

«Концепция Источников Питания на Топливных Элементах для мобильной аппаратуры»

Аннотация

На основе обзора состояния по проблеме высокоэффективных источников питания (ИП) на топливных элементах (ТЭ) для мобильной аппаратуры типа «Мобильный телефон» (МТ) и «Ноутбук» (НБ) рассмотрены основные химические процессы и реакции, проходящие в ТЭ на метаноле. Рассмотрен конструктивно-технологический облик экспериментальной ячейки ТЭ на метаноле. Рассмотрены вопросы материаловедения и технологий для создания отечественных ТЭ для ИП мобильной аппаратуры. Обосновано проведение работ по созданию ИП на метаноловых ТЭ для мобильной аппаратуры. Сформулированы научно-технические, планово-экономические и кадровые оценки для проведения НИР «Разработка и исследование характеристик экспериментального образца ИП на ТЭ для мобильной аппаратуры».

1. Терминология и основные понятия по проблеме.

ТЭ – топливный элемент

МТЭ – ТЭ в котором источником энергии является метиловый спирт (метанол)

ИП на ТЭ – источник питания для аппаратуры на топливных элементах

МА – мобильная аппаратура (носимая аппаратура с автономным питанием)

3. Обобщенные характеристики ТЭ (по доступным данным).

Таблица

№ пп	Характеристики	Обобщенные значения (для НБ)	Обобщенные значения (для МТ)	Примечания
1.	Объем метанола в ячейке ТЭ, мл	100	10	
2.	Концентрация метанола в растворе, %	3-6	3-6	
3.	Длительность непрерывной работы, час	10-20	40	
4.	Напряжение ИП на ТЭ, В	3,6	3	
5.	Ток, мА		300	
7.	Плотность энергии, отнесенная к ед. площади активной поверхности ТЭ, Вт/см ²	0,1-0,4	0,1-0,4	
8.	Вырабатываемая мощность, Вт	20	1,5	
9.	Габаритные размеры, мм	150x100x20	50x85x5	
10.	Занимаемый объем, см ³	300	10-20	

4. Основные химические процессы (реакции)

Рассмотрим Схему ТЭ и основные электрохимические процессы на примере работы водородно-кислородной ячейки ТЭ (ТЭ-ВК).

В ней используются газодиффузионные электроды из пористого никеля (или угольные) с нанесенным катализатором (например, дисперсионной платиной, серебром или никелем).

Между электродами находится электролит (например протонопроводящая мембрана).

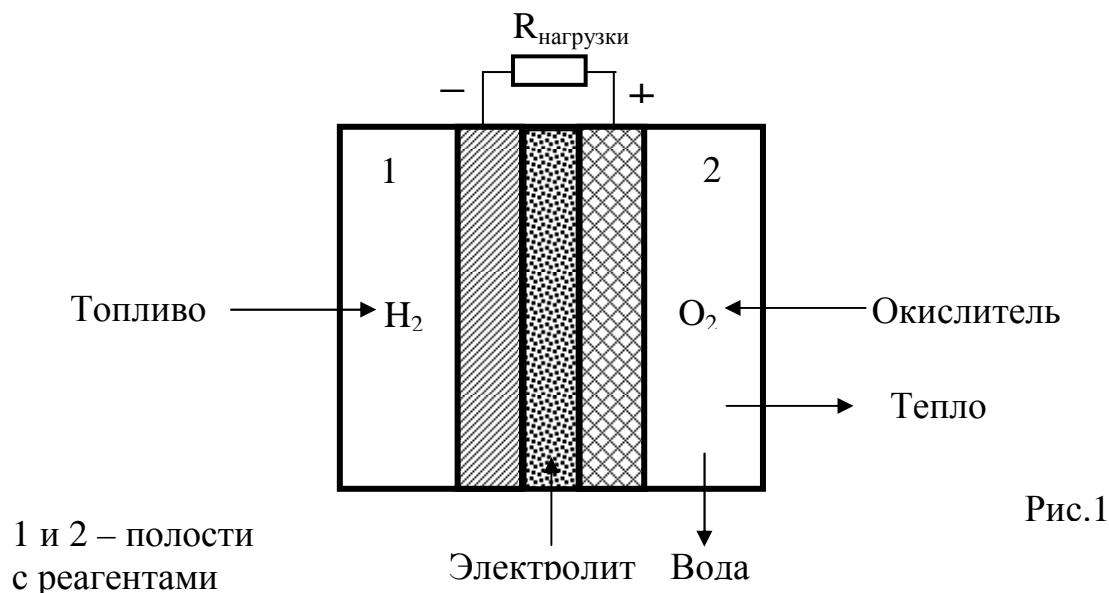
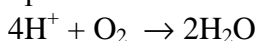


