CARBON CAPTURE AND STORAGE

International Energy Agency

Улавливание и хранение углерода: Обзор технологий

29 марта 2011

Юхо Липпонен

Начальник департамента по вопросам улавливания и хранения углерода

Международное энергетическое агентство

© OECD/IEA 2010

CARBON CAPTURE AND STORAGE

СОДЕРЖАНИЕ

1. **Обзор технологий УХУ**
2. Технологии улавливания
3. Транспортировка CO_2
4. Хранение CO_2
5. Текущие и запланированные проекты

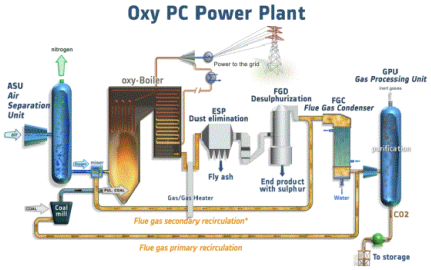
© OECD/IEA 2010

УХУ – ЭТО *ЦЕПОЧКА*

УХУ – это цепочка / группа технологий и процессов, которые позволяют:

1. **Улавливание CO_2 на крупных точечных источниках**

   Электростанции, сталелитейные, цементные, нефте- и газоперерабатывающие заводы



Alstom

2. **Его транспортировку**

   Грузовики, судна, трубопроводы

Maersk

Gassco

3. **Хранение CO_2 в геологических формациях**

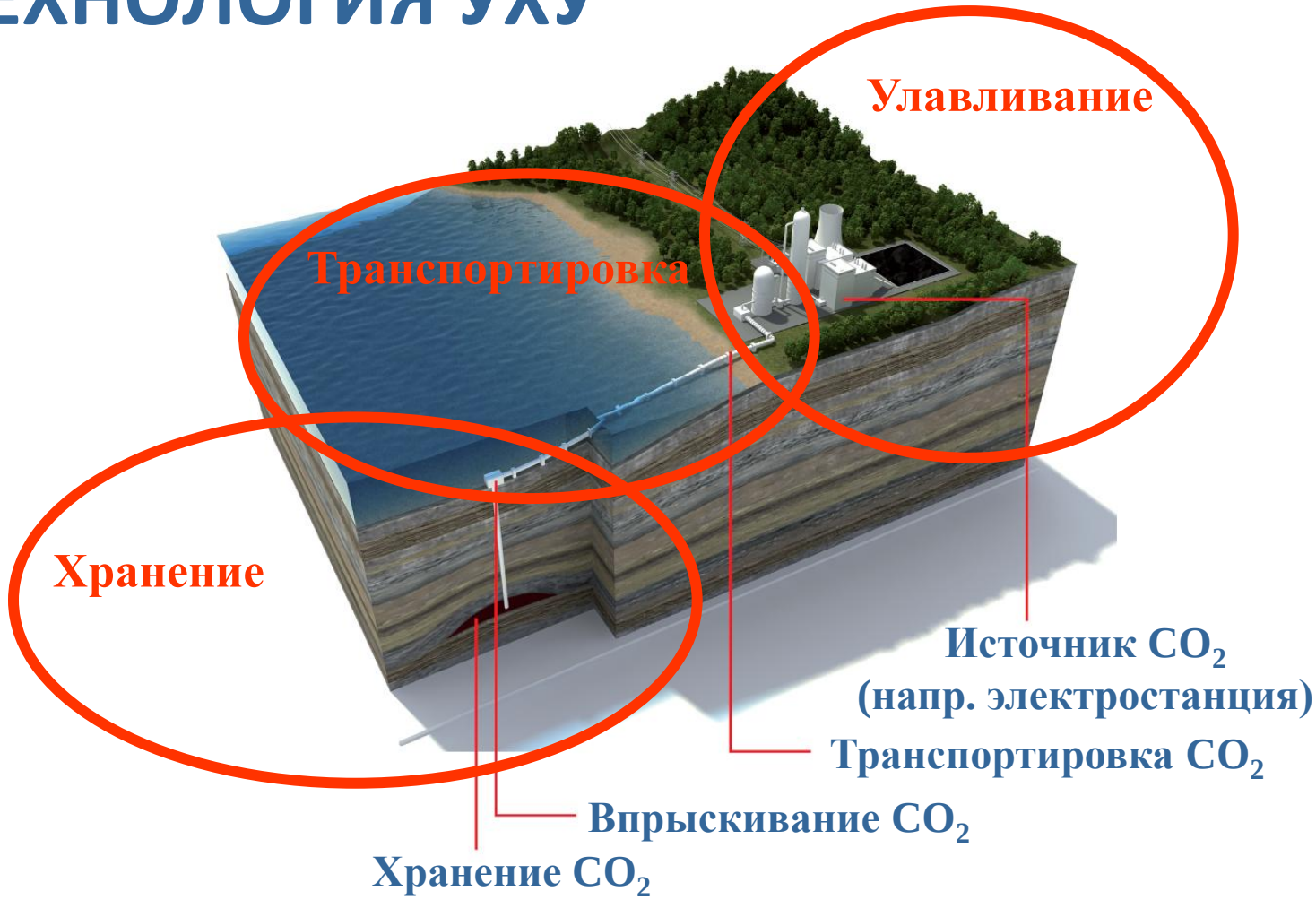
   Истощенные нефтяные и газовые месторождения, минерализованные водоносные пласты, повышение нефтеотдачи и извлечения угольного метана и т.д.

