



**Условия для коммерциализации водородных проектов в России/Необходимая инфраструктура.
Проект создания типового водородного транспортно-энергетического комплекса (ВТЭК)**

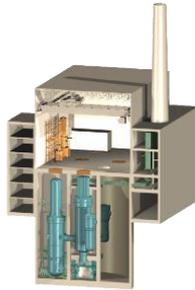
А.Я.Столяревский

Центр комплексного развития технологий и энерготехнологических систем (Центр КОРТЭС),

Атомно-водородная энергетика в СССР

Курчатовский институт
Министерство среднего машиностроения (МСМ)
Министерство общего машиностроения (МОМ)
Министерство энергетики (МЭ)
Министерство химической промышленности (МХП)
Академия наук СССР (АН СССР)

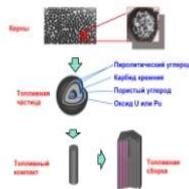
- 70-е годы XX века - принята программа «Водородная энергетика». Координатор - Комиссия по водородной энергетике АН СССР



В рамках программы МСМ разработал:

- ✓ Технические проекты атомных энерготехнологических станций с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами (АЭТС с ВТГР): ВГ-400, ВГМ
- ✓ Керамическое высокотемпературное топливо

Топливные компоненты



Российский ядерный центр
Технологический институт

- На основании разработок АЭТС с ВТГР было принято Постановление СМ СССР №794-191 от 16 июля 1987 г. « О создании и внедрении в народное хозяйство атомных энерготехнологических комплексов на базе ВТГР»

Программа создания атомных энерготехнологических комплексов на базе ВТГР

Постановление СМ СССР №794-191 от 16 июля 1987 г. « О создании и внедрении в народное хозяйство атомных энерготехнологических комплексов на базе ВТГР»

Опытно-промышленные АЭС:

- для демонстрации энерготехнологических возможностей в г. Димитровград
- для теплоснабжения Кирово-Чепецкого завода минеральных удобрений г. Кирово-Чепецк

Промышленные АЭС для теплоэнергоснабжения:

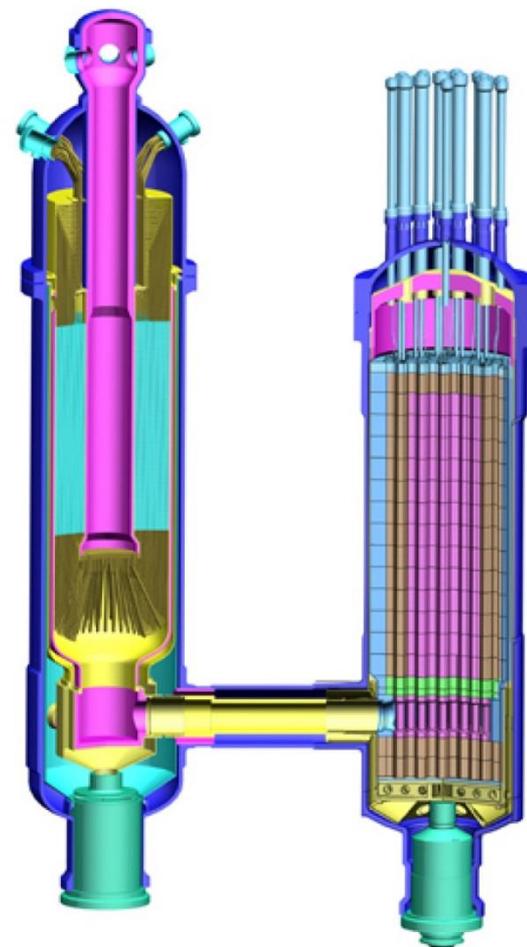
- химического производства минеральных удобрений в г. Котлас
- химического комплекса ПО «Полимир» г. Новополоцк
- нефтехимического комплекса ПО «Нижнекамскнефтехим» г. Нижнекамск