Рис.1

Согласно Рис.1 отрицательный электрод контактирует с топливом (H_2), которое, в присутствии катализатора, окисляется (т.е. отдает электроны):



а на положительном электроде, контактирующем с окислителем (O_2), происходит восстановление кислорода (за счет присоединения ионов водорода H^+ , прошедших через электролит к положительному электроду):



Образовавшаяся вода выводится наружу, унося с собой $4H^+$ (т.е. 4 положительных заряда).

Т.о. в результате реакции, на отрицательном электроде – избыток отрицательных зарядов ($\sim 4e^-$), а на положительном электроде – дефицит положительных зарядов ($\sim 4H^+$). Т.е. образуется разность потенциалов, способная производить работу во внешней цепи.

Электродвижущая сила (ЭДС) кислородно-водородного ТЭ (ТЭ-ВК), при давлении 0,1 Мпа (1 атм) и $t=25^{\circ}C$, равна 1,229 В. При $100^{\circ}C$ ЭДС=1,162 В.

Номинальная плотность тока в ТЭ-ВК:

- 500-2000 А/м² (при никелевом катализаторе)
- 4000-8000 А/м² (при платиновом катализаторе)

Срок службы ТЭ-ВК достигает 10.000 час.

Схема метанолевого Топливного Элемента (Direct Methanol Fuel Cell)

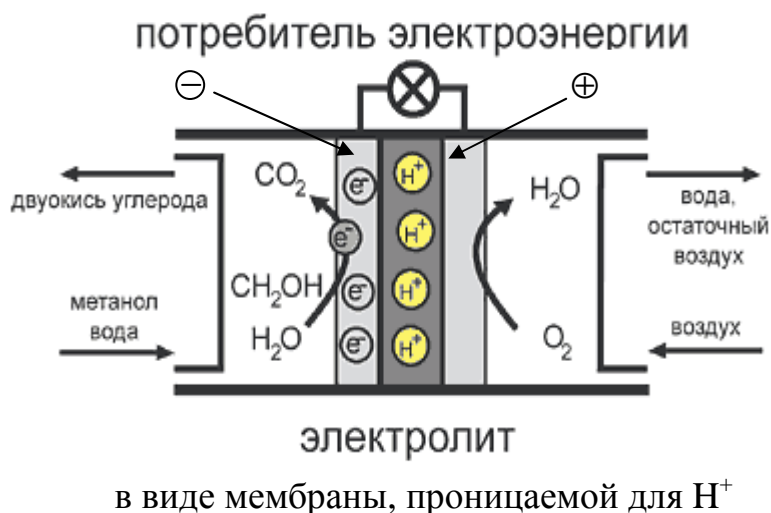
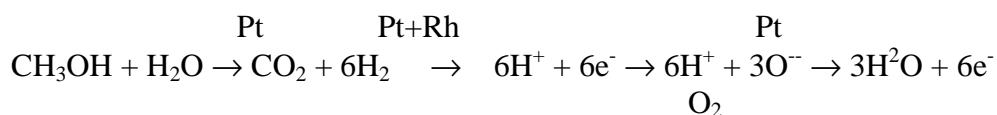


Рис.2

Суммарная электрохимическая реакция:



Достигнутые характеристики единичной ячейки DMFC (Advanced Packadging, Feb.21, 2000, p.32-36):

