

Уровень батареи

Основные технические проблемы

На уровне батареи

Критические:

- Герметичность
- Электрический контакт (2)

Важные:

- Равномерность газораспределения по МЭБ и по высоте
- Деградация контакта
- Охлаждение
- Равномерность температуры по высоте
- Термоциклирование и переходные процессы

На уровне компонентов

МЭБ:

- Прочность тонкой мембраны
- Совместное спекание электродов

Биполярная пластина:

- Цена обработки
- Точность результата (плоскость)

Герметик:

- Отдельная большая наука
- Низкая доступность на рынке

Периферия:

- Независимая механическая нагрузка

Герметизация

Стеклокерамические герметики:

- Суспензии
- Композитный лист

На сжатие:

- Флогопит-мусковит
- Термикулит©

Основные минусы:

- Неразборная монолитная конструкция после спекания
- Термомеханические напряжения

Основные минусы:

- Неустраняемые течи
- Необходимость высокой механической нагрузки

Типы конструкции батарей

По взаимной ориентации потоков топлива и окислителя:

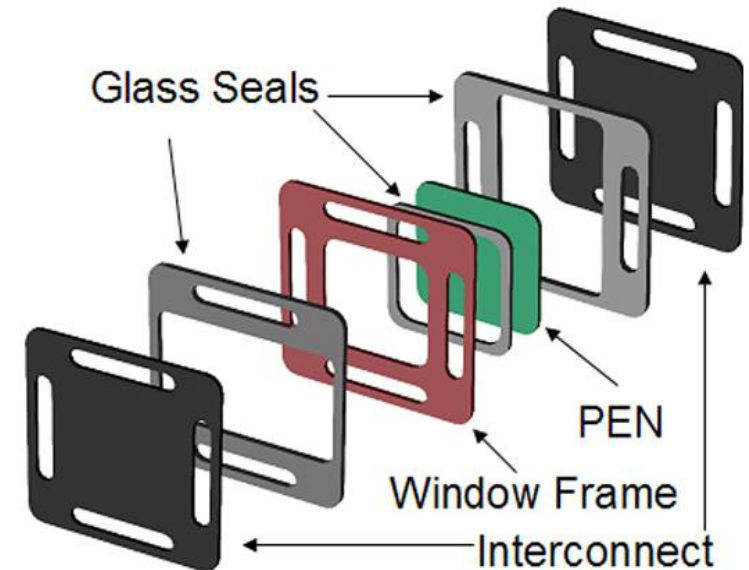
- Скрещенные потоки
- Сонаправленные потоки

Недостатки самой очевидной схемы герметизации:

- Две плоскости герметизации на МЭБ - нагрузка на излом МЭБ до спекания и большой периметр
- Слабость герметизации по торцам мембраны

По способу герметизации:

- Дополнительная рамка
- Отверстия в мембране ТОТЭ
- Разделительные вкладыши (тоннели в БП)