- ★ Опытно-промышленные АЭС
- ▲ Промышленные АЭС

АЭТС на основе ВТГР и АКМ

Тип АЭТС	коммерческая	
Мощность комплекса тепловая, МВт(т)	600×4	
Годовой отпуск продукции (водород), млн кг	835	
Срок службы, не менее, лет	60	
Капитальные вложения в строительство, млрд руб. (пр-во топлива+ВТГР+пр-во смеси H ₂ и CH ₄ +выделение H ₂)	180 (=15+110+45+10)	
Себестоимость производства водорода, руб./кг (с учетом неопределенности в оценках +20%)	< 80 (~ 1,3 \$/кг)	
Показатели эффективности АЭТС при тарифе на отпускаемый водород	120 руб./кг (\$2/кг)	180 руб./кг (\$3/кг)
Срок окупаемости с начала эксплуатации:		
– простой, лет	7	4
– дисконтированный (при d=7%), лет	11	5



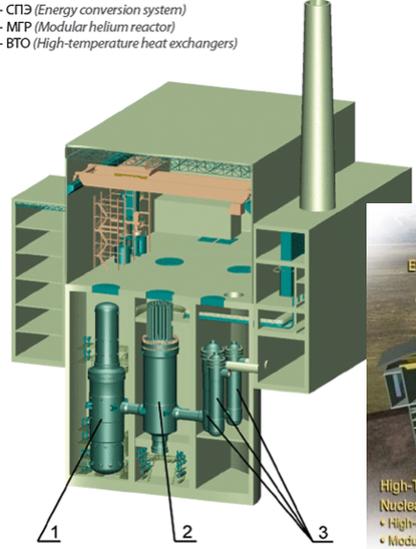
Сотрудничество с ФРГ по водородной тематике

- Проекты АЭС с ВТГР (1982-1989)
- Проект Roads-to-Hydrogen по программе ЕС FP6 (2005-2009)
- Программа концерна <ДаймлерКрайслер> (2003-2006)

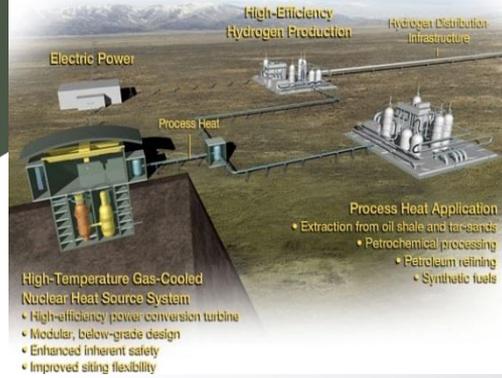
Опыт сотрудничества показал:

- ❖ Взаимовыгодный характер
- ❖ Чёткое выполнение обязательств, в том числе бюджетных
- ❖ Наличие широких областей для дальнейшего развития
- ❖ Гибкость планирования и корректировки задач
- ❖ Совместимость нормативных баз и технологических основ

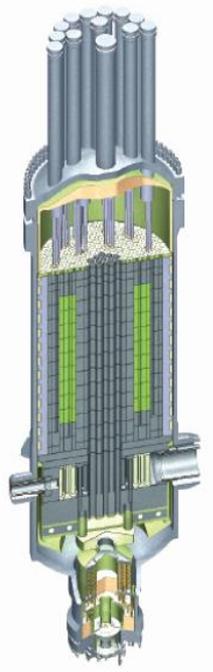
Проекты с ФРГ по АЭТС с ВТГР (1982-1989)

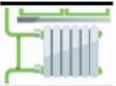
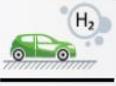
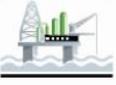


Реакторная установка МГР-Т
 MGR-T reactor installation



As a result of the TMI and Chernobyl reactor accidents, interest has concentrated on safety concepts for which core meltdown is ruled out. These characteristics apply to the high temperature reactor in its advanced integrated design (HTR-500) and modular design. A general agreement was signed between the Soviet State Committee for the Use of Nuclear Energy in Moscow and Asea Brown Boveri AG (ABB), Mannheim, and the KWU Division of Siemens AG featuring industrial cooperation in design and construction of small high temperature reactors (HTR) and also covers the design and construction of a large HTR. The report explains the development of the HTR in FRG and the USSR. The USSR is currently developing two concept lines: a large HTR (WG-400) corresponding to the German HTR-500 concept and a modular HTR to serve as a test reactor for the main components of the WG-400. The technical and safety concepts and design of the HTR module and WGM Pilot Industrial Reactor Plant are explained. Following many contacts between the two countries, a new phase of German cooperation with the USSR on HTRs has now been initiated. 4 figs.



