

УДК 620.171: 621.039.548

*Черепанов Анатолий Петрович,**д.т.н., профессор кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: boning89@mail.ru**Никанорова Людмила Викторовна,**старший преподаватель кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: nikaludmila@mail.ru**Лосева Марина Викторовна,**старший преподаватель кафедры «Управление на автомобильном транспорте»,**ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,**e-mail: lmv2805@mail.ru***МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ, ПОИСКА ДЕФЕКТОВ В ВИДЕ ТРЕЩИН ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ДИАГНОСТИРОВАНИИ***Cherepanov A.P., Nikanorova L.V., Loseva M.V.***METHODS AND MEANS OF MEASURING MECHANICAL STRESSES AND SEARCHING FOR DEFECTS IN THE FORM OF CRACKS DURING TECHNICAL DIAGNOSTICS**

Аннотация. Рассмотрены методы и средства измерения механических напряжений и поиска дефектов в виде трещин.

Ключевые слова: методы измерения, средства измерения, механические напряжения, трещины.

Abstract. Methods and means of measuring mechanical stresses and searching for defects in the form of cracks are considered.

Keywords: measurement methods, measuring instruments, mechanical stresses, cracks.

Количество методов и средств измерения механических напряжений и поиска дефектов в виде трещин увеличивается с развитием компьютерных измерительных комплексов.

Остановимся на двух методах. Широкое внедрение в практику технической диагностики (ТД) приборов для измерения фактических напряжений и коэффициентов концентрации в материале, разработанных С.В. Жуковым и В.С. Жуковым [1, 2] на основе магнитной анизотропии, решает задачу оценки напряженного состояния в элементах сопряжения стенок технических устройств.

На рисунке 1 показан сканер-дефектоскоп Комплекс 2-05 с датчиком. Сканирование поверхности стенки с помощью датчика дает возможность провести оценку величин концентраций механических напряжений в магнитных материалах, обработать результат на компьютере и получить карту, на которой отображаются области распределения напряжений в материале.

Метод магнитной памяти металла (МПМ), разработанный предприятием ООО "Энергодиагностика" (г. Москва) относится к средствам неразрушающего контроля

напряженно деформированного состояния (НДС) объектов промышленности и транспорта при оценке ресурса изделий машиностроения, оборудования и конструкций. В работах [3, 4, 5, 6, 7] отмечаются общие проблемы, обусловленные низкой эффективностью традиционных методов и средств неразрушающего контроля и несовершенством поверочных расчетов на прочность. Для реализации и внедрения метода МПМ разработан ряд нормативных документов и стандартов [1, 2, 7]. Определение наличия трещин и других дефектов в образце из трубы проведено методом магнитной памяти металла прибором ИКН-2М-8, показанным на рисунке 2.

Датчик перемещается вдоль стенки, фиксируется длина его перемещения. На рисунке 3 показан результат, полученный индикатором трещин ИКН-2М-8, в виде карты, на которой виден рост напряженности магнитного поля в зоне сварного шва, переводимой по таблице в единицы напряжения.

В настоящее время ведется освоение приборов для применения при дефектоскопическом контроле дефектов сосудов и аппаратов при ТД и оценке ресурса [9, 10], а так-

же для исследований образцов с concentra-

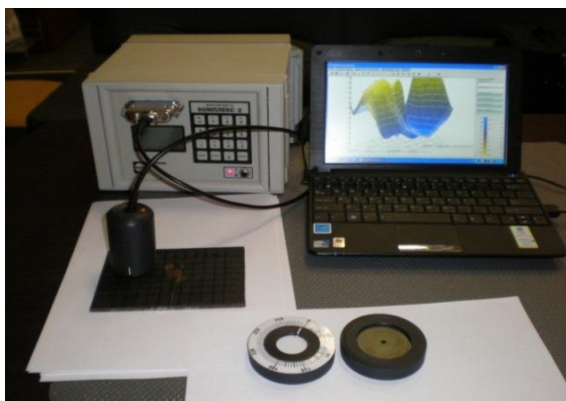


Рисунок 1 - Сканер-дефектоскоп Комплекс 2-05 с датчиком

торами.

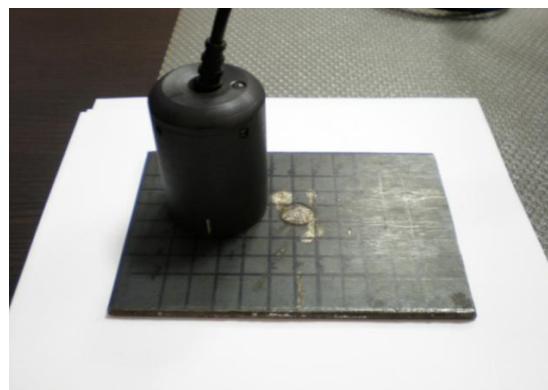


Рисунок 2 - Индикатор трещин ИКН -2М-8 с датчиком

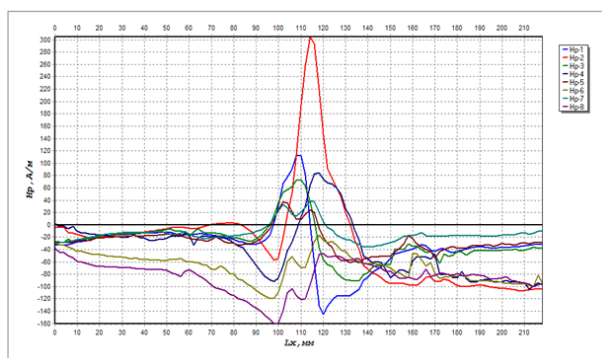


Рисунок 3 - Результат обработки данных, полученных индикатором трещин ИКН-2М-8 карты напряжений