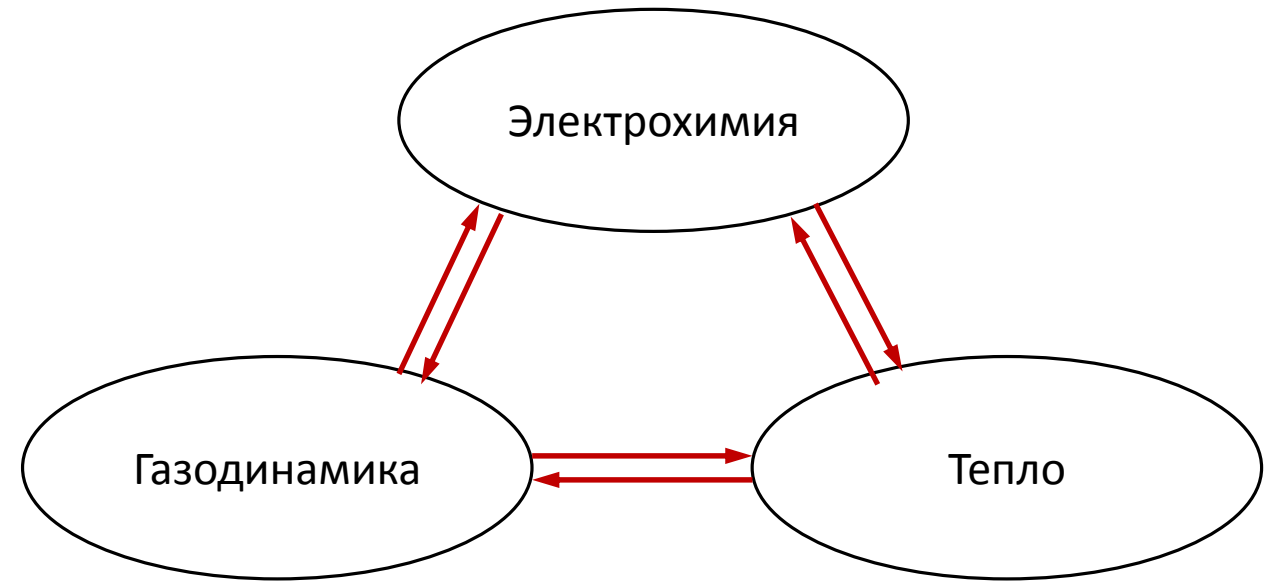
Моделирование батарей

Основные цели:

- Определение сопротивления газовым потокам
- **Расчёт температурного распределения**

Основные проблемы:

- Отдельная большая наука
- Плохая сходимость газодинамической задачи в связке
- Высокая требовательность к ресурсам



Средства и подходы:

- Коммерческие пакеты (COMSOL, ANSYS)
- Однородное приближение
- Пренебрежение некоторыми взаимосвязями
- Итерационное приближение с попеременной заморозкой взаимосвязей

Задачи второго шага

- Снижение массогабаритов (уменьшение относительной доли полей герметизации, вынос магистральных каналов за пределы батареи, уменьшение толщины БП)
- Технологичность всех процессов изготовления комплектующих и сборки батареи
- Ресурсные испытания, испытания переходных режимов
- Вариации температур входящих газов
- Частичный внутренний риформинг

Уровень системы

Тепловой баланс (на 1 кВт)

Рабочая точка 0.68 В, 370 мА/см²

РОХ-конверсия, утилизация 75%

Батареи:

- +975 Вт

Риформер:

- +73 Вт

Дожигатель:

- +658 Вт

Рабочая температура батареи 850°C

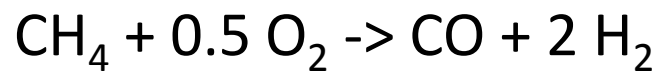
Температура входящих газов от 750°C

Отвод тепла газами - не менее 50%

Мощность, необходимая для подогрева газов
– от 3.27 кВт (!) – теплообменник

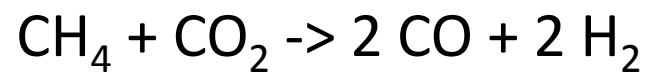
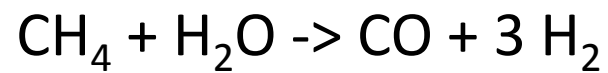
Краткая классификация

РОХ-конверсия



Слабый экзотермический эффект

Пароуглекислотная конверсия



Сильный эндотермический эффект

На внешней воде

Рецикл выхлопа батареи

Сложности проектирования

- Практически нет высокотемпературных клапанов и нагнетателей
- Необходимость балансировки батарей
- Моделирование тепловых потоков в системе
- Взаимосвязи и переходные процессы в системах с рецикл-конверсией (высоким КПД)
- Снижение возможностей пассивного охлаждения с увеличением мощности ЭУ