

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМ НАСЫЩЕНИИ ВОДОРОДОМ

А.В. Ветчинов, Ж.Л. Глухова, Т.А. Щеголева

Донецкий национальный технический университет, ул. Артема, 58,
Донецк 83000, Украина; E-mail: goltsov@physics.dgtu.donetsk.ua

Annotation

The experimental set for electrolytic hydrogen saturation of steel, which was developed for studying the form changing of the steel plate, is discussed.

В основе многих видов водородной обработки материалов лежат водородоупругие эффекты. Возникновение этих эффектов в системах Me–H обусловлено взаимосвязью упругих и водородных концентрационных полей, взаимным влиянием диффузионного перераспределения водорода в твердом теле и перераспределения внутренних напряжений, вызванных градиентами концентрации H₂. Современные представления о водородоупругих эффектах обобщены в работе [1].

Водородоупругие эффекты (эффект Горского, диффузионно-упругий эффект (эффект Стони), эффект Льюиса) широко используются для определения коэффициентов диффузии водорода в металле, для исследования термодинамических характеристик, определяющих фазовые переходы и условия равновесия в системах металл–водород.

Наглядным макроскопическим проявлением явления водородоупругости является формоизменение образцов под воздействием водорода. Формоизменение упругонапряженной палладиевой пластины под воздействием водорода исследовано в работе [2]. При этом опыты проводились в области температур, лежащих выше или вблизи критической точки начала гидридного превращения. Авторами экспериментально установлено, что на величину формоизменения оказывали влияние такие факторы как температура, давление водорода и число циклов водородного воздействия.

Закономерности формоизменения палладиевой пластины при ее одностороннем насыщении водородом и последующей дегазации в температурном интервале 100–150°C при давлениях, соответствующих α -твердому раствору водорода в палладии представлены в [3].

Исследование формоизменения металлов имеет важное практическое значение. Большинство деталей многих машин и аппаратов химической, угольной, авиационной, нефтяной и других отраслей промышленности в процессе эксплуатации находятся под влиянием агрессивных наводороживающих сред и подвергаются опасности преждевременного разрушения. Важным фактором, который влияет на эксплуатационное поведение (вплоть до разрушения), являются водородные концентрационные напряжения, которые возникают из-за наличия градиентов концентрации водо-

рода в стенках аппаратов, газопроводов, термоядерных реакторов и т.д. Поэтому водородные напряжения должны учитываться во всех технологиях, когда материалы обрабатываются и эксплуатируются в контакте с водородом и водородсодержащими средами. При несимметричных градиентах концентрации водорода водородоупругие напряжения приводят к формоизменению изделий. Исследование водородоупругого формоизменения металлов и основных его закономерностей позволит рассчитывать внутренние напряжения, деформации и оценивать надежность и долговечность изделий.

В настоящее время сталь широко используется как конструкционный материал. Поэтому систематические исследования формоизменения стали под воздействием водорода, установление основных закономерностей этого явления в зависимости от параметров воздействия H_2 является актуальной задачей. А поскольку активное взаимодействие сталей с газообразным водородом наблюдается при давлениях порядка сотен атмосфер, то стали целесообразнее насыщать электролитически; т.к. электролитическое насыщение, даже при относительно небольших плотностях катодного тока $0,01-1 \text{ А/см}^2$, эквивалентно насыщению металла из газовой фазы при давлении в сотни и тысячи атмосфер [4].

Целью работы является разработка и создание установки для изучения формоизменения стальных пластин при электролитическом насыщении водородом.

Экспериментальная установка для насыщения стали водородом представлена на рисунке. Она состоит из внешнего сосуда 1 для термостата; сосуда из органического стекла 2, катода 7 и анода 4. Сосуд для термостата предназначен для поддержания постоянной температуры электролита. Катод (исследуемый образец) в виде тонкой пластинки размерами $10 \times 70 \times 0,2 \text{ мм}$, изолированный со стороны, противоположной аноду, лаком, крепится нижним концом в зажиме. На торце катода крепится зеркальце. Верхний конец катодной пластинки возвышается на 2–3 см над уровнем электролита 6. Луч лазера падает на зеркальце и отражается на шкале, размещенной над установкой. Анод представляет собой пластинку из органического стекла таких же размеров, что и катод, на которую намотана платиновая проволока. В качестве электролитов используются следующие растворы: 4–10%-ные растворы серной кислоты H_2SO_4 + стимуляторы наводороживания. В качестве стимуляторов используются коллоидный фосфор, As_2O_3 , сульфат натрия Na_2SO_4 , H_2SeO_3 , тиосульфат натрия. Плотность тока при наводороживании составляет $0,02-0,1 \text{ А/см}^2$ [4].