Vattenfall

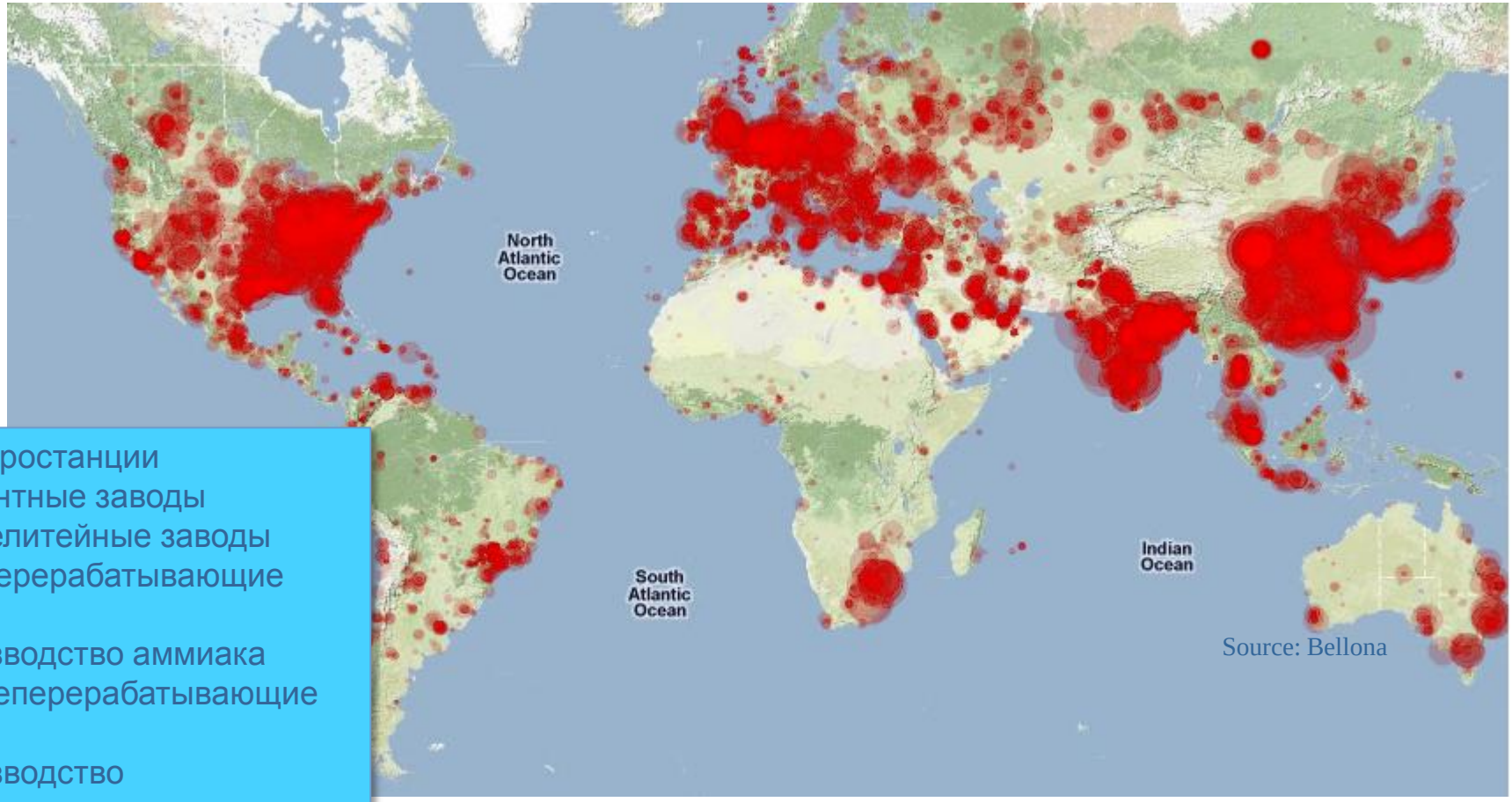
CARBON CAPTURE AND STORAGE

© OECD/IEA 2010

ТЕХНОЛОГИЯ УХУ



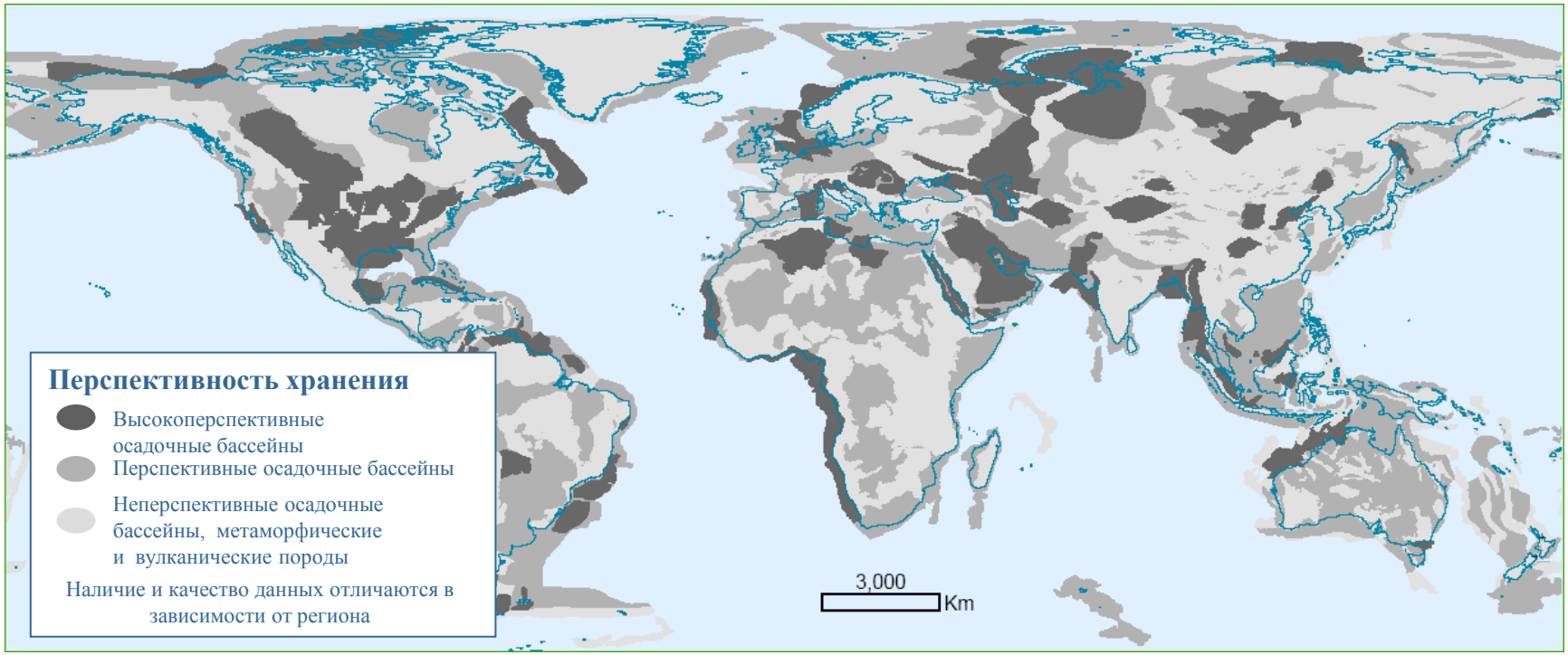
ПОДХОДЯЩИЕ ИСТОЧНИКИ CO_2



Source: Bellona

- Электростанции
- Цементные заводы
- Сталелитейные заводы
- Газоперерабатывающие заводы
- Производство аммиака
- Нефтеперерабатывающие заводы
- Производство H_2/синтетического топлива

ПОДХОДЯЩИЕ ХРАНИЛИЩА



- Истощенные газовые/нефтяные месторождения
- соляные формации
- Повышение нефтеотдачи (EOR)
- Повышенное извлечение угольного метана (ECBM)

