

деформации, периодически отражающихся от поверхностей достаточно толстых металлических пластин. Материал пластин при этом периодически сжимается и растягивается, а поверхности пластин движутся рывками, то ускоряясь отраженной волной, то останавливаясь. Считая эти волны упругими, нетрудно установить, что кинетическая энергия пластин в среднем равна энергии упругой деформации, а $\eta \sim 0,5$.

Несложно оценить величину r , когда волновые процессы станут определяющими при ускорении пластин взрывом. Это произойдет при такой толщине δ , когда смещение контактирующей с ВВ поверхности за время $\tau = \frac{2\delta}{c}$ прихода отраженной волны от свободной поверхности окажется порядка половины толщины заряда ВВ $2\delta_0$. Поскольку массовая скорость в упругой волне $v = \frac{P}{\rho c}$ (P — давление в волне, ρ — плотность материала пластин, c — скорость звука в пластине), то толщина пластин, когда η уменьшается к 0,5 из-за волновых процессов, оценивается из

$$\frac{P}{\rho c} \cdot \frac{2\delta}{c} \geq \delta_0$$

или

$$\frac{\delta}{\delta_0} \geq \frac{\rho c^2}{2P}. \quad (3)$$

Для параметра r из (3) следует

$$r = \frac{m_0}{m} = \frac{\rho_0 \delta_0}{\rho \delta} \leq \frac{\rho_0}{\rho} \cdot \frac{2P}{\rho c^2}.$$

При $P = 2 \cdot 10^5$ атм для меди $r \leq 0,1$ и для алюминия $r \leq 0,4$.

Поступила в редакцию
5/Х 1973

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. И. Биченков, А. А. Дерibas, Ю. А. Тришин. Уч. совет по народнохозяйственному использованию взрыва. Вып. 22, 1962.
2. Е. И. Биченков, А. Е. Войтенко и др. Докл. АН СССР, 1968, 183, 6, 1289.
3. Ф. Герлах, Г. Кнопфель. Приборы для научн. исслед., 1965, 8, 10.
4. А. А. Дерibas. Физика упрочнения и сварки взрывом. Новосибирск, «Наука», 1972.
5. N. E. Hoskin, J. W. S. Allan a. o. Fourth symposium on detonation, White Oak, Oct. 12—15, 1965.
6. R. W. Gurney. B. R. L. Rep., 1943, 405.
7. F. Herlach, H. Knoepfel. Rapporto Internat. Lab. Gas Ionizzati, 65/17, 1965.
8. H. Knoepfel, H. Kroegler a. o. Lab. Gas Ionizzati, Euratom/CNEN, Frascati, 1968.

УДК 537.523.4

О РАЗРУШЕНИИ ЭЛЕКТРОДОВ ПОТОКОМ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

В. Н. Викторov, Э. А. Миронов, М. Г. Нефедова, В. А. Попов
(Москва)

Ресурс работы электрогазовых горелок в значительной степени зависит от стойкости электродов в агрессивной среде продуктов сгорания [1]. Поэтому важно определить условия работы, при которых электроды меньше всего подвергаются разрушению.

Данная работа посвящена исследованию молибденовых неохлаждаемых электродов, расположенных в потоке продуктов сгорания метана в воздухе с легкоионизирующей присадкой щелочного металла. Исследовали влияние коэффициента избытка окислителя α , температуры электрода $T_э$ и концентрации легкоионизирующей присадки на степень разрушения электродов $\Delta P = \frac{P_2 - P_1}{\tau}$, где P_1 — вес электрода в начале

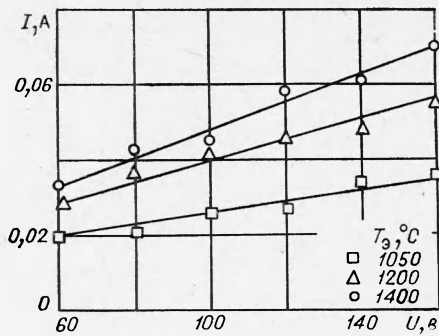
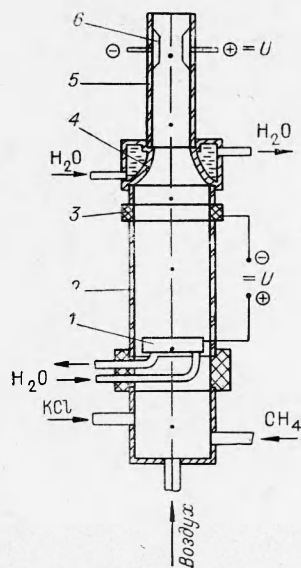


Рис. 2. Вольт-амперные характеристики.

Рис. 1. Схема установки.

эксперимента, P_2 — вес электрода в конце эксперимента, τ — время работы электрода.

Экспериментальная установка показана на рис. 1. Газовоздушная смесь с парами присадки KCl сжигалась в электрогазовой горелке 2. Пламя стабилизировалось на охлаждаемом водой центральном электроде 1, имеющем форму диска и выполненном из латуни. Диффузный разряд, применяемый в электрогазовой горелке для повышения температуры и энтальпии продуктов сгорания [2], был вмонтирован между центральным электродом и кольцевым 3, изготовленным из графита марки ГМЗ, уплотненного пироуглеродом и пропитанного $Ba(NO_3)_2$. Расстояние между электродами составляло 100 мм. К электродам подводилось высокое напряжение постоянного тока. Регулируя мощность диффузного разряда, можно изменять температуру продуктов сгорания в широком диапазоне независимо от коэффициента избытка окислителя α .

