

## АНАЛИЗ МИРОВЫХ ПРОЕКТОВ ПО ЗАХОРОНЕНИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

В статье представлено влияние углекислого газа на изменение климата, которое может привести к катастрофическим последствиям. Поэтому действия Общества направлены на снижение эмиссии углекислого газа в атмосферу. В работе отражен мировой опыт по улавливанию и закачке углекислого газа в пласт-коллектор с целью длительного его хранения. Мировые проекты по захоронению углекислого газа, а также для увеличения флюидоотдачи показывают перспективность данного направления и вовлечение большого количества государств в реализацию Киотского протокола.

*Ключевые слова:* эмиссия газа, захоронение углекислого газа, пласт-коллектор, Киотский протокол.

Сейчас почти ни у кого не остается сомнений, что объем газообразных промышленных выбросов, соизмеримый уже с масштабами природных процессов эмиссии газов, может вызвать необратимые негативные последствия биосферы Земли. В особенности сильное влияние промышленные выбросы оказывают на изменение термического режима атмосферы. За последние 150 лет температура атмосферы увеличилась в среднем на 2°C. Особенно интенсивно потепление атмосферы происходило в последние 20 – 25 лет. Основной причиной, которая, возможно, приводит к изменению климата, является увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере, в числе которых входят метан (CH<sub>4</sub>), диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), оксид азота (N<sub>2</sub>O), гексафторид серы (SF<sub>6</sub>), перфторуглероды (ПФУ) и гидрофторуглероды (ГФУ). Но помимо увеличения температуры, которое лишь на 20% связано с увеличением парниковых газов в атмосфере, одними из главных проблем нарушения экологического равновесия, являются кислотные дожди. Образование кислотных соеди-

нений в больших концентрациях может привести к значительному ухудшению поверхностных вод, почвенного и растительного покрова, вызвать ускоренную коррозию металлов, закисление водоемов, привести к выщелачиванию тяжелых металлов (свинец, алюминий, железо) из горных пород и т.д.

Интенсивность воздействия антропогенных выбросов на окружающую среду имеет свои территориальные и временные масштабы, т. к. увеличивающийся поток промышленных выбросов происходит в основном в экономически развитых странах, хотя в течение 20 лет прогнозируется рост промышленности в развивающихся странах, что может привести к резкому поступлению газообразных промышленных выбросов в биосферу. Но, начиная с определенного уровня развития экономики, уже не будет наблюдаться прямая зависимость между выбросами парниковых газов и уровнем жизни. В любом случае без мер по снижению выбросов через несколько десятилетий изменения в окружающей среде приведут к большому ущербу.



Рис. 1. Основные мировые проекты по улавливанию и хранению углекислого газа.

Поэтому одной из приоритетной задачей мирового сообщества является сокращение выбросов парниковых газов. Основным международным соглашением о сокращении антропогенных выбросов является вступившая в силу в 1994 г. Рамочная конвенция ООН по изменению климата, а также Киотский протокол, ратифицированный в 1997 г. 181 странами мира и обязывающий развитые страны сократить к 2012 г. эмиссию парниковых газов согласно количественному обязательству каждой страны, но прогноз сокращения выбросов рассматривается вплоть до 2050 г. Меры по снижению парниковых газов разнообразны, но одним из направлений является улавливание и захоронение углекислого газа.

Создание подземных резервуаров для углекислого газа на долгосрочный период рассматривается и внедряется как одно из перспективных и широко развивающихся направлений. Исследования по возможности длительного хранения углекислого газа в подземных резервуарах позволяют выяснить, насколько этот метод эффективен, безопасен и дорогостоящ. Технология улавливания и захоронения углекислого газа представляет собой важный аспект решения проблемы глобальных выбросов  $\text{CO}_2$ , создаваемые от промышленных и энергетических источников, и является одним из вариантов снижения негативного воздействия углекислого газа на окружающую среду для стран со значительными источниками  $\text{CO}_2$ , подходящими для осуществления данной технологии (наличие объектов для подземного хранения).