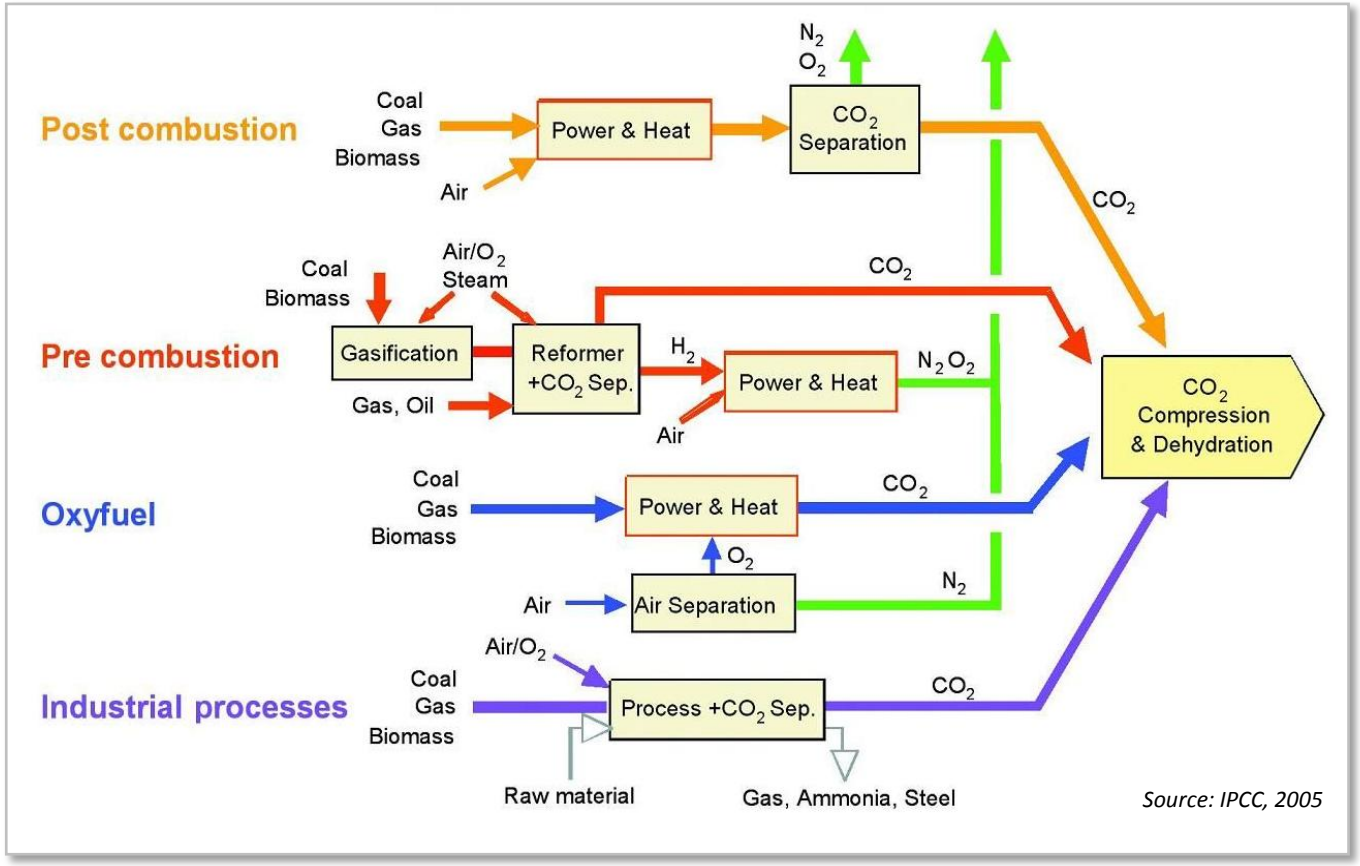
CARBON CAPTURE AND STORAGE

СОДЕРЖАНИЕ

1. Обзор технологий УХУ
2. **Технологии улавливания**
3. Транспортировка CO_2
4. Хранение CO_2
5. Текущие и запланированные проекты

© OECD/IEA 2010

Обзор процесса улавливания



CARBON CAPTURE AND STORAGE

© OECD/IEA 2010

Улавливание CO_2 после сжигания

Схема процесса

Демо-заводы

