

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ОКИСЛЕНИЕ АММИАКА В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ТОПЛИВНОМ ЭЛЕМЕНТЕ

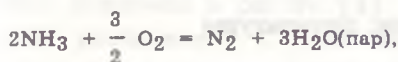
© Н.М.Гаманович, Г.И.Новиков

УДК 661.566

Проведен сравнительный термодинамический анализ процессов высокотемпературного электрохимического окисления кислородом водорода и аммиака.

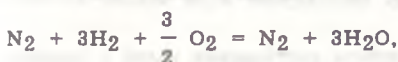
Высокотемпературные топливные элементы (ВТТЭ), работающие на углеводородном топливе и этиловом спирте [1, 2], обладают известными достоинствами и недостатками. Одним из недостатков является образование в отходящих газах диоксида углерода, а при некоторых режимах — и монооксида.

Как уже отмечалось [2], одним из альтернативных топлив может служить аммиак, который при окислении в ВТТЭ на выходе кислородом может дать только N_2 и H_2O :



и максимальную разность потенциалов: $E_{1000}^0 = 1.21$, $E_{1200}^0 = 1.23$, $E_{1400}^0 = 1.25$ В.

Однако при высокой температуре процесса аммиак термодинамически неустойчив. При полном разложении образуется водород и ВТТЭ станет работать как водородно-кислородный,



с разностью потенциалов $E_{1000}^0 = 1.02$, $E_{1200}^0 = 0.98$, $E_{1400}^0 = 0.93$ В.

Исследование процесса электрохимического окисления аммиака проводили на сконструированной лабораторной установке [2].

ВТТЭ состоит из двух электрохимических ячеек на основе твердого электролита состава $0.9ZrO_2 \cdot 0.1Y_2O_3$ с нанесенными на них платиновыми электродами. Общая рабочая поверхность двух соединенных последовательно ячеек составляла 6 см^2 , толщина стенки керамического электролита 0.5 мм. Электроизоляцию и герметизацию керамической высокотемпературной части осуществляли ВТ клеем на основе оксидов редкоземельных элементов с темпера-

турой плавления 1620 К и КТР, близким к КТР твердого электролита.

Электрохимическое окисление аммиака проводили при 800—1100 К. Источником аммиака служил 25%-ный водный раствор аммиака, через который барботировали баллонный азот под избыточным давлением 30—35 кПа. Температура аммиачного раствора варьировалась в пределах 290—340 К. Насыщенный аммиаком азот через подогревающее устройство подавался в анодное пространство ВТТЭ, где внутреннее давление поддерживалось в пределах 20—25 кПа.

В качестве окислителя использовали баллонный кислород, подаваемый на катод под избыточным давлением 35 кПа.

Результаты электрохимического окисления аммиака кислородом в ВТТЭ приведены в таблице [внешнее сопротивление (нагрузка) составляет 1000, внутреннее — около 500 Ом].

Полученные значения величин разности потенциалов, напряжения и силы тока при указанном нагрузочном сопротивлении сравнимы со значениями этих же величин при электрохи-

Значение разностей потенциалов, напряжения и силы тока при электрохимическом окислении аммиака (две последовательные ячейки)

T (K)	E	V	I (mA)
	B		
770	0.35	0.25	0.25
870	0.90	0.80	0.73
970	1.50	1.40	1.40
1070	1.80	1.50	1.55
1190	1.95	1.80	1.65

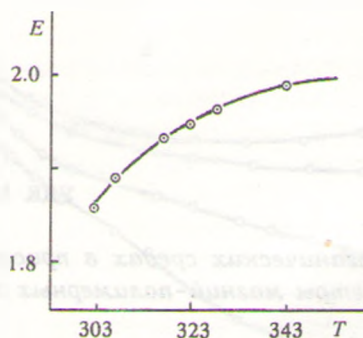


Рис. 1. Зависимость разности потенциалов ВТТЭ E (мВ) (1170 К) от температуры T (К) нагрева водного раствора аммиака.

мическом окислении этилового спирта [2] при 1170 К ($E=1.98$ В, $I=1.77$ мА).

При продолжительной работе топливного элемента и температуре исходного водного раствора аммиака 293 К его концентрация уменьшается, что приводит к снижению потенциала, и для поддержания его постоянной концентрации в топливном газе необходимо повышать температуру раствора. Оптимальной температурой водного раствора аммиака, как установлено в эксперименте, является 340 К (рис. 1). Результаты изучения влияния расхода газа-носителя (азота) на потенциал топливного элемента приведены на рис. 2. Постоянное значение разности потенциалов (2 В) устанавливается при расходе газа около 0.016 л·мин⁻¹.

Электрохимическое окисление аммиака проводили и путем нагревания водного раствора аммиака до температуры 370 К в отсутствие газа-носителя. При 1170 К получены значения разности потенциалов $E=2.00$ В и силы тока

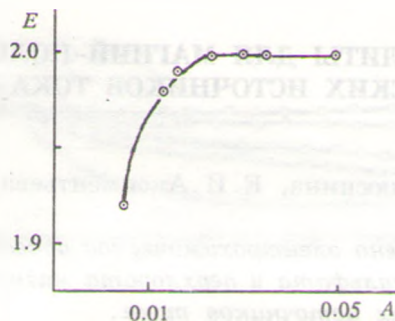


Рис. 2. Зависимость разности потенциалов ВТТЭ E (мВ) от расхода газа-носителя A (л·мин⁻¹) (азота).

Водный раствор аммиака при 323 К.

$I=1.75$ мА при том же нагрузочном сопротивлении.

Полученные результаты с учетом возможных потерь на поляризацию электродов свидетельствуют о том, что аммиак в топливном газе не успевает полностью разложиться, а это приводит к промежуточным значениям E_T между ожидаемыми значениями для аммиака и водорода.

Следует отметить также и другое достоинство аммиака в качестве топлива — аммиак сжижается при 20°C под давлением 8.46 атм, т.е. может храниться в сравнительно тонкостенных баллонах и использоваться в ВТТЭ в виде легко регулируемого газового потока.

Список литературы

- [1] Гаманович Н.М., Новиков Г.И. // Весті АН Беларусі. Сер. хім. навук. 1995. № 4. С. 5–7.
- [2] Новиков Г.И., Гаманович Н.М. // ЖПХ. 1997. Т. 70. № 7. С. 1098–1101.