

УДК 620.186.4

О КОРРЕЛЯЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ С ПОВРЕЖДЕННОСТЬЮ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРОЙ

Иван Олегович Синев

Студент 2 курса, бакалавриат

Кафедра «Экология и промышленная безопасность»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Л.Р. Ботвина,

Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Института металлургии и материаловедения имени А.А. Байкова РАН

Для оценки состояния конструкционных сталей в процессе эксплуатации применяются различные методы неразрушающего контроля [1, 2]. Используемые методы должны достоверно оценивать накопленные повреждения и остаточный ресурс объекта исследования. С целью повышения их эффективности следует изучить взаимосвязь между параметрами, оцениваемыми методами неразрушающего контроля и поврежденностью образцов при различной деформации.

Целью данной работы является выявление корреляции между реальной поврежденностью исследуемых образцов, оцененной по результатам анализа картин микротрещин, и их физическими свойствами, измеренными с помощью методов неразрушающего контроля.

Испытания проводились на образцах из сталей 20 и X18H10T толщиной 5 мм с концентратором напряжений в виде отверстия диаметром 6 мм (тип IX по ГОСТ 25.502) при статическом растяжении на машине Инстрон 3382 со скоростью деформирования 0,5 мм/мин. Для исследования физических свойств применялись следующие методы: метод акустической эмиссии (АЭ), магнитной памяти металла (МПМ), коэрцитивной силы (КС), вихретоковый метод (ВТ) и ультразвуковой метод (УЗ).

Изменение характеристик неразрушающего контроля в процессе растяжения были представлены ранее в работах [3, 4]. Зависимости оцененных параметров строились в функции относительной деформации ϵ^* , равной отношению текущей деформации к деформации разрушения.

По результатам анализа полученных на микроскопе Olympus GX41 картин поврежденности образцов были построены зависимости от относительной деформации концентрационного критерия k (характеризующего среднее расстояние между микротрещинами) и занимаемой микротрещинами площади S^* .

При испытании образцов из сталей 20 и X18H10T была обнаружена зависимость между коэффициентом затухания УЗ волн, оцененным с помощью дефектоскопа Panametrics EPOCH 4 датчиками разной частоты и поврежденностью: с увеличением поврежденности коэффициент затухания увеличивался.

Стоит отметить, что при малой поврежденности в образце из стали X18H10T коэффициент затухания возрастал с увеличением частоты, тогда как при высокой он достигал пика при 15МГц, после чего снижался (рис.1). Это, вероятно, связано с фазовым превращением в аустенитной стали при деформации [5]. Предположение подтверждается обнаруженными характерными α -фазе дефектами.

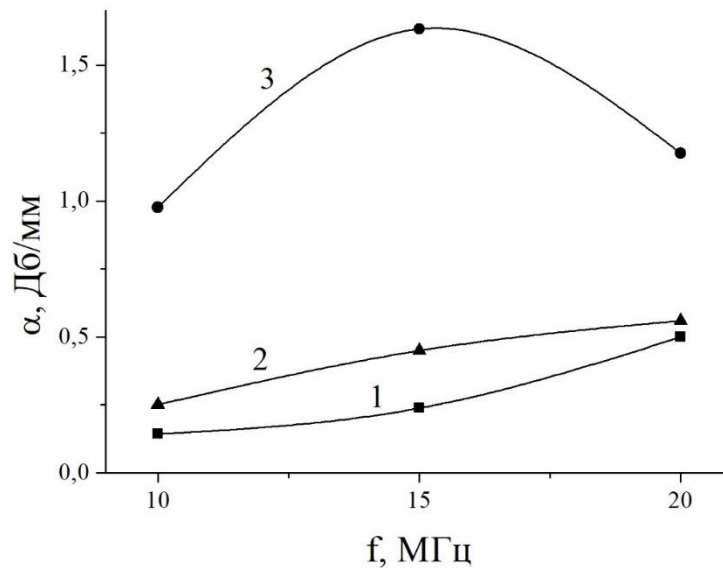


Рис.1 Зависимость коэффициента затухания УЗ волн от частоты для стали X18H10T в недеформированном состоянии (1); при относительной деформации, равной 0,72 (2); 0,95 (3)

По результатам работы был установлен ряд зависимостей между параметрами неразрушающего контроля и поврежденностью исследуемых образцов, показано изменение свойств при статическом деформировании и сделаны выводы о корреляции этих изменений со структурой исследуемых сталей.

Литература

1. Горкунов Э. С., Задворкин С. М., Димитров Р. Применение магнитных методов для обнаружения зон локализации пластической деформации в конструкционных сталях //Контроль. Диагностика. – 2017. – №. 1. – С. 12-15.
2. Рябов А. А., Кузеев И. Р. Применение вихретокового неразрушающего контроля для оценки уровня накопленных пластических деформаций на примере стали 20 //Нефтегазовое дело. – 2017. – Т. 15. – №. 1. – С. 186-191.
3. М.Р. Тютин, Л.Р. Ботвина, В.П. Левин, А.Г. Ефимов, Кузелев Н.Р. Исследование механических свойств конструкционных сталей акустическими и магнитными методами // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2017;83(7):44-48
4. М.Р. Тютин, Л.Р. Ботвина, И.О. Синев Об изменении физических свойств и поврежденности мало- и среднеуглеродистых сталей в процессе растяжения // Металлы, 2018 (в печати)
5. Л.Р. Ботвина Кинетика разрушения конструкционных материалов. – М.: Наука, 1989.