	Коммунальное теплоснабжение		Производство синтетических жидких видов топлива из угля
	Производство этилена, пропилена из природного газа		Нефтепереработка и нефтехимия
	Производство метан-водородных смесей		Производство водорода из воды для промышленности и транспорта
	Интенсификация добычи нефти		Производство удобрений и пластмасс
	Производство стали		Прочие производства

Authors:
 Baust, E.; Weisbrod, I. [1]

Show Author Affiliations

Publication Date:
 Jul 15, 1989

Product Type:
 Journal Article

Reference Number:
 AIX-21-015114; EDB-90-032704

176 ПРОЕКТЫ И ТЕХНОЛОГИИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

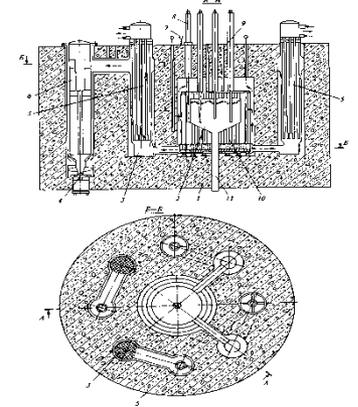


Рис. 2.28. Реактор HTR-500.
 1 - корпус; 2 - активная зона; 3 - теплообменник; 4 - реакторная камера; 5 - промежуточный теплообменник; 6 - турбина; 7 - турбина промежуточного давления; 8 - конденсаторный теплообменник; 9 - турбинный теплообменник; 10 - диффузионный теплообменник; 11 - насос регенерации.

При изложении использовались РИИЛ - Куратовский институт. Были разработаны модульные HTR-T и шаровый реактор для энергетических и химических целей.

«Автомобильный транспорт на водородных топливных элементах и транспортировка водорода в контексте международного сотрудничества»

Проект Roads-to-Hydrogen Community по программе EC FP6 (2005-2009)

ROADS2HYCOM

Grant agreement ID: 19733

Project website [↗](#)

Start date

16 October 2005

End date

15 April 2009

Funded under
FP6-SUSTDEV

Overall budget
€ 7 801 408

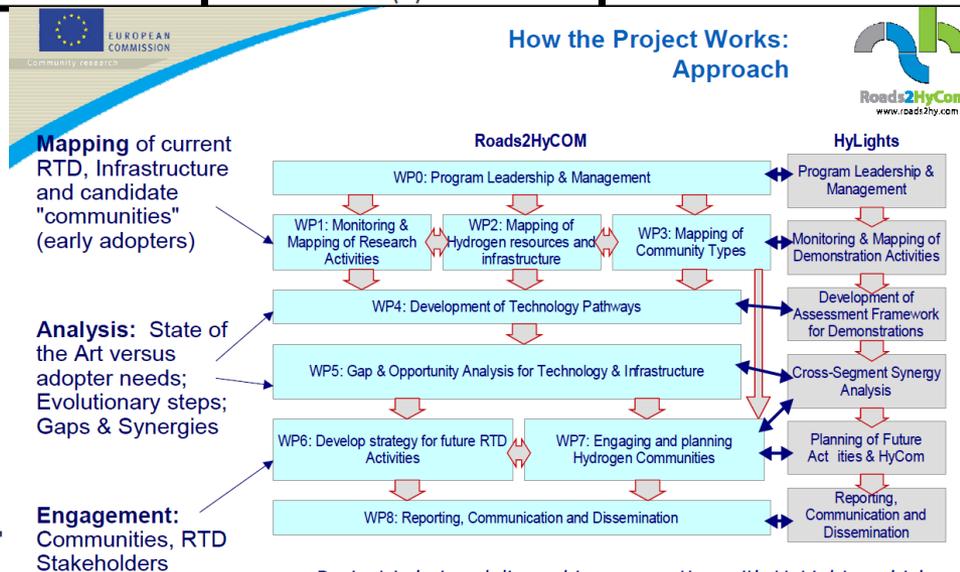
EU contribution
€ 4 499 986

Ricardo (GB)
RWTH Aachen - IKA (D)
PLANET (D)
EC - Joint Research Centre
Institut Francais du Petrole (F)
Air Liquide (F)
CRES (Greece)
College d'Europe (B)
NTDA (ES)
ECN (NL)

