

Influence the physical features of the television skanistor structures to a measurement accuracy of misalignment of the barrel pipes

The paper considers the basic properties, mode of operation and circuitry of the television scanistor as a non-contact sensor of the measuring data in measuring devices for barrel pipe misalignment. Conditions and necessary transformations of a scanistor video signal are determined to measure the temporary location of its characteristic points that define the coordinates of light zones. Physical characteristics of scanistor operation were investigated and expressions of the error of the measured coordinate determination were achieved with their account.

Keywords: scanistor meter, angular movements, video signal, amplitude modulation

Получено: 22.10.12

УДК 539.3+53.082.56

Г. В. Ломаев, доктор технических наук, профессор;

Р. Н. Вахитов, аспирант;

Д. С. Кулешова, инженер;

А. Н. Мусалимов, магистрант;

Ю. Б. Камалова, магистрант

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
В ЗОНЕ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ МЕТОДОМ ЭФФЕКТА БАРКГАУЗЕНА**

Рассматривается возможность оценки остаточных механических напряжений в околошовном пространстве сварочного соединения крупногабаритных стальных изделий на примере гидротурбины Загорской гидроаккумулирующей электростанции (ГАЭС). Разработана и опробована методика, основанная на измерении уровня магнитных шумов (метод эффекта Баркгаузена).

Ключевые слова: остаточные механические напряжения, турбина ГАЭС, магнитные шумы, метод эффекта Баркгаузена

Введение

В зоне шва сварного соединения возникают остаточные напряжения, которые могут привести к разрушению изделия. В сложных конструкциях больших габаритов, к каким относится гидротурбина ГАЭС, оценка уровня остаточных напряжений возможна лишь неразрушающими методами контроля (НК). Для решения этой задачи используют акустический, рентгеновский и магнитный методы. Известны работы, в которых для оценки механических напряжений успешно использован метод эффекта Баркгаузена (МЭБ) [1, 2].

Целью работы является исследование возможности определения остаточных напряжений в зоне сварного соединения рабочего колеса насосной гидротурбины с использованием МЭБ.

Длина сварных соединений такого колеса составляет 64 м; длина одностороннего шва, равная длине лопатки, – 2 м (рис. 1).

Контролю подвергается околошовная зона лопатки на расстоянии 15 см от шва. Материал лопатки – сталь 08Х15Н4ДМ, способ изготовления – прокат с последующей штамповкой. Материал обода и ступицы – 06Х15Н4ДМЛ, способ получения – литье в кокиль.

Обоснование выбора метода и средств контроля

Физические основы взаимосвязи эффекта Баркгаузена с полем внутренних напряжений в ферромагнитном материале впервые сформулированы Е. И. Кондорским еще в 1937 г. в его теории коэрцитивной силы.

Теория метода неразрушающего контроля напряжений разрабатывалась многими исследователями.

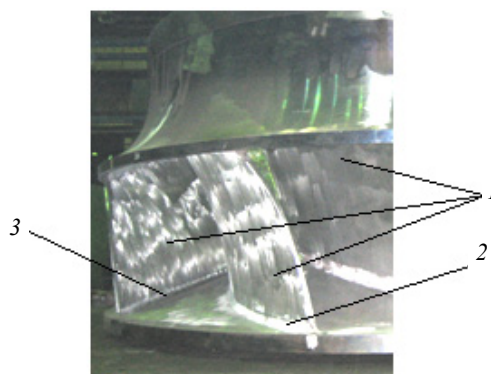


Рис. 1. Фрагмент рабочего колеса турбины: 1 – плоскости лопаток; 2 – правый нижний сварочный шов; 3 – левый нижний сварочный шов

Систематическое изложение положений теории можно найти в [1]. В настоящее время МЭБ введен в ГОСТ 18353–79 [3]. Специфичная форма объекта контроля (криволинейные поверхности лопаток рабочего колеса) и большие габариты (диаметр 6 м, высота 3 м) обусловили вид применяемых средств контроля и измерения. Мы использовали переносной портативный структуроскоп МС-20Б разработки ИжГТУ им. М. Т. Калашникова (руководитель проекта профессор В. К. Барсуков), накладной датчик (преобразователь магнитного шума) с площадью контроля 4 кв. мм (рис. 2).



Рис. 2. Комплекс оборудования для проведения исследований с помощью структуроскопа МС-20Б, включающий цифровой осциллограф DS 1102C, персональный компьютер, калибровочный образец

Подготовка и методика проведения опытов включала изготовление калибровочного образца, образца для отработки режимов работы прибора, калибровку структуроскопа и выбор режимов контроля.

Калибровка структуроскопа МС-20Б на калибровочном образце со сварочным швом из стали 08Х15Н4ДМ, остаточные напряжения в котором определялись рентгеновским методом.