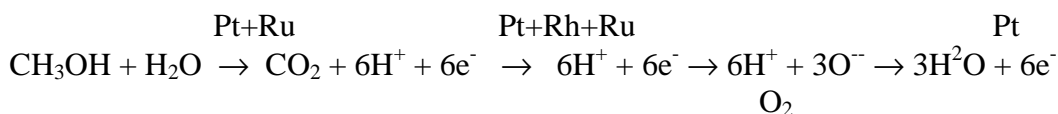
- 1) Напряжение – 0,6 В
- 2) Плотность тока – 100 мА/см²
- 3) Энергоемкость – 20-40 Вт*час
- 4) Эффективность (при КПД 35%) – 4800 Вт*час/дм³
- 5) Катализатор (Pt) – 0,5 мг/см²

5. Предложения по Концепции создания стендового прототипа Топливного Элемента на Метаноле

5.1. Базовые характеристики

- 1) Напряжение – 3 В
- 2) Плотность тока – 200 мА/см²
- 3) Энергоемкость – 20-40 Вт*час
- 4) Эффективность (при КПД 35%) – 4800 Вт*час/дм³
- 5) Габариты – 10x10x1 см

5.2. Базовый электрохимический процесс



5.3. Базовая схема ячейки

ТЭ на протонообменной мембране (ТЭ-ПОМ) используют в качестве электролита тонкую, проводящую протоны, полимерную мембрану. Обе стороны мембраны покрыты слоем катализирующего материала.

Каталитический эффект электрода (например, платины) влечёт за собой распад водорода на аноде на протоны и электроны даже при комнатной температуре.

Ионы H⁺ (протоны) проходят через протонопроводящую мембрану, чтобы достигнуть катода.

Когда внешний контур замкнут, электроны, по внешней цепи, перемещаются к катоду, выполняя электрическую работу. Как результат, на катоде образуется вода (см. рисунок).

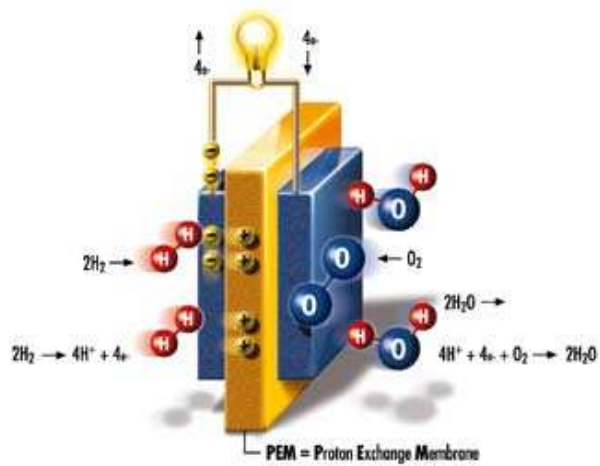


Рис.2

Отдельные ТЭ-ПОМ, собранные в блок и подключённые друг к другу последовательно, образуют «батарею» ТЭ.

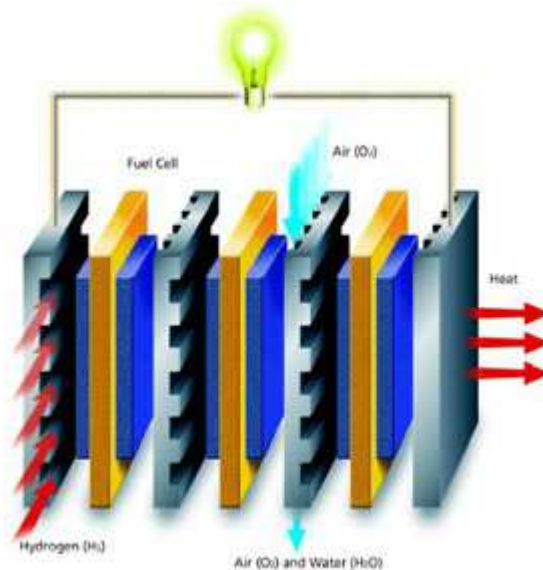
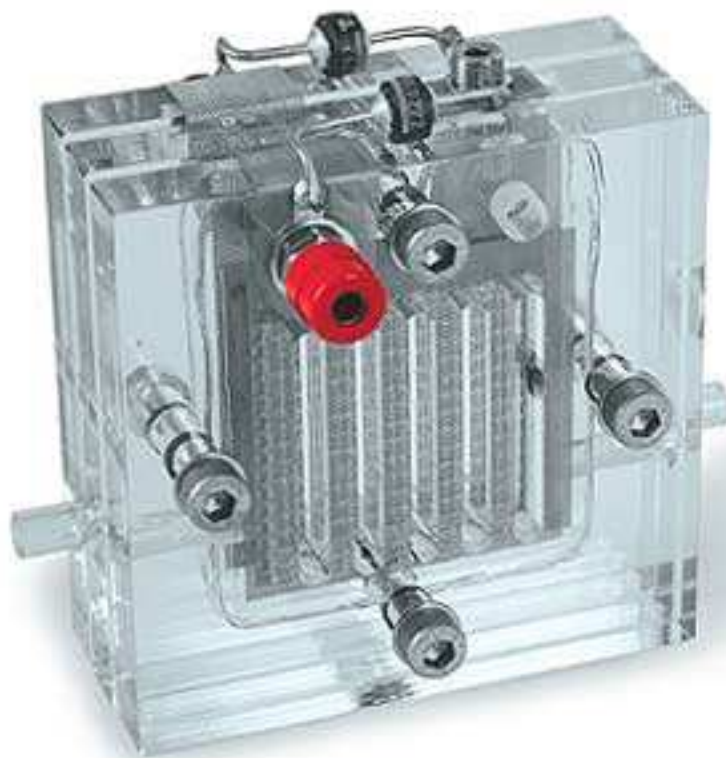