Технология улавливания и захоронения углекислого газа используется для выделения  $\text{CO}_2$  из потока газа, образовавшегося в промышленных и энергетических источниках, его компримирования, транспортировки по трубопроводу и закачки в подземные пласты для безопасного захоронения в течение длительного периода времени. Технология улавливания и захоронения углекислого газа остается пока единственным способом непосредственного, «механического» сокращения парниковых выбросов. Технология улавливания и захоронения углекислого газа позволит использовать топливо при небольшом объеме выбросов парниковых газов.

Конечно, технологию захоронения углекислого газа необходимо исследовать более подробно, отрабатывать технологический процесс, совершенствовать. По воздействию на климат углекислый газ далеко не самый сильнодействующий из парниковых агентов. Считается, что метан в этом отношении в 23 раза опаснее. Однако углекислый газ выбрасывается в большем количестве в результате жизнедеятельности человечества.

Улавливание углекислого газа  $\text{CO}_2$  является важнейшим направлением энергетической стратегии. Так правительство США свернуло программу о создании экологически чистой угольной электростанции FutureGen и направило ресурсы на финансирование технологий по улавливанию углекислого газа. Все международные усилия были сконсолидированы и в итоге больше чем за 15 лет были разработаны и успешно внедрены несколько десятков проектов. Только 20 демонстрационных проектов будет уже запущена в 2010 году с дальнейшей целью развертывания этих технологий к 2020 году.

Согласно проведенному анализу на данный момент существует 193 проектов в 20 странах как действующие,

так и проектируемые, находящиеся на стадии разработки или доработки. При этом проекты подразделяются как по типу улавливания углекислого газа, так и по типу хранения (по захоронению углекислого газа в различных геологических структурах или его использования для повышения флюидоотдачи).

Так, из 193 проектов 38 проектов представляют собой только улавливание углекислого газа, 47 проектов – только хранение углекислого газа и 108 интегрированных проектов, которые разрабатывают и внедряют совместный проект улавливания, транспортировки и закачки углекислого газа в пласт-коллектор. Конечно, большинство проектов находится все еще в стадии планирования и разработки или были только что недавно предложены, но 8 проектов активно улавливают и закачивают углекислый газ в подземный резервуар как с целью увеличения флюидоотдачи, так и с целью захоронения: Ин-Салах, Алжир; K12-B Круст, Нидерланды; Слейпнер, Норвегия; Снохвит, Норвегия; Зама, Канада; СЕКАРБ Кранфилд, США; Вейберн, Канада; Маунтанир, США.

**Ин-Салах.** Подземное хранение углекислого газа осуществляется сегодня в газовом проекте Ин-Салах в алжирской пустыне. Сырой природный газ, добываемый на этом участке фирмами British Petroleum, Statoil и Sonatrach, содержит 9%  $\text{CO}_2$ , что не соответствует качеству коммерческого потребления, так что  $\text{CO}_2$  выделяют из природного газа, сжимают и затем вводят под давлением в истощенный газовый пласт-коллектор. Данный проект работает с 2004 года, объем закачиваемого  $\text{CO}_2$  составляет 1,2 Мт/год, стоимость проекта оценивается в 2 млрд. долларов.

**K12-B Круст.** Подземное хранение углекислого газа осуществляется сегодня в газовом проекте K12-B в Северном море (Нидерланды) французской компанией Газ де Франс. Добываемый природный газ содержит большой процент углекислого газа. Углекислый газ после выделения из природного газа на 1 стадии закачивается в истощенный пласт-коллектор для длительного хранения, на 2 стадии закачка  $\text{CO}_2$  будет производиться для увеличения газоотдачи. Данный проект работает с 2004 года, объем закачиваемого  $\text{CO}_2$  составляет 0,2 Мт/год, стоимость проекта оценивается в 2 млрд. долларов. На 90% финансируется Правительством Нидерландов.

**Слейпнер.** Самый известный проект, разрабатываемый норвежской компанией StatoilHydro в Северном море на газовом месторождении. Проект «Слейпнер» – первый коммерческий пример хранения  $\text{CO}_2$  в глубоко залегающем водоносном пласте.

