

УДК 681.7.068: 681.581.3

Поступила 28.03.2014

Е. И. МАРУКОВИЧ, Е. М. ПАТУК, ИТМ НАН Беларуси, А. П. МАРКОВ,
Е. В. ЕФИМЕНКО, Белорусско-Российский университет, О. Ю. БОНДАРЕВ, ПА «МЕГА»

АДАПТИВНАЯ ДЕФЕКТОСКОПИЯ СКРЫТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОТЛИВОК И ПРОКАТА

Рассматриваются способы и структуры информационно-технологической оценки состояния поверхностей в труднодоступных областях отливок и проката.

Ways and structures of information and technological assessment of surfaces state in nooks of castings and rolling are considered.

В современных технологиях литейного производства и металлургии важное значение приобретает оценка состояния труднодоступных зон внутренних поверхностей сложнопрофильных каналов типа труб и корпусных изделий. При этом наряду с визуальным осмотром наружных поверхностей ставится задача зрительного наблюдения скрытых от непосредственного восприятия участков и объемов особенно массогабаритных изделий непосредственно в цеховых условиях [1].

Способы и средства технологического контроля в большей мере приспособлены для визуализации изображений применительно к специфическим изделиям и элементам конструкций. Создание универсальных контрольно-измерительных средств не представляется возможным, так как существующие виды и приборы неразрушающего контроля используют излучения с типовыми способами визуализации в каждом конкретном случае [2].

Для визуализации труднодоступных изображений более рациональными являются оптические и оптико-электронные структуры, когда оптическое изображение контролируемого участка поверхности через обратные связи выводится непосредственно наблюдателю в комфортном виде. Эргономика и рационализация таких оптических структур обеспечивается комбинированными методами неразрушающего контроля [3, 4].

В комбинированных структурах дефектоскопии используются световодные связи для направленной передачи оптических излучений непосредственно в контролируемую зону и вывода оптических изображений в места пользования. Существенным ограничением таких устройств является

спектрально-энергетическая несогласованность излучательной способности источника и отражательной – участка поверхности.

При этом снижаются технологическая проявляемость и информационная выявляемость аномальных отклонений в изменчивости контролируемой поверхности различных объектов. К этим особенностям добавляются и сложности адаптации наблюдателя к непрерывно поступающим информативным излучениям, которые он должен воспринимать, сравнивать с фотошаблонами или по памяти с адекватными изображениями участков поверхности с нормированными свойствами. Попытка решить такую задачу путем усиления яркости излучателя и освещенности дефектоскопируемой зоны не эффективна, так как наряду с усилением мощности источника излучения возрастают его массогабаритные параметры и блики излучения окружающей поверхности.

В целом субъективное воздействие оператора при управлении и регулировании без учета фактического состояния поверхности и характера распределения освещенности наблюдаемого участка снижает достоверность и производительность визуально-оптической дефектоскопии. При сильной или слабой неравномерной засветке участка снижаются проявляемость и воспринимаемость потенциально поврежденных мест и не исключается пропуск дефектных зон поверхности. Большое энергопотребление при неуправляемой освещенности ограничивает мобильность и технико-экономическую эффективность визуально-оптической дефектоскопии.

В адаптивно управляемой дефектоскопии реализуется автоматизированное управление излуча-

телем по фактической освещенности контролируемого участка с учетом реальной отражательной способности, направленности и согласованности воздействующего излучения и первичного отображения.

Путем сравнения освещенности информативного отображения с нормированной освещенностью при их несоответствии на источник излучения формируется управляющее воздействие для обеспечения минимальной яркости контролируемой поверхности.

Существенное влияние на качество изображения оказывает разная привязка в элементах оптической системы формирования и трансляции изображений. Складывается ситуация, когда изображение плоского участка поверхности располагается на неплоской поверхности устройства отображения и наоборот.

В оптической дефектоскопии ТВ-объективы обеспечивают безаберрационное формирование оптических изображений, т. е. в них отсутствуют астигматизм и кривизна поля. В ориентированном поиске информативных источников используются приемники с небольшим углом поля зрения, что способствует увеличению светосилы системы. В настоящее время для увеличения поля зрения, светосилы, выравнивания поля изображения и повышения освещенности изображения используются фоконные волоконные линзы [5].

Практически объективы не вносят заметного ухудшения в качество телевизионного изображения, если фотографическая разрешающая способность в 1,5–2,0 раза выше предельной разрешающей способности ТВ-системы.

Для дефектоскопии труднодоступных участков внутренних поверхностей используются приемники с боковым обзором. При боковом обзоре лучи, отраженные от поверхности пологого изделия, проецируются призмой с отражением от ее плоскости или трансформацией через катеты. При

этом из-за рассеяния лучей вне центральной зоны появляется ореол с некоторой интенсивностью, что снижает контрастность оптического изображения. Однако за счет осевого центрирования подпружиненными роликами и саморегулирования фокусного расстояния посредством кулачкового механизма обеспечивается качественное скопирование внутренних поверхностей протяженных изделий переменных сечений.