Example: 20 MWe Mountaineer demo project, US

Основные задачи и направления развития

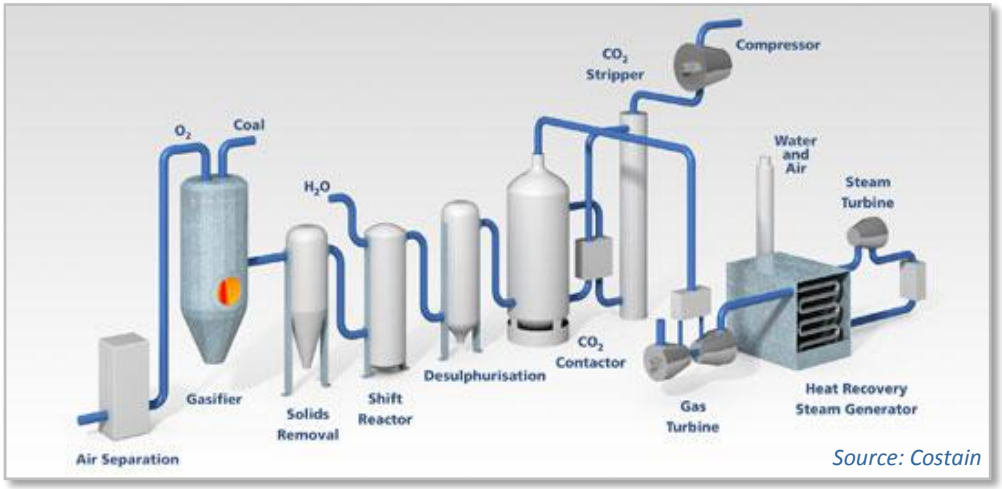
- Увеличение масштабов улавливающего оборудования; доказать коммерческое применение на электростанциях
- Low-cost absorber designs
- Разработать растворители с меньшими потерями энергии и минимальным проникновением в окружающую среду