Поток продуктов сгорания с заданной температурой проходил через профилированное сопло 4 в канал 5 с исследуемыми молибденовыми электродами 6. Профилированное сопло с поджатием 0,34 сглаживало температурные и скоростные неоднородности потока и позволяло перейти от диаметра электрогазовой горелки 48 мм к диаметру канала 28 мм. Исследуемые электроды с поверхностью $12 \times 25 \text{ мм}^2$ располагались на расстоянии 14 мм друг от друга и 60 мм от среза сопла. На электроды подавали постоянное напряжение порядка 100 В, при этом плотность межэлектродного тока была равна 0,01—0,03 А/см².

Во время эксперимента измеряли: температуру молибденовых электродов с помощью платино-платинородиевой термопары, температуру продуктов сгорания на выходе из канала методом обращения спектральных линий, время работы электродов, вес электродов в начале и конце работы, расходы метана, воздуха, концентрацию ионизирующей присадки по самообращенным контурам спектральных линий [3], снимали вольт-амперные характеристики газового промежутка между электродами. На рис. 2 приведены некоторые вольт-амперные характеристики, снятые в экспериментах, из которых следует, что электроды работали в области разряда, далекой от дугового.

При исследовании влияния коэффициента избытка воздуха на разрушение электродов α менялось от 0,6 до 1,2. При этом снижение температуры продуктов сгорания, вызванное изменением α , компенсировалось подводом электрической энергии в зону горения, так что температура продуктов сгорания оставалась в экспериментах постоянной и составляла 2050°С. Температура электродов была 1220—1230°С и лишь для $\alpha=1,2$ она снизилась до 1100°С. Расход легкоионизирующей присадки также поддерживался постоянным. Изменялся лишь химический состав продуктов сгорания. В области избытка топлива $\alpha \leq 1$ (рис. 3) химический состав потока мало сказывается на степени разрушения электрода. При $\alpha > 1$ степень разрушения существенно растет с ростом α . По-видимому, это объясняется наличием достаточного количества кислорода в продуктах сгорания для окисления материала электрода, что способствует его быстрому разрушению. Если при $\alpha \leq 1$ поверхность электрода чистая, то при $\alpha > 1$ на электроде образуется стекловидное плотное покрытие, слабо проводящее ток.

Эксперименты по влиянию концентрации атомов щелочного металла в продуктах сгорания на разрушение электрода показали, что увеличение концентрации атомов K значительно замедляет разрушение электрода (рис. 4). График приведен в координатах ΔP от температуры дозатора присадки. Это допустимо, так как концентрация атомов K однозначно определяется температурой дозатора, и эта зависимость монотонна. Так, температура дозатора $T_d=380^\circ\text{C}$ соответствует концентрации атомов K , равной 10^{-3}

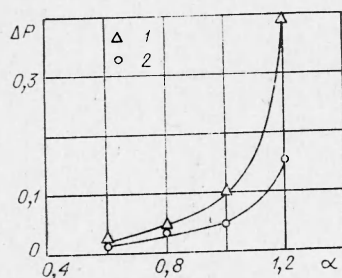


Рис. 3. Влияние коэффициента α на степень разрушения электродов.

1 — катод; 2 — анод.

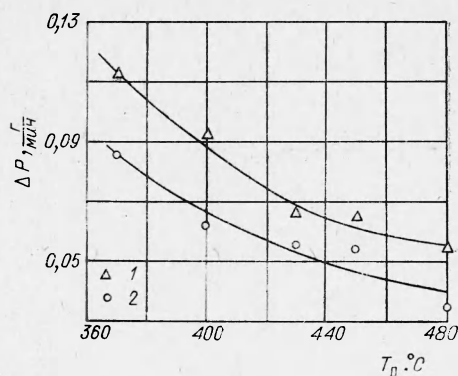


Рис. 4. Влияние температуры дозатора (расхода ионизирующей присадки) на степень разрушения электродов.

1 — катод; 2 — анод.

мольных %, а $T_d = 540^\circ\text{C}$ — концентрации $10^{-1}\%$. При изменении мольной концентрации атомов К с 10^{-3} до $10^{-1}\%$ степень разрушения электродов ΔP уменьшается в 2 раза. Роль калия в разрушении электродов, по всей видимости, связана с его адсорбцией на электроде, так как диапазон температур электродов ($1150 \div 1450^\circ\text{C}$) и парциальных давлений калия ($10^{-5} \div 10^{-3}$ ат) лежит в районе образования мономолекулярной динамической пленки [4]. Присутствие электроотрицательных газов кислорода и хлора должно еще более стабилизировать защитную пленку калия.

Температура электрода играет существенную роль в его разрушении. При увеличении температуры электрода T_3 с 1150 до 1300°C степень разрушения электрода увеличивается в $\sim 1,5$ раза, а при изменении T_3 с 1300 до 1450°C ΔP увеличивается в ~ 3 раза.

Поступила в редакцию
18/VI 1973

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Кириллин, А. Е. Шейндлин и др. Тр. 5 Международной конференции по МГД генерированию электрической энергии. Мюнхен, 1970.
2. Magunowski, В. Karlovitz, T. Hirt. Process desing and development, 1967, 6, 3.
3. И. Васильева, Л. Депутатова, А. Нефедов. Сб. «Магнитогидродинамический метод получения электроэнергии». Под редакцией В. А. Кирилина, А. Е. Шейндлина. М., 1972.
4. I. K. Koester, M. Sajben, E. E. Zukoski. Сб. «Прямое преобразование тепловой энергии в электрическую и топливные элементы». Вып. 10, 1970, стр. 14.