько крупных проектов по хранению (таблица 2). Например, в рамках проекта, начатого в 1996 году, в глубинный соляной резервуар под дном Норвежского сектора Северного моря уже закачено на хранение более 9 млн. т CO₂. Этот CO₂ отделяется от природного газа, добываемого на газовом месторождении "Западный Слейпнер". Речь идет о первом крупномасштабном проекте целевого хранения CO₂, связанного с задачами по защите климата.

Таблица 2. Промышленные проекты закачивания CO₂ с проведением мониторинга хранимого CO₂

Проект	Страна	Вид хранения	Время начала закачивания	Скорость закачивания (т/год)	Проект по проведению измерений
Слейпнер	Норвегия	Солевая формация	1996 год	1 млн.	SACS, хранение CO ₂
Уэйберн	Канада	Увеличение нефтеотдачи пласта	2000 год	1,1–1,8 млн.	УЭЙБЕРН
Второй этап проекта ORC	Нидерланды	Истощенные газовые месторождения	2004 год	20 000	УДАЛЕНИЕ CO ₂
Ин-Салах	Алжир	Эксплуатируемое месторождение	2004 год	1 млн.	ИН-САЛАХ
Швёфхит	Норвегия	Солевая формация	2006 год	0,75-0,95 млн.	Решение будет принято
Третий этап проекта ORC	Нидерланды	Истощенное газовое месторождение	2006 год	0,48 млн.	Решение будет принято
Горгон	Австралия	Солевая формация	2009 год	2,7 млн.	Решение будет принято

66. В других промышленных проектах по закачиванию CO₂ также используется CO₂, отделенный от потоков природного газа. В традиционном процессе такой CO₂ выбрасывается в атмосферу, но операторы ряда проектов приняли решение о повторном закачивании CO₂ в недра; речь идет о проекте ORC (Нидерланды) и месторождении "Ин-Салах" в Алжире. Перспективные проекты такого типа включают в себя проекты "Шнефхит" (Норвегия) и "Горгон" (Австралия).

67. Реализация таких проектов имеет ценность в плане создания потенциальных возможностей для получения информации о поведении закачанного CO₂. При проведении

мониторинга этих проектов в рамках совместного проекта сразу многие организации получают информацию благодаря уже одному проекту, а такая работа проводится в рамках нескольких проектов, первый из которых связан с закачиванием на месторождении "Слейпнер".

68. Проекты другого типа основаны на использовании CO₂ для увеличения нефтеотдачи пласта (УНП); в настоящее время проект на месторождении "Уэйборн" в Канаде является единственным промышленным проектом УНП, в отношении которого проводится мониторинг хранимого CO₂. Его реализация была начата в 2000 году. CO₂, улавливаемый в ходе реализации крупного проекта по газификации угля в Северной Дакоте, США, транспортируется по трубопроводу и закачивается на месторождении "Уэйборн" в Саскачеване, Канада. Первоначально закачивалось 5 000 т CO₂ в сутки. Реализуемый на международной основе исследовательский проект направлен на определение степени эффективности хранения CO₂ таким методом в течение длительного времени. В рамках проекта УНП на месторождении "Ренгли-Уэббер" в США изучалась возможность утечки на поверхность любого количества закачанного CO₂; однако не было обнаружено никакой существенной утечки.

69. В течение трех лет на угольной шахте в Аллисоне, Нью-Мексико, США, осуществлялся экспериментальный проект по повышению извлекаемости метана из угольного пласта с использованием CO₂. Хотя его осуществление не было связано с хранением (CO₂ поступал из природного источника), данный проект позволил получить подтверждение такой возможности. В настоящее время в Канаде Совет по вопросам исследований Альберты проводит испытания на местах по повышению извлекаемости метана из угольного пласта с использованием CO₂ и азотных смесей. Такой совместный подход может расширить перспективы в плане извлечения метана и хранения CO₂.

70. В некоторых случаях закачивание проводилось исключительно в исследовательских целях; неизбежно, что эти проекты имели более ограниченные масштабы по сравнению с промышленными проектами, но они позволили получить ценную информацию, касающуюся подготовки проектов и проведения в будущем мониторинга на объектах по хранению. К настоящему времени мониторинг закачивания проводился на месторождениях "Уэст-перл-квин" и "Фрио" в США и "Нагаока" в Японии. Ведется подготовка ряда новых исследовательских проектов.

71. Другим ключевым аспектом является выявление наиболее оптимальных резервуаров для хранения и оценки их вместимости. В рамках проекта GESTCO в Европе проведено обследование геологических ресурсов, благодаря которому удалось создать базу данных о потенциальных ресурсах в Северной Европе; по линии проекта GeoCapacity такая же

работа ведется в странах восточной, центральной и южной Европы. Аналогичные проекты осуществляются в других частях мира.