На рисунке 4 показан фрагмент врезки патрубка в обечайку. В результате влияния радиальной нагрузки на штуцер, напряжения в сварном шве превысили допустимые, и в

зоне наибольшей их концентрации образовалась трещина



Рисунок 4 - Фрагмент сварного шва приварки патрубка к обечайке с трещиной

После обнаружения пропуска был проведен контроль сварного шва цветным методом дефектоскопии. После монтажа байпасной линии, подключенной к штуцеру, не был проведен контроль механических напряжений и не исследовано НДС в зоне врезки штуцера и в сварном шве с учетом действующей радиальной нагрузки. Путем исследования НДС и определения фактических напряжений, возможно, удалось бы предотвратить разрушение сварного шва в процессе эксплуатации.

На рисунке 5 показан фрагмент технологического трубопровода с трещиной в зоне расслоения металла стенки. Разрушение стенки произошло при проведении очистки внутренней полости трубопровода с помощью пара. Металлографические исследования показали, что разрыв стенки произошел в

зоне наибольшего утонения стенки, вызванного расслоением металла стенки.



Рисунок 5 - Фрагмент технологического трубопровода диаметром 250 мм с трещиной в зоне расслоения металла стенки

Расслоение стенки происходило при постепенном развитии металлургического дефекта прокатки. Остаточная толщина со-

ставляла не более 2 мм, которая выдерживала рабочее давление среды 0,5 МПа, но при резком повышении давления пара и разности температур изнутри и снаружи стенки, произошел ее разрыв. Обнаружение расслоения эндоскопированием внутренней поверхности трубы из-за большой протяженности участка и загрязненной внутренней полости трубы, до разрыва его провести не удалось. Дефект оказался сложным для обнаружения, поэтому его определение возможно одним из современных методов контроля, например ультразвуковым сканированием.

Появление подобных дефектов вызвано множеством причин. Но основными причинами являются не обнаруженные своевременно дефекты в металле, образующиеся как в процессе изготовления, так и при эксплуатации из-за недостаточности объемов контроля при ТД, а также из-за наличия труднодоступных мест.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Дубов А.А.** Проблемы оценки остаточного ресурса оборудования и пути их решения на основе экспресс – методов НК. Ж. «Химическая техника № 8, 2008» с. 21–23.
2. **Жуков С.В., Копица Н.Н.** Исследование параметров полей механических напряжений в металлических конструкциях приборами "Комплекс–2" // Сб. научн. Трудов, Академия Транспорта, Отд–е "Спец. проблемы транспорта". 1999, С. 214–223.
3. **Кириленко Н.М., Зотов А.Д., Викторов Н.А.** Определение остаточного ресурса сосудов и аппаратов // Безопасность труда в промышленности. - 2008. - № 3. - С. 50–51.
4. **Киченко С.Б., Киченко А.Б.** О коэффициентах запаса для предохранения от СКРН стальных изделий, эксплуатирующихся в контакте с серо-водород содержащими средами. Ж. «Практика противокоррозионной защиты» № 1 (35), 2005 г.
5. **Клюев В.В., Соснин Ф.Р., Филинов В.Н.** Измерения, контроль, испытания и диагностика. Под ред. Клюева В.В. Том III–7. Серия: Машиностроение. Энциклопедия в сорока томах. Издание: 2–е. М. Машиностроение. 2005 г. 464 стр.
6. **Ленджер Б.Ф.** Расчет сосудов давления на малоцикловую долговечность // Техническая механика.– Серия "Д".–1962.– Т.84.– № 3. – С. 74–82.
7. Нормы американского общества инженеров–механиков для котлов и сосудов высокого давления. Элементы ядерных энергетических установок. Разд. 3. – М.: Изд–во ЦНИИАтоминформ, 1974. – 85 с. (пер с английского).
8. **Цвик Л.Б., Кобелевский В.С., Куклин Э.Л.** и др. О применении методов теории графов при повышении точности конечно–элементного моделирования // Динамика сплошных сред: Сборник научных трудов ИГиЛ СО РАН. – Новосибирск: ИГиЛ СО РАН. – 2000. – Вып. 116. – С. 223–226.
9. **Черепанов А.П.** Проектирование технологического процесса изготовления эллиптических днищ. Методические указания к выполнению курсовых работ по курсу «Технология химического машиностроения» для студентов дневного и заочного обучения по специальности 17.05. Ангарск, АГТИ, 1996. 20 стр. с илл.
10. **Черепанов А.П.** Технология прогнозирования ресурса сосудов и аппаратов на основе технического диагностирования и ресурсно - прочностных исследований // Технология машиностроения. – 2011. – № 2. – С. 58–62. – Библиогр.: с. 62.