Природный газ загрязнен углекислым газом, содержание которого достигает 9%, поэтому излишки углекислого газа выделяют. В 1991 году норвежские власти ввели жесткие налоговые ставки на выброс  $\text{CO}_2$  с целью уменьшения эмиссии загрязняющих веществ в атмосферу, которые составили 50 долларов США за 1 тонну. Эти действия властей стали мотивацией для создания проекта по улавливанию и хранению  $\text{CO}_2$  в геологической структуре. Данный проект работает с 1996 года, объем закачиваемого  $\text{CO}_2$  составляет 1 Мт/год (к настоящему моменту закачено более 8 млн тонн  $\text{CO}_2$ , в целом составит 20 Мт), стоимость проекта оценивается в 350 млн. евро.

**Снохвит.** Проект, также разрабатываемый норвежской

| Интенрированные проекты  |  |  |   |   |  |   |   |   |  |  |
|--|--|--|---|---|--|---|---|---|--|--|
| Проекты – только улавливание CO <sub>2</sub>                             |  |  |   |   | Улавливание  |   |   |   |  |  |
| Проекты – только улавливание CO <sub>2</sub>                             |  |  |   |   | После сжигания угля/лигнита (Coal post-combustion capture)                       |   |   | До сжигания угля (IGCC coal pre-combustion capture)     |  | Промышленный сектор                                      |
| ТЭС 2200 МВт, 0,001 Мт/год, Loy Yang (CSIRO), Австралия, 2008            | ТЭС 2000 МВт, 0,018 Мт/год, Hazelton (CO <sub>2</sub> EC), Австралия, 2009 | ТЭС 0,05 Мт/год, NLESL Proj. (Australian Government), Австралия, 2011-2012 | ТЭС 0,004 Мт/год, Munmorah (Delta Electricity), Австралия, 2008               | ТЭС 200 МВт, 1,5 Мт/год, Northern Star (AEP, Alstom), США, 2011 | ТЭС 200 МВт, 85% от эмиссии Traillblazer Energy Center (Tenaska Inc.), США, 2014 | ТЭС 400 МВт, 2,6 Мт/год, Husnes (Sor-Norge, Sargas), Норвегия, 2012 | ТЭС 400 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014 | ТЭС 420 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014 | ТЭС 400 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006 | ТЭС 475 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006   |
| ТЭС 1600 МВт, 0,01 Мт/год, RWE Hampt (RWE), Германия, 2011               | ТЭС 200 МВт, 0,03 Мт/год, Gaobeidian (Huaneng), Китай, 2008                | ТЭС 1,7 МВт, 0,01 Мт/год, Pleasant Prairie (EPRI, Alstom), США, 2008       | ТЭС 1000 МВт, 0,004 Мт/год, Murrumbidgee (Delta Electricity), Австралия, 2008 | ТЭС 200 МВт, 1,5 Мт/год, Northern Star (AEP, Alstom), США, 2011 | ТЭС 400 МВт, 2,6 Мт/год, Husnes (Sor-Norge, Sargas), Норвегия, 2012              | ТЭС 400 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014             | ТЭС 420 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014 | ТЭС 400 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006  | ТЭС 475 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006 | ТЭС 300 МВт, 1 Мт/год, Petra (PowerGen), Австралия, 2009 |
| ТЭС 1000 МВт, 0,001 Мт/год, E.ON/Stemens (E.ON, Siemens), Германия, 2011 | ТЭС 200 МВт, 0,03 Мт/год, Gaobeidian (Huaneng), Китай, 2008                | ТЭС 1,7 МВт, 0,01 Мт/год, Pleasant Prairie (EPRI, Alstom), США, 2008       | ТЭС 1000 МВт, 0,004 Мт/год, Murrumbidgee (Delta Electricity), Австралия, 2008 | ТЭС 200 МВт, 1,5 Мт/год, Northern Star (AEP, Alstom), США, 2011 | ТЭС 400 МВт, 2,6 Мт/год, Husnes (Sor-Norge, Sargas), Норвегия, 2012              | ТЭС 400 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014             | ТЭС 420 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014 | ТЭС 400 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006  | ТЭС 475 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006 | ТЭС 300 МВт, 1 Мт/год, Petra (PowerGen), Австралия, 2009 |
| ТЭС 1000 МВт, 0,001 Мт/год, E.ON/Stemens (E.ON, Siemens), Германия, 2011 | ТЭС 200 МВт, 0,03 Мт/год, Gaobeidian (Huaneng), Китай, 2008                | ТЭС 1,7 МВт, 0,01 Мт/год, Pleasant Prairie (EPRI, Alstom), США, 2008       | ТЭС 1000 МВт, 0,004 Мт/год, Murrumbidgee (Delta Electricity), Австралия, 2008 | ТЭС 200 МВт, 1,5 Мт/год, Northern Star (AEP, Alstom), США, 2011 | ТЭС 400 МВт, 2,6 Мт/год, Husnes (Sor-Norge, Sargas), Норвегия, 2012              | ТЭС 400 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014             | ТЭС 420 МВт, 1,7 Мт/год, Masdar (MAADAR, BP), ОАЭ, 2014 | ТЭС 400 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006  | ТЭС 475 МВт, 1,8 Мт/год, BP (BP), Великобритания, 2006 | ТЭС 300 МВт, 1 Мт/год, Petra (PowerGen), Австралия, 2009 |