Помимо прибора МС-20Б, при проведении экспериментов использовался цифровой осциллограф RIGOL DS-1102C, персональный компьютер, содержащий программную среду Excel.

Обработка режимов работы прибора (ток перемангничивания, коэффициент усиления усилителя) и методики измерения осуществлялись на образце со сварным швом из стали 30ХСА.

Методика оценки напряжений с использованием откалиброванного прибора МС-20Б включала следующие этапы. На околошовное пространство с помощью маркера наносилась координатная сетка. Датчик прибора устанавливался в узлах сетки параллельно и перпендикулярно шву. Показания прибора по результатам измерений регистрировались в журнале, затем переносились в компьютер. С помощью программной среды Excel строились зависимости показаний прибора от местоположения датчика (точки измерения). С использованием зависимости показаний прибора от напряжений, построенной по калибровочному образцу, показания прибора переводились в единицы напряжения МПа.

В каждой точке измерялось среднеквадратическое значение магнитного шума при перемангничивании участка контроля вдоль сварочного шва и поперек его. Поле перемангничивания подбиралось по максимальной чувствительности метода к оцениваемым напряжениям и не изменялось в процессе экспериментов. Коэффициент усиления сигнала датчика был установлен аттенуатором на лицевой панели прибора в положение –6 дБ.

Практическая реализация

Ниже приведены результаты измерений, полученные для калибровочного образца, образца для

отработки режимов намагничивания и для рабочего колеса турбины.

На рис. 3, 4 приведены зависимость уровня магнитного шума в делениях шкалы прибора МС-20Б по длине калибровочного образца и распределение напряжений в направлении, перпендикулярном шву, измеренных рентгеновским дифрактометром соответственно.

Значения уровня магнитного шума измерялись в точках с известными остаточными напряжениями. Датчик перемещался поперек шва. Первое измерение отстояло от середины шва на расстоянии 10 мм. На рис. 3 показаны зависимости для разных токов перемангничивания.

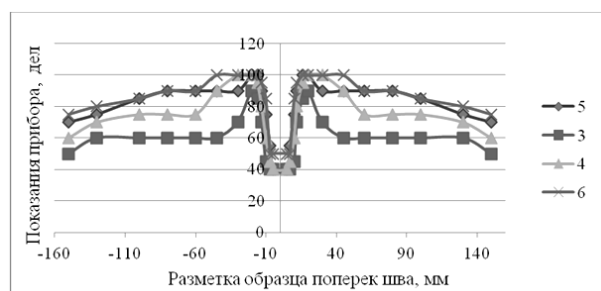


Рис. 3. Зависимость уровня магнитного шума по длине калибровочного образца (поперек шва). Поле перемангничивания параллельно шву (3, 4, 5, 6 – положения переключателя)

Для использования в дальнейшем при контроле изделия наиболее приемлем ток перемангничивания, соответствующий положению переключателя 200 мА, так как при этом чувствительность прибора максимальна [4].

Перемангничивание полем поперек шва не проводилось из-за неприемлемо большого размера датчика в этом направлении.

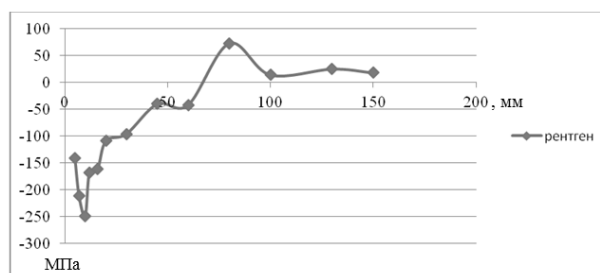


Рис. 4. Распределение напряжений, полученных рентгеновским методом, по длине калибровочного образца, начало координат проходит через осевую линию шва

Результаты измерений показаний прибора для калибровочного образца приведены на рис. 5.

На рис. 6 приведены в качестве иллюстраций некоторые из измерений, полученные на рабочем колесе турбины. Зависимость показаний прибора от центра шва в сторону лопатки (от 0 до 16 см) и в сторону обода (от 0 до –16) при параллельном и перпендикулярном перемангничиванию отношению к длине шва приведены на рисунках 6а и 6б соответственно.