DaimlerChrysler (D)
Air Products (GB)
Airbus (D)
AVL (A)
Coretec Ventures (GB)
Centro Richerche FIAT (I)
Element Energy (GB)
EnergieTechnologie (D)
FEV Motorentchnik (D)
Gaz de France (F)

Icelandic New Energy
Institute of Energy (Poland)
Intelligent Energy (GB)
JBRC, Prague University (CZ)
Centre Cortes, Moscow (RU)
Norsk Hydro (N)
Riso (DK)
TNO (NL)
Volvo Technology (S)

Roads2HyCOM is a project to co-ordinate, assess and monitor research in the field of Hydrogen for stationary and transport power. Its outputs will support planning of future Hydrogen initiatives under FP7 and beyond (known as HyCom), which aim to develop hydrogen communities and stimulate growth in hydrogen technology markets. The project uses quantitative techniques to assess European and global technology, Hydrogen infrastructures, and the needs of generic community types which define thresholds required for successful Hydrogen Community application; considering technical, commercial, safety and socio-economic aspects of technology.



Project is being delivered in cooperation with HyLights, which examines Transport Demonstration projects

Программа концерна <ДаймлерКрайслер> (2003-2006)

О НЕКОТОРЫХ АКТУАЛЬНЫХ ТЕНДЕНЦИЯХ И ОПЫТЕ В ОБЛАСТИ СОВМЕСТНЫХ, ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ*

доктор Т. Гертиг

Технологическое бюро концерна «ДаймлерКрайслер» в РФ/СНГ
ул. Большая Ордынка 40/2, г. Москва, 119017, Россия
Факс: (095) 797-53-73, e-mail: thomas.gaertig@rtom.ru



Томас Гертиг

Дата рождения: 18 декабря 1943 г.

Изучение философии, народного хозяйства, математической логики и физики в Берлине и Москве.

Аспирантура и защита диссертации в г. Москва.

Работа в промышленности и административном управлении.

Преподавательская и научная работа в качестве доцента в Высшей школе экономики и Свободном университете г. Берлина.

Преподавательская и научная работа в качестве доцента в Немецкой Академической службе обмена специалистов (DAAD), г. Москва.

С 1998 г. руководитель технологического бюро концерна «ДаймлерКрайслер» в г. Москве, РФ и СНГ.

32 публикации в Германии и России, аналитические исследования для концерна и ведомств.

Among priority technological aspects of DaimlerChrysler AG is the development of powerful and cost-effective alternative drive systems by use of hydrogen (methanol) fuel elements, as well as perfection of a conventional internal combustion engine. The DaimlerChrysler Research & Technology Office Moscow (RTOM) is implementing locally and promoting with partners from Russia and other CIS countries mutually beneficial high-technology projects in the automotive industry, with regard to essential requirements of mutually protecting intellectual property, achieving the price-quality ratio better than that of similar world products, readiness «just in time», technological operability, as well as availability for serial production.

«Автомобильный транспорт на водородных топливных элементах и транспортировка водорода в контексте международного сотрудничества»