Табл. 1. Мировые проекты по улавлианию и хранению углекислого газа.

| Проекты – только улавливание CO <sub>2</sub>                                     | Интегрированные проекты  |   |  |  | Проекты – только хранение  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|--|--|---|--|--|
|  | После сжигания природного газа (NGCC post-combustion capture)                    |   | Кислородное сжигание угля (Oxy-fuel)                     |  | Выделение из природного газа/нефти   |  | Другие  |  |  |
|  | ТЭС 3900 МВт<br>7,7 Мт/год White Tiger (Mitsubishi UFG Securities) Вьетнам, 2010 | ТЭС 860 МВт 2,5 Мт/год Halden CO <sub>2</sub> Project (Shell, Statoil) Норвегия, 2011 | ТЭС 600 МВт 2 т/день Nanko (MHI) Япония, 1991            | ТЭС 850 МВт 2 Мт/год Rotterdam (ENECO, Dong Energy) Нидерланды, 2011 | ТЭС 70 МВт 0,3 Мт/год ZENG Worsham-Steed (CO <sub>2</sub> Global) США, год не опред. | ТЭС 30 МВт объем не опред. Cluden CCS Facility (EDP, Endesa) Испания, 2010 | ТЭС 50-70 МВт объем не опред. ZENG Risavika (CO <sub>2</sub> -Norway) Норвегия, год не опред. |  |  |
|  | ТЭС 100 МВт 1 Мт/год Boundary Dam (SaskPower) Канада, 2015                       | ТЭС 450 МВт 3 Мт/год SaskPower Clean Coal (SaskPower) Канада, 2012                    | 0,067 Мт/год Zama Link (PCOR Partnership) Канада, 2006   | 0,001 Мт/год BSCSP Basalt Phase 2 (BSCSP) базальт США, 2009          |  |  |   |  |  |
|  | 2,7 - 3,2 Мт/год Weyburn (Pan Canadian) Канада, 2000                             | 0,13 Мт/год Miranga (Petrobras) Бразилия, 2009  |  | 0,05 Мт/год Pembina (Penn West Energy Trust, ARC) Канада, 2005       |  |  |   |  |  |
|  | 27 Мт в целом Salt Creek (Anadarko) США, 2004                                    | 2,6 Мт/год Teapot Dome (US DOE) США, 2006-2016  | 14 Мт/год Enhance Clive Field (Enhance), Канада, 2010    | 1-3 Мт/год Daquin Oil Field Project (CNPC, Toyota) Китай, 2008-2014  |  |  |   |  |  |
| не решено 750 - 1000 МВт объем не опред. Nero Zero Emission Coal NZEC (UK&China) | 0,35 Мт/год Permian Basin-SACROC (SWP) США, 2008                                 | 0,05 Мт в целом Gulf Coast Stacked Storage Project (SECARE) США, 2008                 | 1 Мт/год Quest CCS project (Shell, Chevron) Канада, 2015 |  |  |  |   |  |  |
| <b>Тип хранения не определен</b>   |  |   |  |  | <b>Не решено</b>   |  |   |  |  |
| <b>Тип хранения</b>  |  |   |  |  | <b>Тип хранения</b>  |  |   |  |  |
| Заявленные и разрабатываемые проекты   |  |   |  |  | Законченные проекты  |  |   |  |  |
| Действующие проекты  |  |   |  |  | Временно приостановленные проекты  |  |   |  |  |
| Отмененные проекты   |  |   |  |  | Завод по улавливанию CO <sub>2</sub> построен  |  |   |  |  |

