

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕМБРАН ПРИ НАСЫЩЕНИИ ВОДОРОДОМ

Рюмшина Т. А., Лунарская Э.*, Черняева О.*

Физико-технический институт НАН Украины, Донецк, Украина,
ryumshina@donapex.net

* Институт физической химии ПАН, Варшава, Польша,
ellina@ichf.edu.pl

Проблемы повышения прочности и стойкости изделий (в частности, мембран) при их эксплуатации в условиях механического нагружения и воздействия агрессивных сред не утрачивают своей актуальности. Известны эффекты, когда воздействие водорода на стадиях пластического деформирования резко снижает напряжение течения, что связывается либо с облегчением скольжения дислокаций, либо с аномальным уменьшением модуля сдвига. В настоящей работе обнаружено, что насыщение водородом деформируемого материала приводит к снижению напряжений уже на упругой стадии деформирования.

Проведены экспериментальные исследования одноосного растяжения тонких пластин Al, Pd, находящихся в растворе 0.01N NaOH. Приложение к поверхности мембраны катодной поляризации вызывает проникновение водорода из раствора в материал, что приводит к снижению напряжения течения и к добавочной деформации. Величина такого снижения, например, при действии поляризации 40 mA/cm² при растяжении мембраны сечением 0.17 x 10 mm составляет $\Delta\sigma = 0.05 \text{ MPa}$. Прекращение насыщения водородом практически возвращает деформирующее напряжение к уровню, соответствующему деформированию в нормальных условиях.

Полагая, что прирост деформации, обусловленный проникновением водорода, линейно связан с его концентрацией, можно оценить концентрацию водорода в мембране $c = \frac{\Delta\varepsilon}{\beta} = \frac{6 \times 10^{-4}}{0.19} = 3.2 \times 10^{-3} \frac{\text{am.H}}{\text{am.Me}}$. Здесь β – коэффициент концентрационного расширения материала. Результаты эксперимента показывают, что при таких концентрациях модуль упругости практически не изменяется.

Наличие скачка напряжений на кривой $\sigma(\varepsilon)$ в момент приложения катодной поляризации довольно хорошо описывается уравнением:

$$\sigma(\varepsilon) \approx E\varepsilon t - E\beta c [1 - e^{-\frac{\varepsilon}{\tau}}],$$

где ε – скорость растяжения мембраны, E – модуль растяжения материала, $\tau = \frac{4h^2}{\pi^2 D}$ – время релаксации, характеризующее проникновение водорода в мембрану и зависящее от ее толщины h и коэффициента диффузии D . Первое слагаемое описывает упругие напряжения при активной деформации растяжением, а второе – напряжения, сопровождающие диффузионный поток водорода в мембрану.