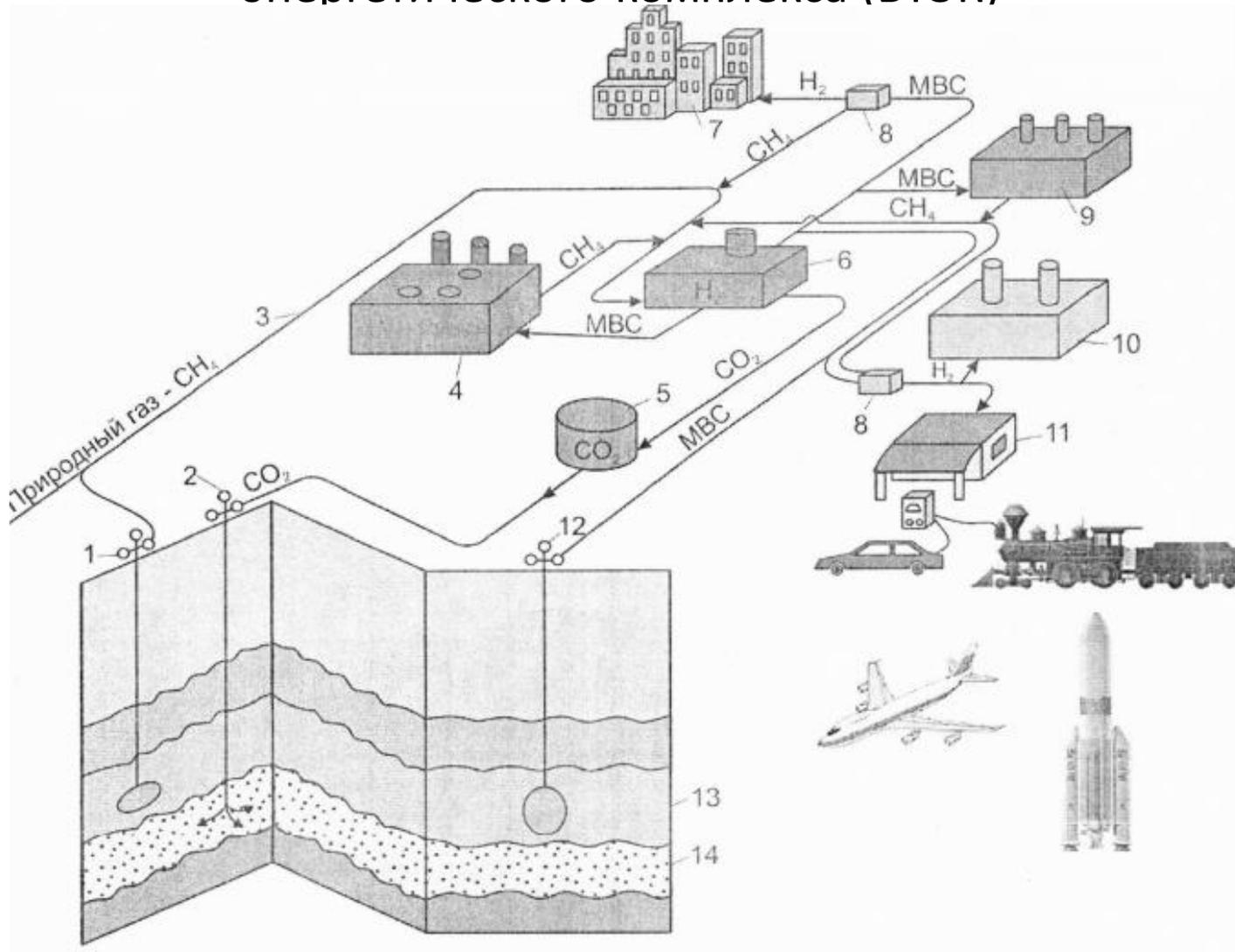
■ На первом этапе высокотехнологического договора заключается соглашение о конфиденциальности — это условие для нас неизменно и является необходимым для защиты интеллектуальной собственности обеих сторон. Далее следует выяснить вопросы совместного патентования, лицензирования, сертификации продукции.

■ Выбор наилучшего и наиболее выгодного предложения осуществляется на конкурсной основе, когда происходит проверка: подходит ли предложенное ноу-хау по своим затратам для получения изделия высочайшего качества, обеспечивается ли надежное серийное производство. Разрешите еще раз подчеркнуть: «...мы концентрируемся не только на улучшении мембраны, но и всей системы в целом. Кроме этого, мы занимаемся оптимальным энергосбережением в батареях, а также риформингом водорода на борту автомобиля, причем из самых разнообразных источников... Наряду с этими исследовательскими задачами мы продолжаем параллельно разрабатывать концепции с использованием двигателей внутреннего сгорания и электромоторов. Их можно рассматривать в качестве переходной стратегии, для того чтобы перейти от приводов на базе внутреннего сгорания через конкурентоспособный гибрид двигателя к топливным ячейкам»¹¹.