CARBON CAPTURE AND STORAGE

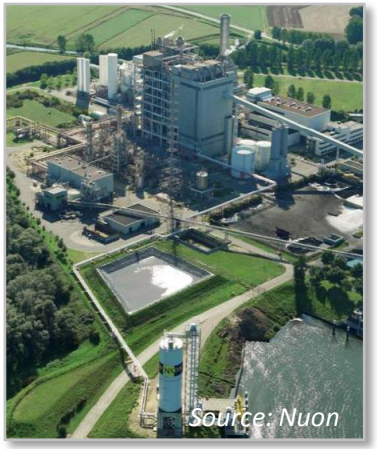
© OECD/IEA 2010

Улавливание CO_2 до сжигания

Схема процесса



Демо-заводы



Example: Planned pilot site at Buggenum, NL

Основные трудности и направления развития

- Доказать интеграцию комбинированного цикла с внутренней газификацией угля с технологиями улавливания CO_2 в промышленных масштабах
- Оптимизировать проект системы и доступность процессов
- Усовершенствование водородных газовых турбин

CARBON CAPTURE AND STORAGE

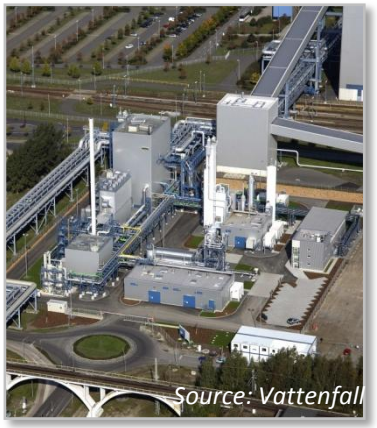
© OECD/IEA 2010

Сжигание обогащенного топлива

Схема процесса

Source: Costain

Демо-заводы



Example: 30 MWth Jänschwalde demo plant, Germany

Основные трудности и направления развития

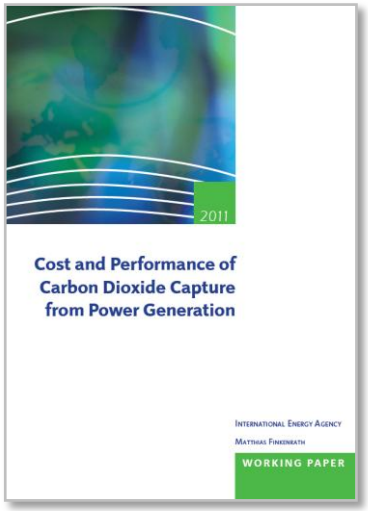
- Сократить энергопотребление при разделении воздуха
- Долгосрочная устойчивость материалов котлов к остающимся от процесса сжигания веществам
- Оптимизировать систему сжигания обогащенного кислородом топлива

CARBON CAPTURE AND STORAGE

© OECD/IEA 2010

ПОСЛЕДНЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЭА

- Справочник по последним данным по стоимости и эффективности улавливания CO_2
- Улавливание CO_2 в электроэнергетике
- Всесторонний анализ на основе крупных проектно-конструкторских исследований



В свободном доступе на сайте

Ключевые результаты

Топливо *(Вариант улавливания)*	***Уголь*** *(до-, после-, окси-сжигание)*	***Газ*** *(после сжигания)*
Потеря эффективности (%)	***10*** *(до сжигания vs. комбиниров. цикл: 8)*	***8***
Рост кап. затрат по сравнению с отсутствием УХУ	***74%*** *(по сравнению с пылеугольными)*	***82%***

Примечание: Средние значения для стран ОЭСР (затраты в Китае опочти во всех случаях меньше наполовину), капитальные затраты -единовременные

- Затраты в регионах сильно отличаются в зависимости от топлива и типа электростанции

CARBON CAPTURE AND STORAGE

© OECD/IEA 2010

CARBON CAPTURE AND STORAGE

УЛАВЛИВАНИЕ: РЕЗЮМЕ

- Разрабатывается ряд возможных вариантов улавливания:
  - После сжигания
  - До сжигания
  - Сжигание обогащенного кислородом топлива
- Для угольной электрогенерации нет более предпочтительного варианта
- Рост капитальных затрат примерно на 70-80% по сравнению с капитальными затратами электростанции без УХУ (отражает необходимость дополнительного оборудования)
- Затраты в регионах сильно отличаются в зависимости от топлива и типа электростанции

© OECD/IEA 2010

CARBON CAPTURE AND STORAGE

СОДЕРЖАНИЕ

1. Обзор технологий УХУ
2. Технологии улавливания
3. **Транспортировка CO_2**
4. Хранение CO_2
5. Текущие и запланированные проекты

