

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛИТЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ДЕФЕКТАМИ МЕТОДАМИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕНЗОМЕТРИЕЙ

© 2022 г. Сергей Алексеевич Бехер^{1*}, А.Н. Курбатов, С.П. Шляхтенков, М.А. Гуляев,
А.А. Попков

¹ – ФГБОУ ВО СГУПС, 630049 Новосибирск, Дуси Ковальчук, 191

* - behers@mail.ru

При периодическом диагностировании ответственных стальных конструкций методами неразрушающего контроля могут обнаруживаться ранее не выявленные дефекты. Подобная ситуация наиболее вероятна в литых конструкциях, имеющих грубую поверхность с остатками формы и окалиной. Актуальной проблемой является определение типа дефекта и получение количественной информации [1–4] для его достоверной классификации по степени влияния на эксплуатационные свойства объекта.

Цель исследования – определение методами неразрушающего контроля и средствами тензометрии параметров дефекта в литом несущем элементе прессы с максимальной нагрузкой 10 тыс. тонн.

Исследуемый дефект выявлен в труднодоступном месте – внутренней полости архитрава (поперечной балки) гидравлического прессы, отработавшего более 60 лет. Трещиновидный дефект протяженностью более 900 мм расположен в углу вертикальной стенки и ориентирован вдоль линии действия основной нагрузки.

Контроль области металла вблизи дефекта последовательно выполнен магнитопорошковым методом в приложенном поле приставным электромагнитом D310BDC Parker и флюоресцентной суспензией Lumog, вихретоковым методом дефектоскопом ВД-100 на частоте 70 кГц, ультразвуковым дефектоскопом УД2-102 прямым раздельно-совмещенным преобразователем с частотой 2,5 МГц. Тензометрия проводилась системой «Динамика-3» с подключенными по схеме «одиночный тензодатчик» фольговыми тензорезисторами базой 20 мм. Цена наименьшего разряда тензосистемы 0,15 МПа, среднее квадратическое отклонение – 0,5 МПа.

При магнитопорошковом контроле подтвержден трещиновидный дефект длиной 900 мм. Визуально установлен ветвистый характер с несколькими пересекающимися индикаторными следами, которые изменяют направление на противоположное. Вблизи нижней границы дефекта индикаторный рисунок имеет разрывы протяженностью (10 – 15) мм. В средней части индикаторный след имеет характерный ломаный вид. Для количественной оценки степени гладкости магнитной индикации предложено использовать фрактальную размерность. Для исследуемого дефекта фрактальная размерность составила $D = (1,07 \pm 0,01)$, что свидетельствует о ломаном характере индикации.

Вихретоковым и ультразвуковым методами определена глубина дефекта (табл. 1) в трех зонах: верхней, средней и нижней. Уверенная фиксация эхо-сигнала при контроле прямым преобразователем свидетельствует о наличии ненулевой проекции на поверхность сканирования. На глубине (9 – 20) мм характер дефекта становится объемным с поперечным размером, сопоставимым с диаметром 2 мм бокового цилиндрического отверстия.

Таблица 1

Результаты измерения глубины дефекта

№ зоны дефекта	Вихретоковый контроль		Ультразвуковой контроль	
	Амплитуда, дБ	Глубина, Y, мм	Амплитуда, дБ	Глубина, Y, мм
1	+3	6,1	+5	18,3
2	+2	4,8	+2	8,6
3	+2	4,5	+4	11,7

В процессе работы пресса с использованием тензометрии определены продольные и поперечные дефекту поверхностные напряжения материала в области дефекта и на бездефектном участке на расстоянии 150 мм от вершины. При максимальной нагрузке 5 тыс. тонн напряжения материала не превышают 75 МПа, 1/3 предела выносливости при растяжении-сжатии стали марки 35Л.

Выводы. Прерывистый, ломаный и «ветвистый» характер индикаторного рисунка при магнитопорошковом контроле указывает на металлургические причины образования дефекта. После шлифовки дефекта на глубину 2 мм установлено визуально, что боковая поверхность дефекта темного цвета с плотной окалиной. Ультразвуковым методом показано, что дефект на глубине 9 – 20 мм имеет объемный характер с поперечным размером более 2 мм. По указанным признакам и с учетом его места расположения дефект классифицирован как усадочная раковина по ГОСТ 19200. Механические напряжения в материале пресса при рабочей нагрузке не превышают 1/3 предела выносливости стали марки 35Л.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новослугина А.П., Смородинский Я.Г. Расчетный способ оценки параметров дефектов в стали // Дефектоскопия. 2017. № 11. С. 13-19.
2. Качанов В.К., Соколов И.В., Карташев В.Г., Шалимова Е.В. Применение специальных алгоритмов пространственно-временной обработки сигналов при ультразвуковом контроле больших колоколов старинного литья // Дефектоскопия. 2018. № 5. С. 16—25.
3. Муравьев В.В. Анализ результатов эксплуатации акустико-эмиссионных станций для контроля литых деталей тележек железнодорожных грузовых вагонов // Интеллектуальные системы в производстве. 2013. № 1 (21). С. 136-143.
4. Давыдов Д.М. Ультразвуковой контроль заготовок из литых сталей // Контроль. Диагностика. 2017. № 9. С. 32-38.