■ Интересной стороной сотрудничества по контракту является совместная высокотехнологическая разработка образцов для испытания. Для этого мы готовы передать выигравшим конкурс партнерам «ДаймлерКрайслер» конфиденциальные технические данные в соответствии с 7 основными технологическими направлениями концерна. На этой основе мы также изучаем и проверяем переданные нам предложения. Следующим шагом при положительном решении является заказ на выполнение НИОКР,

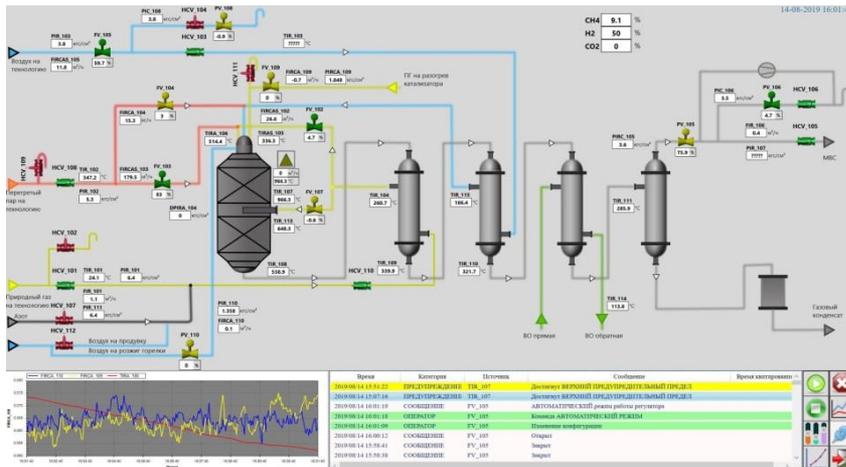
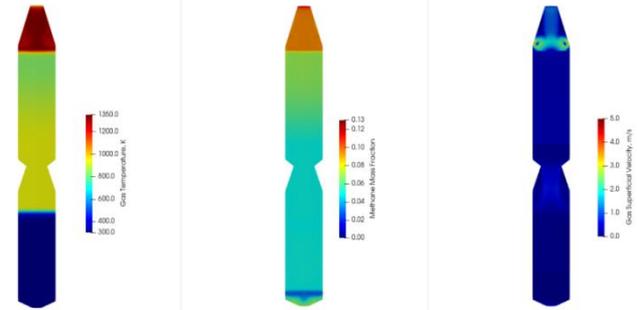
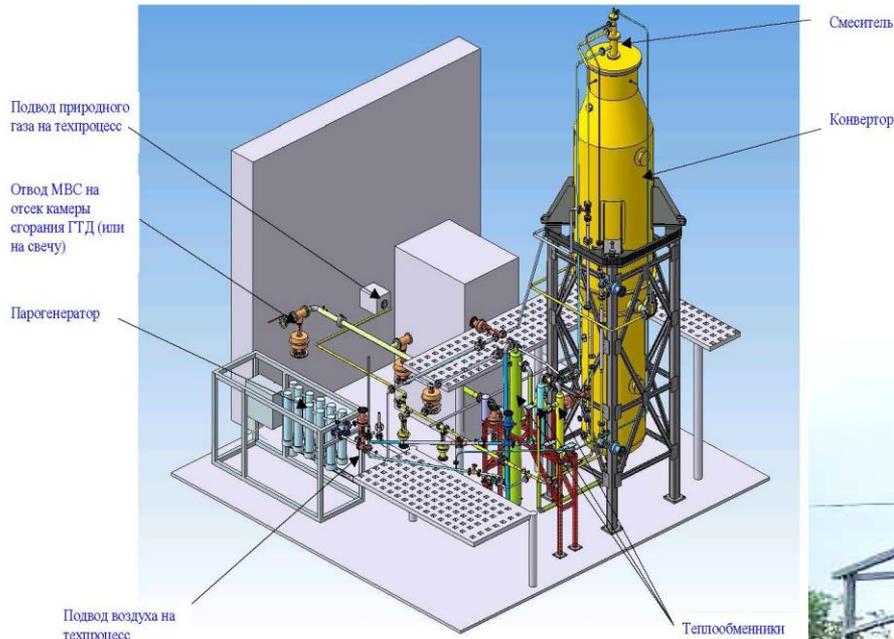
Инфраструктура водородной энергетики

