

КОНТРОЛЬ НАВОДОРОЖИВАНИЯ ФЕРРОМАГНИТНОЙ СТЕНКИ

© 2022 г. Сергей Энгелевич Бабкин

*Удмуртский федеральный исследовательский центр УрО РАН,
426000, г.Ижевск, ул.Кирова, 132, e-mail: babkin@udman.ru*

В связи с развитием водородной энергетики встает проблема контроля наводороживания металлических изделий, используемых при производстве и хранения водорода. Как известно, наводороживание приводит к хрупкости металлов, что увеличивает риск техногенных катастроф.

При наводороживании металлов меняются их физическо-механические свойства, что может быть использовано для косвенного контроля содержания водорода [1]. В работе [2] предлагается для этого использовать метод электромагнитно-акустического преобразования (ЭМАП). Показано, что объемное наводороживание хорошо выявляется как, в резонансном, так и в импульсном вариантах преобразования. Так при 6-часовом катодном наводороживании ферромагнитных материалов, таких как Армко-железо, сталь, никель,- амплитуда принятого сигнала падает от 25 до 75% к исходному.

Отдельной является проблема прохождения водорода сквозь металлическую стенку. При этом наводороживание идет с внутренней стороны стенки (например, резервуара), а контроль надо проводить с внешней стороны.

В данной работе предлагается использовать для этой цели импульсное ЭМАП поверхностных волн Рэлея. Была собрана установка для одностороннего наводороживания плоских образцов Армко-железа и перминдюра 49КФ2 одинакового размера, но разной толщины. Катодное наводороживание проводилось по стандартной методике при плотности тока $15\text{mA}/\text{cm}^2$ [3]. Наводороживание проводилось в течении 6 часов. Через каждый час процесс останавливался, образец вынимался, и снимались показания ЭМАП приставным П-образным датчиком поверхностных волн [4]. Информационный параметр – амплитуда принятого сигнала после двойного ЭМАП.

Затем образец помещался обратно в установку и наводороживание продолжалось. ЭМА датчик работает в раздельном режиме на частоте 3МГц, что соответствует для указанных материалов длине волны Рэлея около 1мм.

Результаты эксперимента показали, что на стороне наводороживания падение амплитуды ЭМА сигнала идет в режиме объемного наводороживания [2]. За 6 часов амплитуда плавно падает для Армко-железа на 25%, а для перминдюра на 28-30%.

Показания ЭМА сигнала на обратной стороне зависит от толщины образца. Для тонких образцов (2мм) кривая падения амплитуды повторяла график зависимости наводороживаемой стороны с небольшим запаздыванием. Для образцов толщиной 4мм реальное падение сигнала заметно только после 4-5 часов наводороживания и составляет около 10%. Для образцов толщиной 5мм даже после 6 часов наводороживания падение амплитуды не фиксировалось или было на уровне ошибки (3%).

Это позволяет оценить возможности метода. Если при 6-часовом наводороживании насыщение водорода в металле оценивается в 15 ppm (единицы измерения насыщенности водородом), а начальное насыщение 0 ppm, то насыщению соответствует изменение амплитуды на 25%. Значит изменение амплитуды на 3% соответствует примерно наводороживанию в 2 ppm. Таким образом, предельная чувствительность ЭМА метода по водороду в ферромагнетиках составляет 2 ppm.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гельд П.В., Рябов Р.А., Мохрачев Л.П. Водород и физические свойства металлов и сплавов. М.: Наука, 1985, 232 с.
2. Ильясов Р.С., Лебедева М.Ю., Бабкин С.Э., Бурнышев И.Н. О возможности использования методик электромагнитно-акустического преобразования для оценки степени наводороживания ферромагнетиков //Химическая физика и мезоскопия, 2012, Т.14, №2, с.237-242.
3. Бурнышев И.Н., Абрамов К.А. Об акустической эмиссии при наводороживании малоуглеродистой стали //Письма в ЖТФ, 2009, Т.35, вып.2, с.90-94.
4. Бабкин С.Э., Ильясов Р.С. и др. Устройство для бесконтактного возбуждения и приема волн Рэлея в ферромагнетиках // Дефектоскопия. 1989. № 6.С. 93-94.