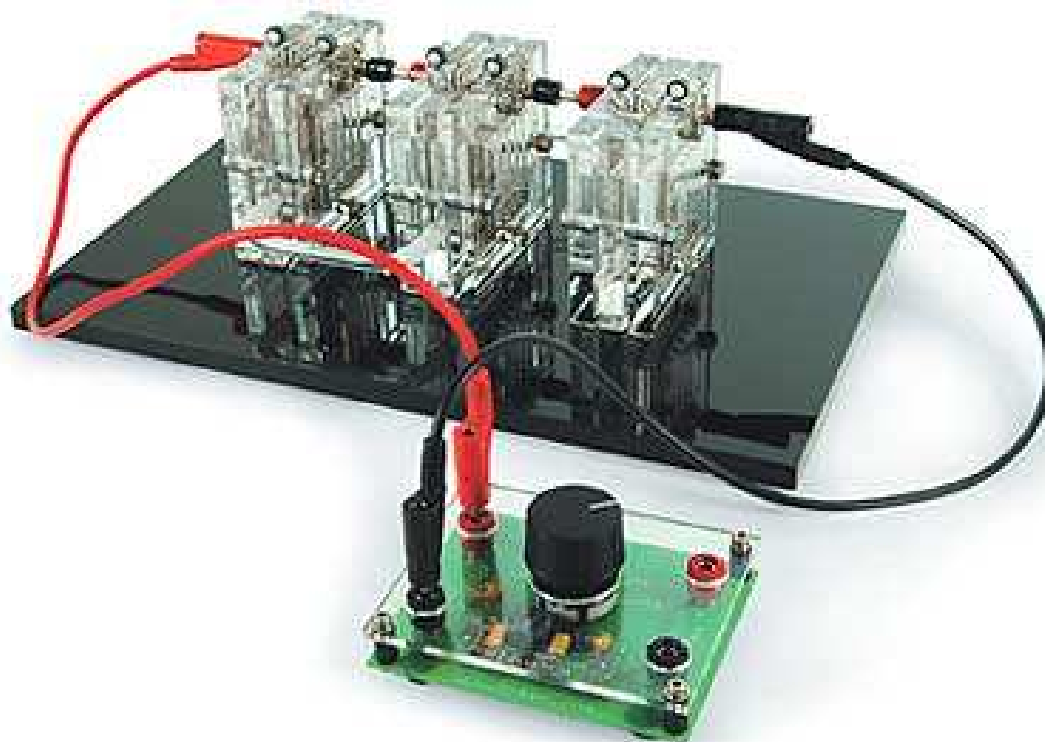
Рис.3

Выходная мощность батареи может варьироваться изменением количества отдельных ТЭ.

5.4. Конструктивно-технологический облик



Ячейка МТЭ



Батарея ТЭ