Проект создания типового водородного транспортно-энергетического комплекса (ВТЭК)

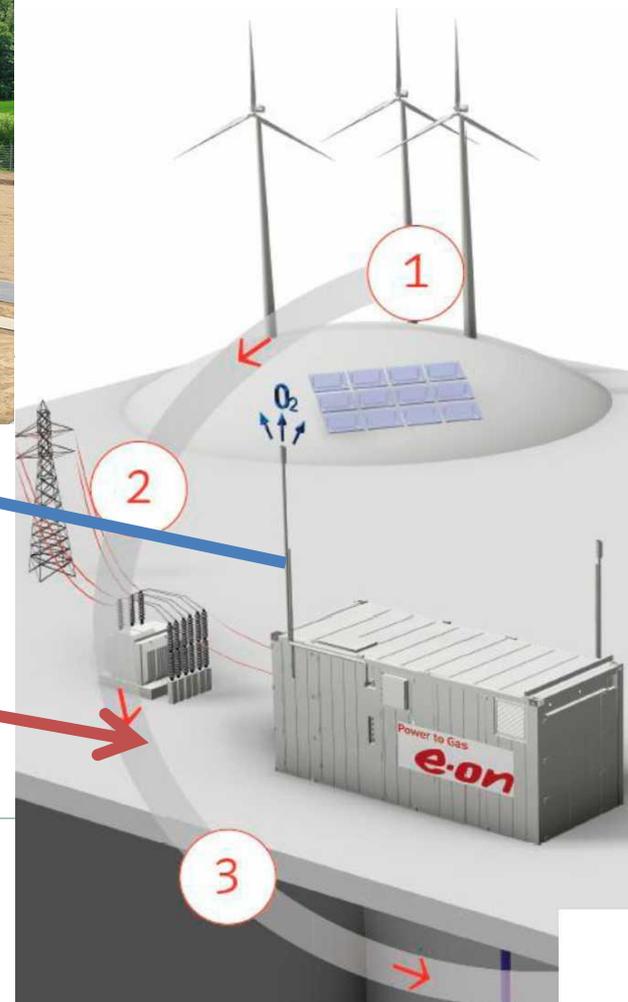


Установка МВС-1000 в ПАО «ОДК-Кузнецов»

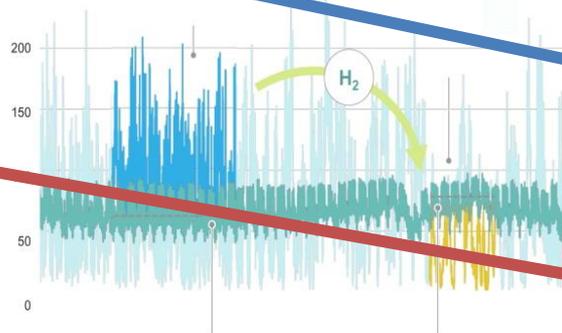
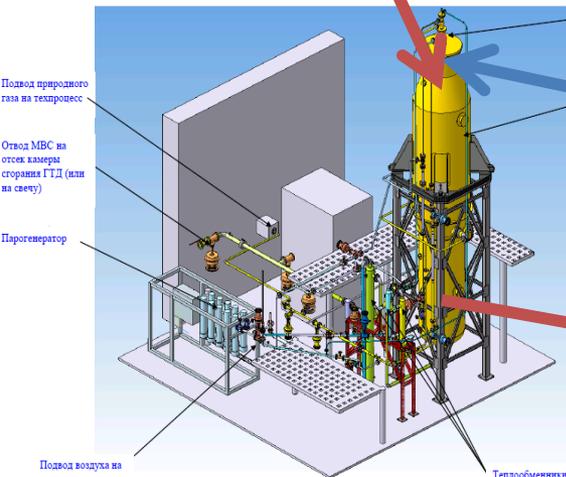
Опытный образец блока по производству метановодородной смеси (МВС)