Преимущество отражательных призм обеспечивается гомоцентричностью пучков, формируемых при полном внутреннем отражении сходящихся или расходящихся после отображения лучей.

В конструктивной схеме скопировающей головки видеокроулера (см. рисунок) ее продвижение обеспечивается за счет электропривода. При этом самодвижущаяся и саморегулирующаяся головка выполняет и функции сканера.

С помощью первой и второй групп подпружиненных роликовых опор 1 и 2 оптическая система центрируется в полости исследуемой трубы 3. Выходные торцы световодов 4 и 5 освещают внутреннюю поверхность с помощью оптической системы 6, распределяющей и направляющей световые потоки в заданную зону. Сканируемое изображение локально освещаемой зоны через микрообъектив 6 и отражатель 7, вращаемый электроприводом 8, воспринимается видеоскопировающей головкой с видеокамерой и по телеканалу передается на устройство отображения, например, монитор 10. Пассиком 9 обеспечивается механическая связь с одним из роликов первой группы опор 1, выполняющего роль ведущего и при вращении двигателя перемещающего видеоскопировающую головку и видеокроулер вдоль трубы 3.

Концы рычагов 10 и 11 с подпружиненными роликами второй группы опор 2 выполнены в виде рычагов-толкателей, регулирующих путем воздействия на оправу адаптера-микрообъектива 6 фо-

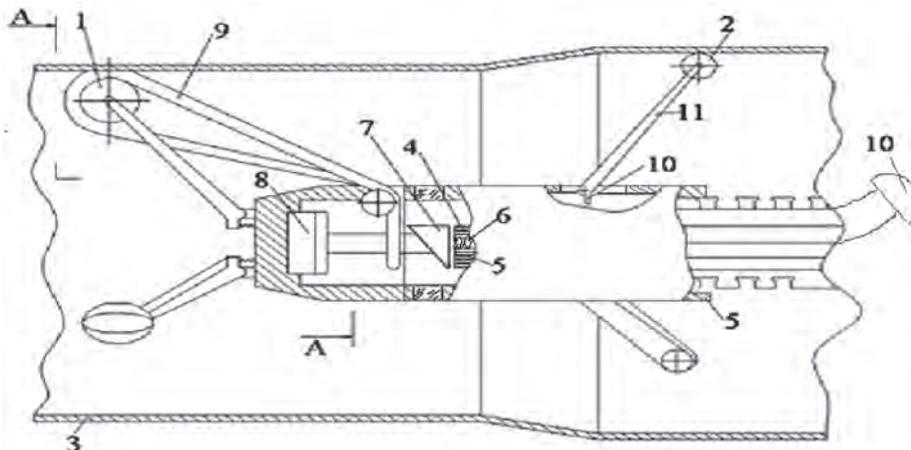


Схема приемной части видеокроулера

кусное расстояние видеосистемы. Адаптер при изменении положения подпружиненных роликовых опор 2, контактирующих с изменяющимися сечениями и рельефом внутренней поверхности, обеспечивает автоматическую регулировку фокусного расстояния и соответствующее масштабирование изображения сканируемого участка.

Адаптивно управляемая дефектоскопия обеспечивает повышение чувствительности и производительности оптического контроля труднодоступных мест внутренних поверхностей при снижении энергоемкости и повышении мобильности.

В такой структуре излучатель выполнен из сформированных оптических моноволокон, входные торцы которых направлены к источнику, а выходные торцы излучателя через отражатель ориентированно освещают контролируемый участок поверхности. Отраженное оптическое изображение его одновременно через отражатель воспринимается видеокамерой, освещение которой включается в момент сканирования и формирования первичного отображения, что способствует более рациональному использованию мощности мобильного источника питания.

Литература

1. Марукович, Е. И. Оптический контроль внутренних полостей литых изделий / Е. И. Марукович, А. П. Марков, Е. Г. Шварц и др. // *Литье и металлургия*. 2005. № 4 (32) С. 101–105.
2. Визуально-оптическая дефектоскопия и размерный контроль в литейном производстве / Е. И. Марукович и [др.]; под общ. ред. Е. И. Маруковича. Минск: Белорусская наука, 2007.
3. К л ю е в, В. В. Неразрушающий контроль и диагностика: справ. / В. В. Ключев, Ф. Р. Соснин, В. Н. Филинов; под ред. В. В. Ключева. М.: Машиностроение, 1995.
4. Неразрушающий контроль: в 5-ти кн. Кн. 4. Контроль излучениями / Б. Н. Епифанцев, [и др.]; под ред. В. В. Сухорукова. М.: Высш. шк., 1992.
5. Моделирование структурно-информационных преобразований технологической информации оптико-волоконными методами и средствами / Е. И. Марукович, С. С. Сергеев, А. П. Марков и др. // *Неразрушающий контроль и диагностика окружающей среды, материалов и промышленных изделий: межвуз. сб. Вып. 17*. СПб.: СЗТУ, 2009.