© OECD/IEA 2010

ТРАНСПОРТИРОВКА CO_2 (1): ТРУБОПРОВОДЫ

- CO_2 может транспортироваться в жидкой или газообразной форме, но основной вариант – сжатый газ, давление 10-80МПа
- Существует около 5600км трубопровода для CO_2 (в основном в США)
- На сегодня транспортируется около 50млн т CO_2 в год
- Существующая традиционная технология
- Основные вопросы: рентабельность трубопровода, получение разрешений, планирование
- Риски: возможность скопления в низменностях в случае прорыва; однако на сегодня отличные показатели по технике безопасности

Gassco

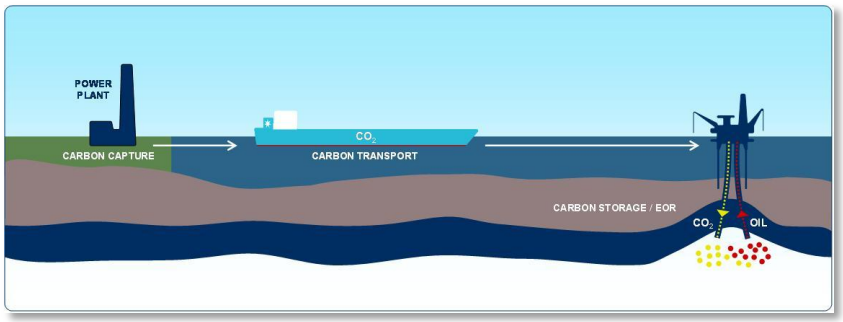
Duke University

CARBON CAPTURE AND STORAGE

© OECD/IEA 2010

ТРАНСПОРТИРОВКА CO_2 (2): МОРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ

- CO_2 в жидкой или газообразной форме, основной вариант – в жидкой
- Текущий опыт: несколько судов для перевозки пищевых продуктов , нет крупного флота судов для перевозки CO_2
- Жидкий CO_2 только 1) при низких температурах и 2) под давлением значительно выше атмосферного → закрытые или полу-изотермические танкеры (-54°C, 6-7 бар)
- Технология похожа на перевозку СПГ
- Риски: как и с любыми морскими перевозками; удушающее действие в случае прорыва



Maersk

Arabian Oil & Gas

CARBON CAPTURE AND STORAGE

© OECD/IEA 2010

CARBON CAPTURE AND STORAGE

СОДЕРЖАНИЕ

1. Обзор технологий УХУ
2. Технологии улавливания
3. Транспортировка CO_2
4. **Хранение CO_2**
   - **Смотри выступление Тсукасы Йошимуры, МЭА**

© OECD/IEA 2010

CARBON CAPTURE AND STORAGE

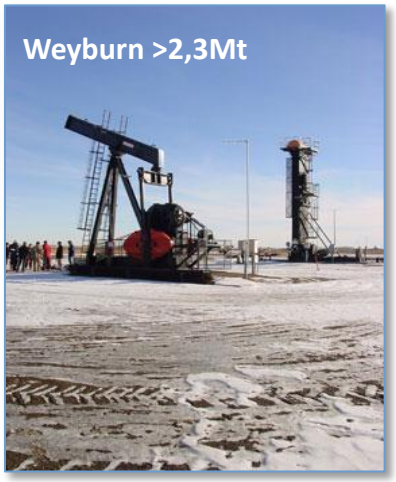
СОДЕРЖАНИЕ

1. Обзор технологий УХУ
2. Технологии улавливания
3. Транспортировка CO_2
4. Хранение CO_2
5. **Текущие и запланированные проекты**

© OECD/IEA 2010

CARBON CAPTURE AND STORAGE

ТЕКУЩИЕ И ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ ПРОЕКТЫ (1)