P2G ТЕХНОЛОГИЯ (E.ON)



**power-to-gas (P2G) блок
+
АКМ блок с МВС**



**Энергозатраты
Выход водорода
1-электростанция**

**неизменные
в 3 раза выше**

**2-энергия к электролизёрам для получения H₂ из воды
3-водород в магистральный газопровод**

Преимущества технологии АКМ-ЭПП в сравнении с P2G

- ✓ **повышенный выход водорода на 1 кВт.ч (в 4-5 раз)**
 - ✓ **уменьшенные массогабаритные характеристики установки (50 - 100%)**
 - ✓ **уменьшенные капитальные затраты (50-70%)**
 - ✓ **меньшая себестоимость производства водорода (50-70%)**
 - ✓ **меньшие потери энергии**
 - ✓ **применение отработанных катализаторов**
 - ✓ **меньшие затраты электроэнергии**
 - ✓ **гибкость по источникам энергии и сырья**
- + (крайне важно!) : широкая масштабируемость по производительности и высокая пожаровзрывобезопасность**

РЫНОК МВС

Вы просматриваете экран Oliver Friske DRRF

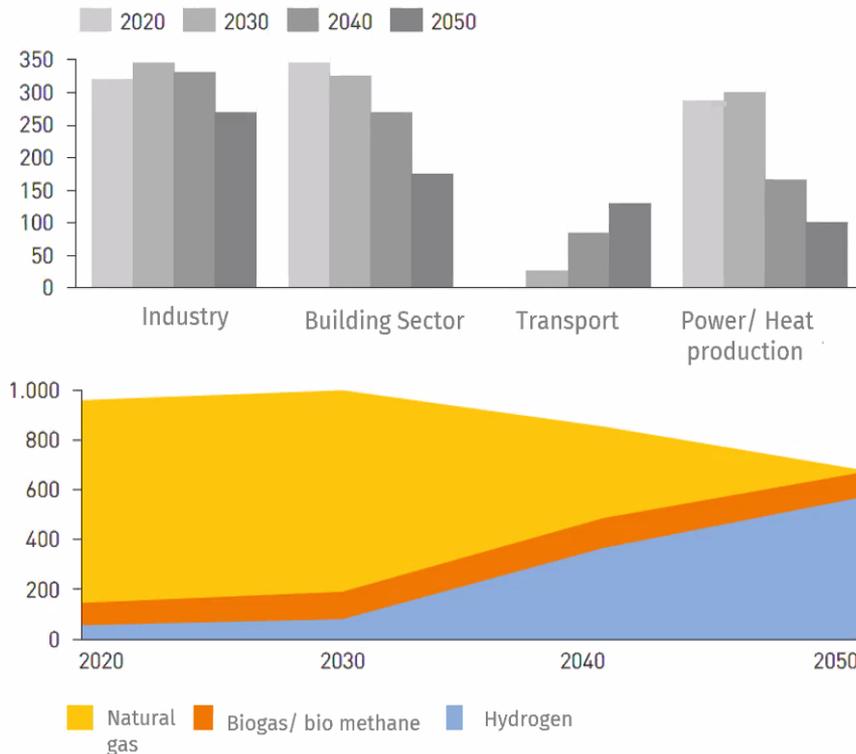
Настройки просмотра

Вид

GAS MARKET OF THE FUTURE

climate neutrality by 2050 - gas will become completely "green"

[in TWh]



- ▶ **Hydrogen:** demand currently over steam reforming; in the short run blue H₂ (e.g. from Russia) possible available and competitive starting via imports)
- ▶ **Natural gas:** until 2030 natural gas switch of coal/oil; later demand for transformation to H₂
- ▶ **Worldwide until 2050 massive expansion required.** For coverage of German 2050 (green H₂) about 675 TWh renewable electricity needed.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!
