

УДК 620.192.4:620.179

ОСОБЕННОСТИ ДЕГРАДАЦИИ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ
МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ
ЕЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ

В. Д. МЫНДЮК, М. О. КАРПАШ
«ИВАНО-ФРАНКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА»
Ивано-Франковск, Украина

Ресурс безопасной эксплуатации металлоконструкций зависит и от фактического состояния структуры и физико-механических свойств металла, которые со временем деградируют [1]. Однако в нормативно-технических документах, которые применяются при расчете остаточного ресурса металлоконструкций, не учитывается уровень деградации материалов и конструкций в процессе эксплуатации, которая существенно снижает достоверность прогноза.

Поэтому, особо важным научно-практическим заданием является всестороннее изучение структурных изменений, которые происходят в сталях промышленных объектов в процессе длительной эксплуатации.

Для разного типа конструкций и материалов, из которых они изготовлены, процессы деградации и изменения структуры металла выражаются по-разному. Это объясняется особенностями эксплуатации и факторами, которые действуют на них.

Структурное старение низкоуглеродистых сталей в зависимости от условий работы конструкции происходит в двух направлениях: в структуре деградированных сталей данного класса возможен распад перлита и коагуляция карбидов, а также деградация свойств металла в ходе длительной эксплуатации может быть следствием протекания деформационного старения, механизм которого заключается в уменьшении концентрации атомов углерода и азота в свободном состоянии и уменьшении подвижности дислокаций, которая приводит к снижению пластичных свойств металла и показателей сопротивления хрупкому разрушению (ударной вязкости и трещиностойкости).

Изменения структуры жаропрочных и теплостойких сталей в процессе эксплуатации происходят, по большей части, в направлении более равномерного распределения карбидных выделений в теле зерна. Общей особенностью структурной деградации сталей этого класса является то, что после термоциклической наработки в материале частично теряется пластичность (растет предел текучести), накапливается неоднородность отдельных локальных зон металла. С ростом термоциклической наработки значительную

роль играют процессы термического поворота, predeterminedенные перераспределением дислокаций.

Изменения в структуре аустенитных конструкционных сталей характеризуются:

- межкристаллическим коррозионным растрескиванием;
- поверхностным обезуглероживанием;
- появлением полосчатости, которое характеризуется вытягиванием вдоль направления деформации структурных составляющих;
- ростом размеров зерен.

Аустенитная фаза – есть высокотемпературная модификация сплава железа с углеродом. В результате действия на стали такого класса внешних факторов наблюдаются выделения ферритной фазы, менее стойкой, приводящей к образованию из избыточного углерода хрупких карбидных соединений и межкристаллической коррозии, что снижает показатели прочности металла и его трещиностойкость.

На основе изучения особенностей процессов старения сталей металлоконструкций можно выделить такие основные параметры, которые будут характеризовать необратимые структурные изменения материала:

- изменение размеров и ориентации зерен отдельных структурных фаз со временем (разнозернистость), что приводит к анизотропии механических и физических свойств в разных направлениях материала как локально, так и по материалу в целом;
- морфологическое изменение отдельных фаз и изменение их соотношения в структуре, что значительно влияет на изменение отдельных физических свойств материалов, а, особенно, – структурно чувствительных параметров (магнитных, электрических, акустических и т. п.);
- выделение вторичных фазовых составляющих (например, карбидов легирующих элементов или низкотемпературных модификаций металла из высокотемпературных) из основных фаз и распределение их по границам зерен, группирования в отдельные зоны. Эти процессы имеют диффузионный характер и приводят к значительной химической неоднородности локальных зон.

Механические и физические свойства материалов «закладываются» на уровне структуры и взаимосвязаны. По изменениям физических свойств можно судить об изменении фазового состава сплавов и о протекании структурных превращений в результате деградации материалов [1].

Связь между комплексом физических свойств (акустических, магнитных, электрических, магнитоупругих и др.), с одной стороны, и кристаллографической структурой, дефектностью, уровнем и характером напряжений, механическими и другими эксплуатационными характеристиками - с другой стороны, лежит в основе такого направления контроля, как структуроскопия.

В современном развитии методов структуроскопии выделяют два основных направления [2]:

- поиск новых параметров контроля и разработка соответствующих методик измерения и измерительных преобразователей;
- многопараметрический контроль с использованием одновременно двух или больше информативных параметров.

Возможности первого направления, по большей части, уже реализованы, а развитие многопараметрической структуроскопии стимулируется не только осложнением задач контроля, но и бурным развитием компьютерных технологий сбора и обработки измерительной информации.

Учитывая специфику деградиционных изменений структуры материалов металлоконструкций в ходе эксплуатации, целесообразно использовать структурночувствительные и фазочувствительные физические свойства. К первым относятся свойства, которые реагируют на изменение степени искажения кристаллической решетки, на концентрацию примесных атомов, порядок в расположении атомов компонентов, на размер зерна, на появление частиц чрезмерной фазы, изменение их дисперсности и на другие особенности структуры. А это такие свойства, как электрические, акустические, гальваномагнитные, некоторые магнитные свойства (например, коэрцитивная сила), внутреннее трение.

Фазочувствительные физические свойства позволяют с высокой точностью фиксировать изменение состава фаз и количественного соотношения между ними, то есть фазового состава сплавов. К таким свойствам, в первую очередь, следует отнести намагниченность насыщения.

Для реализации структуроскопии в плане, сохранения целостности материала или изделия, целесообразно использовать неразрушающий контроль с высокой пространственной разрешающей способностью тех параметров, которые являются наиболее чувствительными к изменениям структуры материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Карпаш, О. М.** Питомий електричний опір як інформативний параметр визначення фактичних фізико-механічних характеристик конструкційних сталей / О. М. Карпаш [и др.] // Металлофизика и новейшие технологии. – 2008. – Спец. вып. – Т. 30. – С. 213–219.
2. **Костин, В. Н.** Многопараметровые методы структуроскопии стальных изделий с использованием магнитных свойств вещества / В. Н. Костин [и др.] // Дефектоскопия. – 2004. – № 3. – С. 70–81.

E-mail: tinlaven@gmail.com