72. В отличие от исследований, касающихся хранения, работа в отношении улавливания имеет тенденцию к осуществлению меньшего числа международных проектов сотрудничества, поскольку во многих случаях речь идет об авторских правах на технологию; например, компания "Мицубиши хэви индастриз" разработала несколько усовершенствованных растворителей; компания "Флюор-Даниэль" добилась улучшения рекуперации тепла с целью сокращения расходов на улавливание; в рамках проекта ССР (Проект по улавливания CO₂), на который промышленные предприятия выделили крупные средства, проведено изучение большого числа вариантов улавливания и начата работа по выявлению новаторских методов. В то же время благодаря проектам, получающим финансирование со стороны ЕС, проводятся исследования по новым технологиям (например, AZEP) или строятся крупные объекты, на которых могут проводиться испытания оборудования по улавливанию (например, CASTOR и ENCAP). За пределами Европы реализуются другие аналогичные программы, например осуществляемая в Реджинском университете, Канада, в сотрудничестве с зарубежными участниками программа в области НИОКР по улавливанию CO₂.

73. Сотрудничество в проведении этих видов деятельности нередко организовано или скоординировано по линии международных программ; одной из таких программ, имеющих наиболее продолжительную историю, является Программа МЭА по НИОКР в области парниковых газов, которая была создана в 1991 году и в реализации которой участвуют промышленные круги и правительства многих различных стран. В более недавнее время был создан Форум лидеров в технологии депонирования углерода (GSLF), целью которого является содействие сотрудничеству по вопросам технологий, стратегий и информационно-пропагандистской работы с общественностью. Такие региональные программы, как Рамочная программа ЕС и созданные в последнее время технологические платформы, создают возможности для сотрудничества в сфере проведения исследований и налаживания связей; в течение ряда лет ЕС оказывало поддержку большому количеству проектов в этой области. В национальных программах, в частности в программах, реализуемых в Австралии, Канаде и других странах, также уделяется особое внимание налаживанию международных связей.

X. ВОЗМОЖНАЯ РОЛЬ ЕЭК ООН

74. Многие государства - члены ЕЭК ООН являются Сторонами РКИКООН, и многие из них добились сокращений выбросов ПГ. Тем не менее выбросы на душу населения в этих странах по-прежнему являются наиболее высокими в мире. Представляется, что члены

ЕЭК ООН, по всей вероятности, проявят интерес к затратноэффективным методам сокращения выбросов ПГ даже в случае, если эти методы не найдут немедленного применения.

75. В странах Восточной Европы, Кавказа и Центральной Азии (ВЕКЦА) существуют общепризнанные возможности для сокращения выбросов путем повышения энергоэффективности, однако препятствия политического характера, отсутствие специалистов по вопросам финансового инжиниринга и неадекватные механизмы финансирования в своей совокупности привели к задержкам с принятием таких мер. Аналогичные трудности будут иметь место и в связи с проектами в области УХУ.

76. Предлагается, чтобы возможная роль ЕЭК ООН в связи с УХУ могла бы включать следующее:

- a) оказание содействия в проведении обследований и оценки пригодных резервуаров для хранения;
- b) обеспечение достаточного понимания значения УХУ в государствах-членах, с тем чтобы этот процесс рассматривался в качестве столь же эффективного метода, что и другие более известные варианты предотвращения изменения климата;
- c) выявление пробелов в профессиональных знаниях, необходимых для изыскания возможностей для проектов УХУ в государствах-членах. Эта работа могла бы быть начата путем проведения ряда рабочих совещаний в целях представления этих технологий соответствующим группам технических специалистов;
- d) изыскание возможностей для применения технологий УХУ, в частности путем проведения оценки осуществимости их использования на крупных электростанциях, а также выявление пригодных с геологической точки зрения мест для хранения, в первую очередь мест, в пределах которых могут находиться геологические формации, обладающие благоприятными условиями, в частности истощенные месторождения нефти;
- e) изыскание и использование возможностей для финансирования в рамках международной торговли квотами на выбросы и/или совместного осуществления;
- f) оказание содействия государствам-членам в разработке норм и стандартов интегрирования УХУ в их системы регулирования, включая систему природоохранного урегулирования.

Примечания

- 1 IPCC Special Report on CO₂ Capture and Storage (2005).
- 2 IPCC Third Assessment Report (2001).
- 3 Модели будущих выбросов можно подготовить с использованием сценариев. Сценарии являются эффективными инструментами для проведения анализа факторов, влияющих на будущие выбросы, но они не являются прогнозами. Они особенно полезны для рассмотрения долгосрочных изменений в области энергоснабжения и использования энергии, поскольку в этих сферах имеется высокая степень неопределенности.