Подготовка образцов к наводороживанию включает следующие этапы: шлифовка наждачной бумагой; полировка; обезжиривание ацетоном; отжиг в вакууме при температуре $700 \pm 10^\circ\text{C}$ в течение 1 ч.

На созданной установке отрабатывается методика эксперимента по изучению формоизменения стали при электролитическом насыщении.

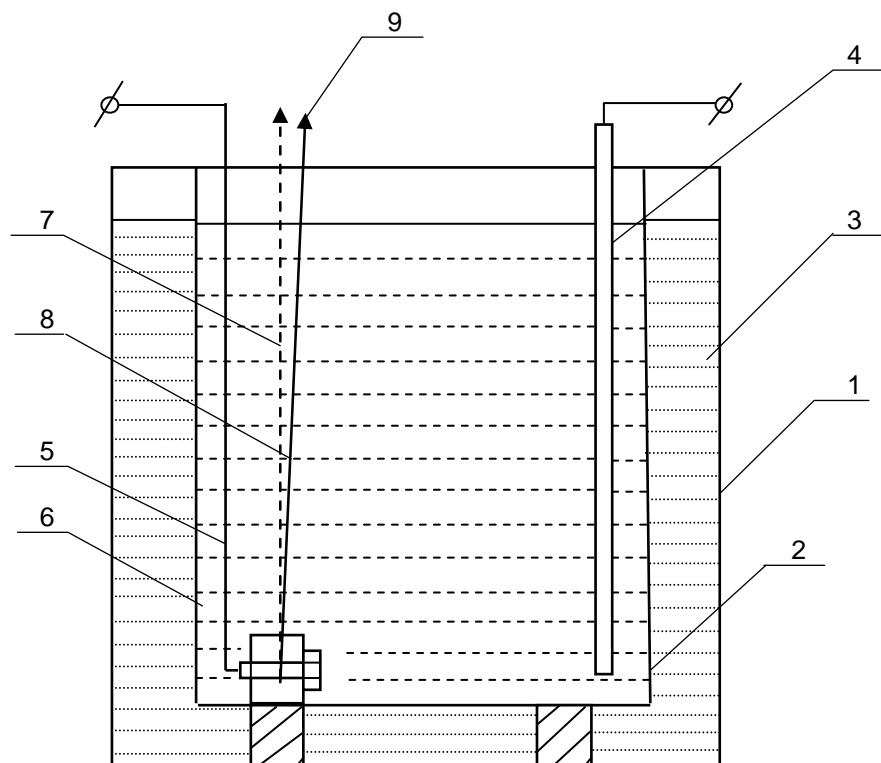


Рисунок. Схема установки для электролитического насыщения стали водородом.

1 – внешний сосуд; 2 – сосуд с электролитом; 3 – жидкость заданной температуры; 4 – платиновый анод; 5 – проводник; 6 – электролит; 7 – катод – исследуемый образец до насыщения; 8 – катод после насыщения; 9 – зеркало.

Литература

1. Progress in Hydrogen Treatment of Materials / V.A. Goltsov, Editor. – Donetsk–Coral Gables: Kassiopeya, 2001. – 543 pp.
2. Формоизменение палладиевой пластины под воздействием водорода / В.А. Гольцов, Р.В. Котельва, Т.А. Рюмшина и др. // Физика металлов и металловедение. – 1990. – Т. 10. – С. 135–141.
3. Гольцов В.А., Глухова Ж.Л. Упругое изменение формы палладиевой пластины под действием водорода. 1. Результаты эксперимента // ФММ. – 2000. – Т. 20, Вып. 4. – С. 68–73.
4. Наводороживание металла при электрохимических процессах / Под ред. С.М. Белоглазова. – Л.: Изд-во Ленинградского университета. – 1974. – 200 с.