

УДК 621.791.05:620.179

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛА РЕАКТОРА СИНТЕЗА КАРБАМИДА ПОСЛЕ КОРРОЗИОННОГО ИЗНОСА СПЕКТРАЛЬНО- АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

А. Ю. Ерофеев, студент гр. ТСм-131, II курс  
Научный руководитель: Н.В. Абабков, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Металл элементов химического оборудования работает в критических условиях, при высоких температурах и под постоянным или изменяющимся внутренним давлением, при воздействии агрессивных сред, высоких напряжений, вызванных усилиями самокомпенсации и массовыми нагрузками.

Целью данной работы является оценка состояния металла поверхностного слоя реактора синтеза карбамида, подверженного коррозионному износу спектрально-акустическим методом.

В зависимости от условий эксплуатации для изготовления реактора синтеза карбамида применяют коррозионностойкие стали. При длительной эксплуатации в металле происходят сложные физико-химические явления, связанные с изменением структурно-фазового состава и физико-механических характеристик. Все эти явления приводят к образованию и накоплению микроповрежденности (микротрещин), к появлению макротрещин и разрушению оборудования [1].

В связи с вышеизложенным, особенно актуальной является задача выявления микроповреждений на стадии их зарождения в металле элементов химического оборудования в процессе эксплуатации на различных этапах жизненного цикла с применением неразрушающего контроля, среди которых наиболее перспективным следует признать акустический метод.

Реактор карбамида представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат установленный на опорном узле. Обечайка аппарата сварена из рулонированных царг. Верхнее и нижнее днища кованые. Внутренняя поверхность аппарата покрыта футеровкой из коррозионно-стойкого металла. В нижнее днище аппарата вварены штуцеры входа и выхода рабочих сред. Аппарат снабжен внутренними устройствами. В верхнем днище аппарата расположен люк, закрытый плоской крышкой. Наружная поверхность аппарата покрыта теплоизоляцией.

Большой интерес представляет исследование металла после длительных, сверхрасчетных сроков эксплуатации с целью определения возможности его дальнейшей работы. В настоящей публикации приведены результаты исследований образцов металла реактора синтеза карбамида, изготовленного из стали X2CrNiMo1812 (отечественный аналог 03X17H14M3 по ГОСТ 5632-72) с толщиной стенки 11 мм. Введен в эксплуатацию в 1981 г. Рабочие

параметры среды: давление – 22 МПа, температура – 195 °С. (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид поверхности реактора синтеза карбомида, подверженной коррозионному износу

Химический состав исследованного металла был определен на оптико-эмиссионном спектрометре «Q4 Tasman» (табл. 1)

Таблица 1

Химический состав исследованного металла, %

Объект анализа	Доля химических элементов (вес.%)							
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
Металл реактора карбомида	0,034	0,615	1,438	16,45	12,46	2,94	0,004	0,001
Сталь X2CrNiMo1812	0,30–0,40	0,17–0,34	0,50–0,80	1,30–1,70	1,30–1,70	0,20–0,30	≤0,025	≤0,025

Металл реактора карбомида был исследован спектрально-акустическим методом. Данный метод предназначен для изучения структурно-фазового состояния металла и основан на измерении времени задержки ( $R$ , нс) (измерительно-вычислительный комплекс «АСТРОН» [2–4].

Для измерения акустических характеристик исследуемая поверхность образца была разбита на участки. На каждом участке измерения проводили в двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 2, *a* и *б*). После установки датчика и получения устойчивых значений производилось измерение. Для получения достоверных результатов, измерения проводили в каждой точке не менее 8 раз. Все измерения (скорость и время задержки ПАВ) записывались в памяти программного модуля прибора. После проведенных измерений полученные значения обрабатывались методами математической статистики.



Рис. 2. Схема замеров акустических характеристик с образца металла реактора синтеза карбомида  
 $a$  – поперек образца;  $b$  – вдоль образца

Полученные результаты изменения времени задержки импульсов ПАВ –  $R$  (нс) от сварного шва к основному металлу образца коррозионно-изношенного металла реактора синтеза карбамида представлены на рис. 3.

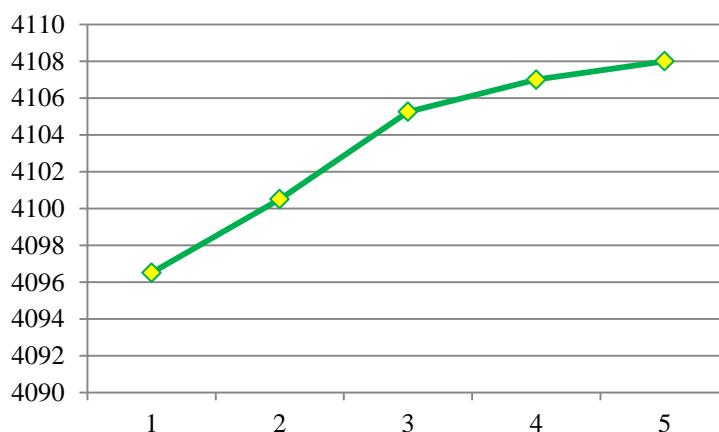


Рис. 3. Изменения величины задержки импульсов ПАВ от сварного шва к основному металлу

### Выводы

Таким образом, проведя ряд испытаний по оценке состояния поверхностного слоя металла реактора синтеза карбамида и сопоставив полученные результаты измерений акустических характеристик, можно сделать следующий вывод. Значения величин времен задержек ПАВ, полученные вблизи ЗТВ составляют  $R = 4097$  нс, тогда в направлении

основного металла наблюдается увеличение этого параметра до  $R=4108$  нс (рис. 3), что связано с коррозионным износом поверхности и характером изменения микроструктуры.

### Список литературы

1. Смирнов, А.Н., Герики, Б.Л., Муравьев, В.В. Диагностирование технических устройств опасных производственных объектов // Новосибирск: Наука, 2003. – 244 с.
2. Углов, А.Л. Акустический контроль оборудования при изготовлении и эксплуатации / А. Л. Углов, В. И. Ерофеев, А. Н. Смирнов / М.: Наука, – 2009. – 278 с.
3. Смирнов, А. Н. Структурная поврежденность сталей и ее оценка спектрально-акустическим и электронно-микроскопическим методами // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 4. – С. 13–18.
4. Абабков, Н.В. Диагностика, повреждаемость и ремонт барабанов котлов высокого давления / Абабков Н.В., Кашубский Н.И., Князьков В.Л., Князьков А.Ф., Козлов Э.В., Конева Н.А., Макаров Н.М., Муравьев В.В., Попова Н.А., Смирнов А.Н., Фольмер С.В. – М.: Машиностроение. – 2011. – 256 с.