Табл. 2. Мировые проекты по улавливанию и хранению углекислого газа.





компанией StatoilHydro в Северном море. Углекислый газ улавливают на заводе СПГ и закачивают в пласт-коллектор, насыщенный высокоминерализованной пластовой водой. Данный проект работает с 2008 года, объем закачиваемого CO<sub>2</sub> составляет 0,7 Мт/год, стоимость проекта оценивается в 5,2 млрд. долларов.

**Зама.** Проект, внедряемый канадской компанией PCOR на нефтяном месторождении Зама. Добываемый газ содержит высокую концентрацию кислых газов H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>, что предъявляет большие требования к оборудованию и технологии закачки кислых газов в месторождение для увеличения нефтеотдачи. Данный проект работает с 2006 года, объем закачиваемого CO<sub>2</sub> составляет 0,067 Мт/год, стоимость проекта оценивается в 26 млн. долларов.

**СЕКАРБ Кранфилд.** Проект, внедряемый американской компанией SECARB на нефтяном месторождении Кранфилд. Данный проект разбит на две стадии. 1 стадия начала действовать с 2008 года для увеличения нефтеотдачи, объем закачиваемого CO<sub>2</sub> составляет 1,5 Мт/год. 2 стадия начала действовать с 2009 года, объем закачиваемого CO<sub>2</sub> составляет 0,1 – 0,25 Мт/год. Закачка углекислого газа осуществляется в минерализованный пласт-коллектор на длительное хранение.

Стоимость проекта оценивается в 130 млн. долларов.

**Вейберн.** Месторождение «Вейберн» обслуживается крупнейшей канадской нефтяной компанией PanCanadian. Месторождение исчерпано на 23% и производительность его резко снизилась. По прогнозам экспертов, при отсутствии нового решения по увеличению производительности, добыча нефти резко упадет. В целях содействия развитию альтернативных источников топлива правительство США поддерживает строительство фабрики по производству синтетического топлива из угля.

Коммерческое производство началось в 1984 году. Ежедневно производится 3050 тонн синтетического природного газа и 13 000 тонн побочных газов, 96% из которых составляет CO<sub>2</sub>. С 2000 года весь CO<sub>2</sub> с завода по производству синтетического метана поступает по трубопроводу на месторождение «Вейберн» для повышения производительности. Объем закачиваемого CO<sub>2</sub> составляет 3 Мт/год, стоимость проекта оценивается в 1,1 млрд. долларов.

**Маунтанир.** Данный проект, разработанный и внедряемый с 2009 года компанией АЕР (США) улавливает с угольной теплоэлектростанции «Маунтанир» (штат Западная Вирджиния, США) углекислый газ в объеме 0,1 Мт/год, который закачивается в глубокий минерализованный водоносный пласт-коллектор. К 2012 году АЕР планирует увеличить объем улавливаемого CO<sub>2</sub> до 1,5 Мт/год. Стоимость проекта оценивается

в 76,8 млн. долларов.

В таблицах 1–4 представлены 181 проектов, распределенные по разным группам. Для каждого проекта указаны объем закачиваемого углекислого газа, название проекта, название компании или организации, которая осуществляет данный проект, страна, где внедряется проект и год начала действия проекта.