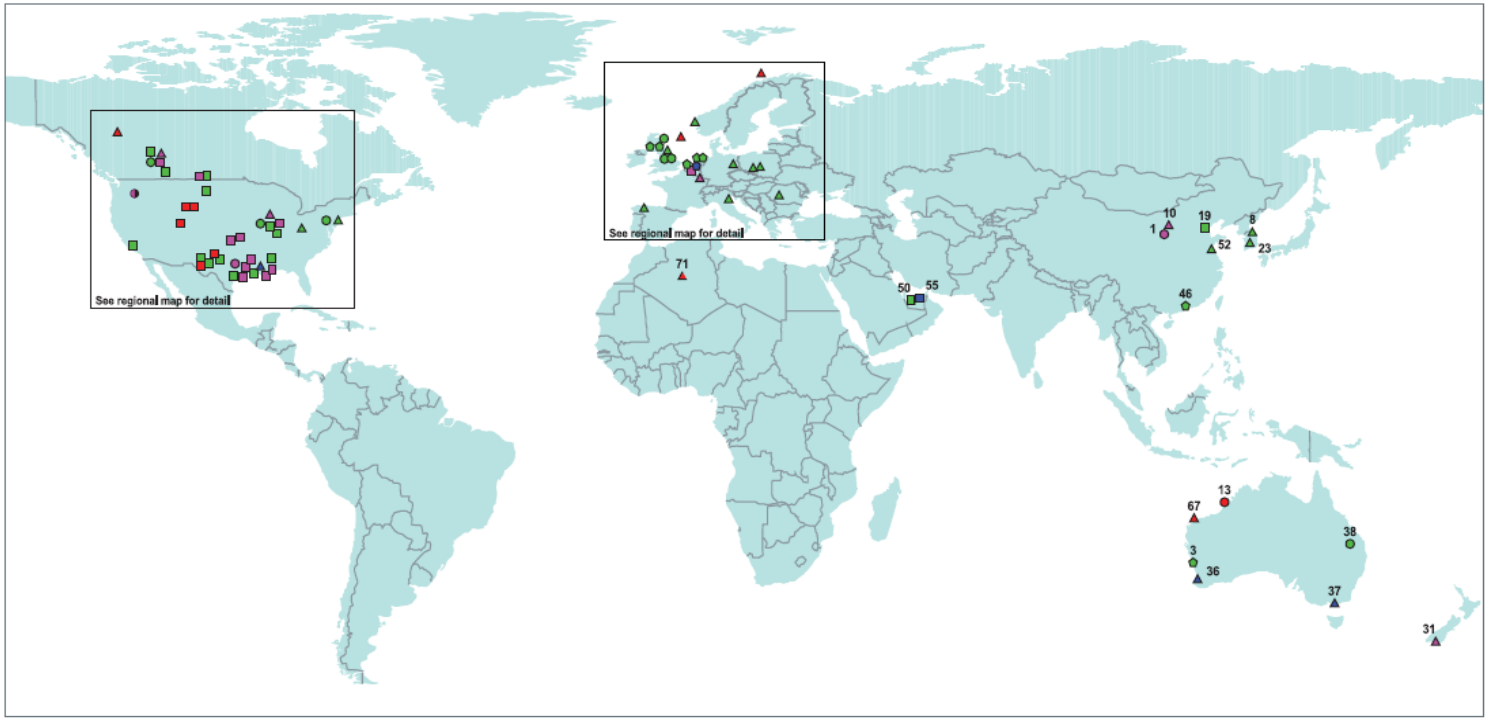
На пяти крупномасштабных проектах сегодня захоранивается >5млн тонн CO_2 в год

© OECD/IEA 2010

ТЕКУЩИЕ И ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ ПРОЕКТЫ (1)

CARBON CAPTURE AND STORAGE

Еще 72 интегрированных крупномасштабных проекта на разных стадиях развития



LSIPs: Global

Industry sector
- Power generation
- Gas processing
- Multiple capture facilities
- Other industry

Storage type
- EOR (Enhanced oil recovery)
- Deep saline formations
- Depleted oil and gas reservoirs
- Deep basalt formations
- Various/not specified

Источник:

GLOBAL CCS INSTITUTE

© OECD/IEA 2010