Все проекты, в первую очередь, направлены на улучшение состояния окружающей среды. Да, существуют противники технологии улавливания и хранения углекислого газа, считая вымышленным тот факт, что углекислый газ воздействует на климат и вызывает негативные и даже катастрофические явления в природе. Но количество ми-

| №  | Страны            | Тип организаций, компаний, работающих в области улавливания и хранения CO <sub>2</sub> в мире, количество ед. |          |          |               |              |      |      |
|----|-------------------|---|----------|----------|---------------|--------------|------|------|
|    |                   | Промышленность  | Академия | Институт | Правительство | Совм. объед. | Банк | Союз |
| 1  | Австрия           | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 2  | Австралия         | 17  | 9        | 1        | 3             | 4            | 1    | -    |
| 3  | Алжир             | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 4  | Бразилия          | 2   | 1        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 5  | Бельгия           | 2   | 1        | 1        | 2             | -            | -    | -    |
| 6  | Болгария          | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 7  | Великобритания    | 15  | 7        | 2        | 1             | -            | -    | -    |
| 8  | Германия          | 10  | 7        | 2        | 2             | -            | -    | -    |
| 9  | Греция            | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 10 | Дания             | 4   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 11 | Индия             | -   | -        | -        | -             | 1            | -    | -    |
| 12 | Испания           | 1   | -        | 2        | -             | -            | -    | -    |
| 13 | Ирландия          | -   | 1        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 14 | Италия            | 3   | 3        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 15 | Корея             | 1   | 1        | 1        | -             | 1            | -    | -    |
| 16 | Китай             | 1   | 4        | -        | 1             | 2            | -    | -    |
| 17 | Канада            | 15  | 5        | 1        | 5             | -            | -    | -    |
| 18 | Люксембург        | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 19 | Малайзия          | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 20 | Новая Зеландия    | 2   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 21 | Нидерланды        | 9   | 1        | 1        | 2             | -            | -    | -    |
| 22 | Норвегия          | 7   | 2        | 2        | -             | -            | -    | 1    |
| 23 | ОАЭ               | 3   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 24 | Польша            | 1   | -        | 2        | 1             | -            | -    | -    |
| 25 | Сингапур          | -   | -        | 1        | -             | -            | -    | -    |
| 26 | США               | 67  | 44       | 17       | 21            | 1            | 1    | 1    |
| 27 | Саудовская Аравия | -   | -        | -        | 1             | -            | -    | -    |
| 28 | Тайвань           | -   | 1        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 29 | Финляндия         | 1   | 1        | 1        | 1             | -            | -    | -    |
| 30 | Франция           | 5   | 1        | 3        | -             | -            | -    | -    |
| 31 | Чехия             | -   | -        | -        | -             | 1            | -    | -    |
| 32 | Швеция            | 1   | 2        | -        | 1             | -            | -    | -    |
| 33 | Швейцария         | -   | 1        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 34 | ЮАР               | 1   | -        | -        | -             | -            | -    | -    |
| 35 | Япония            | 13  | 1        | 6        | -             | 1            | -    | -    |

Табл. 5. Количественная градация компаний и организаций, работающих в области улавливания и хранения CO<sub>2</sub> в мире.

| Компании и организации, участвующие в проектах по технологии улавливания и захоронению CO <sub>2</sub> |   |  |
|--|---|--|
| AEA Energy and Environment UK (Великобритания)   | ENI (Италия)  | Plains CO2 Reduction (PCOR) Partnership (США)              |
| American Association of Petroleum Geologists (США)   | ENel (Италия)   | Petrobras (Бразилия)                                       |
| American Electric power (США)  | Energy Research Centre of the Netherlands                       | Rohoel (Австрия)   |
| American Petroleum Institute Anadarko Petroleum Corporation (США)                                      | EPCOR (Канада)  | Sargas (Норвегия)  |
| Apache corporation (США)   | Gaz de France (Франция)   | Schlumberger Carbon Services (США)                         |
| Air Products (США)   | Geostock (Франция)  | Shell Exploration and Production (США)                     |
| Alberta Energy   | GFZ German Research Centre for Geosciences (Германия)           | StatoilHydro (Норвегия)                                    |
| Battelle (США)   | Husky Energy (Канада)   | Suncor Energy (Канада)                                     |
| BP America Inc. (США)  | Geological Survey (США)   | Southwest Carbon Sequestration Partnership (США)           |
| Chevron (США)  | International Energy Agency (Франция)                           | Southeast Regional Carbon Sequestration Partnership (США)  |
| Contek Solutions LLC (США)   | Hydrogen Energy International LLC (США)                         | Sonatrach (Алжир)  |
| ConocoPhillips (США)   | Kinder Morgan (США)   | Syncrude (Канада)  |
| CSIRO (Commonwealth scientific and industrial research organization) (Австралия)                       | (MGSC) Midwest Geological Consortium (США)                      | Total (Франция)  |
| Det Norske Veritas Energy (Норвегия)   | (MRCSP) Midwest Regional Carbon Sequestration Partnership (США) | TransAlta (Канада)   |
| Department of Energy Office of Fossil Energy (США)   | National Mining Association (США)                               | U.S. Environmental Protection Agency (США)                 |
| Dong Energy (Дания)  | Rap Canadian Resources (Канада)                                 | West Coast Regional Carbon Sequestration Partnership (США) |

Табл. 6. Основные компании и организации, участвующие в проектах по технологии улавливания и захоронению CO<sub>2</sub>.

ровых проектов по всему миру показывает все более и более признание учеными и нациями во всем мире, что данная технология по улавливанию и закачке углекислого газа в подземные резервуары на длительный срок является эффективным путем сокращения эмиссии CO<sub>2</sub> из существующих источников.

В таблице 5 представлена количественная градация участия различных организаций, исследовательских институтов, компаний в проектах улавливания и хранению CO<sub>2</sub>. Исходя из таблицы 5, видно, что лидерами мировых проектов по улавливанию и хранению CO<sub>2</sub> являются Австралия, Великобритания, Германия, Канада, Нидерланды и, конечно же, США. В таблице 6 приведены основные научные институты, компании, участвующие в мировых проектах. Огромное количество организаций, правительственных агентств, академий, институтов занимаются исследовательскими работами, направленными на изучение воздействия углекислого газа на пласт-коллектор, целостности скважины, разработку технологий улавливания и очистки углекислого газа, создание высокоэффективных способов транспортировки, а также проведение мониторинга в течение всего периода действия проекта.

Департамент Энергетики США, NETL, Углеродный Форум, и другие глобальные сотрудничества, которые поддерживают международные проекты в Канаде, Китае, Германии, Австралии, Алжире, и Норвегии, предоставляют информацию относительно усилий различных отраслей промышленности, общественных групп и правительств по разработке и модификации технологий улавливания и хранения CO<sub>2</sub>.

Так активно работает Новаторская исследовательская группа под названием «Избавление от CO<sub>2</sub>» (CO<sub>2</sub>ReMove), целью которой является установление стандартов научного мониторинга и определение надежности захоронения CO<sub>2</sub> в подземных пластах. На рисунке 1 представлена локализация основных проектов по закачке углекислого газа с целью увеличения флюидоотдачи или захоронения.

ООО «Газпром ВНИИГАЗ» также принимает участие в ряде инициатив, направленных на исследование технологии улавливания и хранения CO<sub>2</sub>, в рамках Программы научных исследований и разработок в области физико-химического воздействия газообразных промышленных выбросов на пласт-коллектор, что позволит и России стать одной из участниц в мировых проектах по улавливанию и долгосрочному хранению газообразных промышленных выбросов.

#### S.A. Khan. The analysis of world projects on catching and a burial place of carbonic gas.

Influence of carbon dioxide on climate change which can lead to disastrous effects is presented in this article. Actions of the world society are directed on reduction of carbon emission. World experience on capture, injection and sequestration carbon dioxide n geological formation with the purpose of its long-term storage is discussed in the article. World projects on carbon dioxide sequestration and also for enhanced oil/gas recovery show availability of the given direction and involving a lot of the States in Kyoto protocol realization.

*Keywords:* gas issue, burial place of carbonic gas, layer-collector, the Kiotsky report.