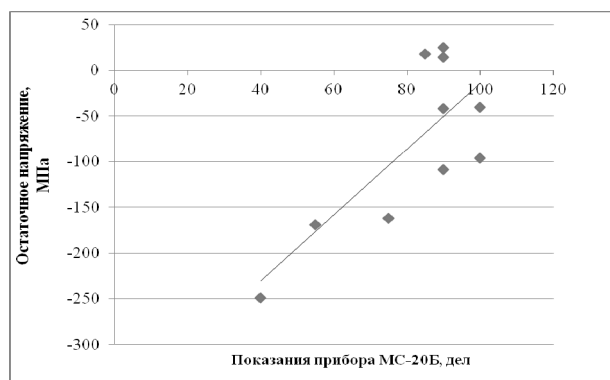
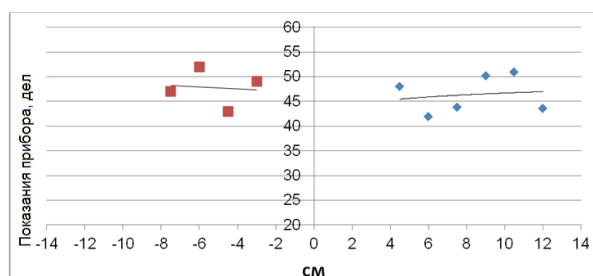
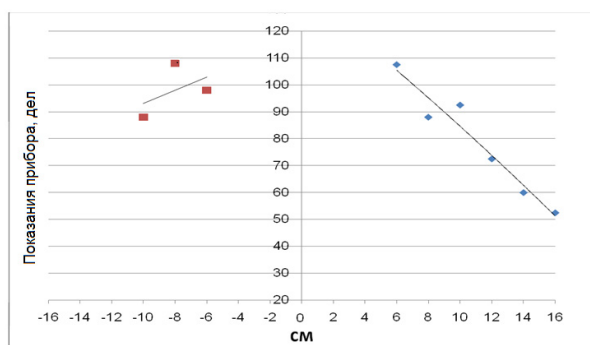


Рис. 5. Зависимость показаний прибора от остаточных напряжений в зоне сварного соединения, полученная для калибровочного образца



а

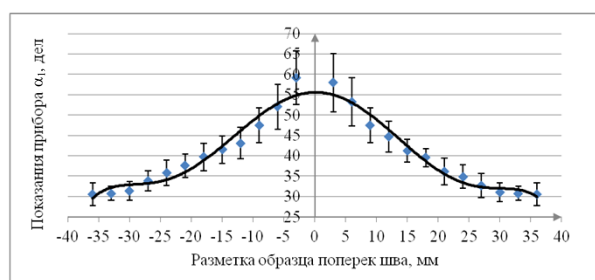


б

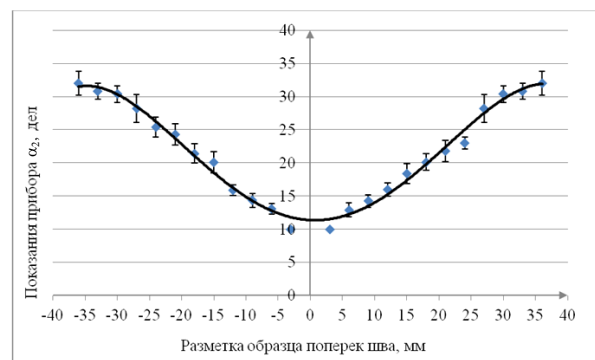
Рис. 6. Зависимость показаний прибора от центра шва в сторону лопатки и в сторону обода при параллельном (а) и перпендикулярном (б) перемагничивании

Недостаток изложенного выше метода оценки остаточных напряжений неудобен для практического использования, поскольку требует ручного перевода показаний прибора (деления) в напряжения в МПа. Возможность построения прямоотчетного прибора, шкала которого проградуирована в МПа, была исследована нами на специально изготовленном образце.

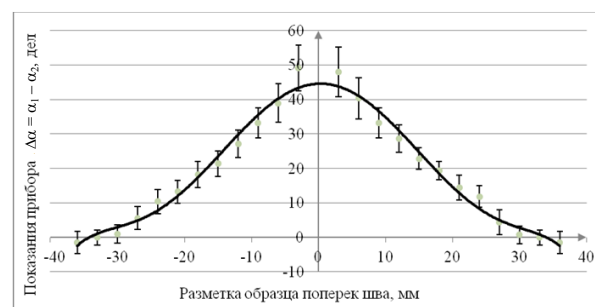
Калибровочную зависимость удобнее представить в виде разницы показаний прибора в перпендикулярных направлениях перемагничивания (рис. 7, в). В этом случае появляется нулевая точка на калибровочной зависимости, соответствующая нулевым напряжениям в околошовном пространстве, что позволит проградуировать шкалу прибора в единицах напряжения, например в паскалях.



а



б



в

Рис. 7. Зависимость уровня магнитного шума на модельном образце в поперечном направлении к шву: а – перемагничивание поперек шва; б – перемагничивание вдоль шва; в – разностная зависимость а и б

Из полученных зависимостей на рис. 7 видно, что металл в исходном состоянии имеет анизотропные магнитные свойства. Об этом свидетельствуют одинаковые значения уровня магнитного шума вне зоны влияния шва.

В результате действия растягивающих продольных напряжений появляется анизотропия: ось легкого намагничивания направлена вдоль шва, а трудного – поперек. Нулевым показаниям прибора соответствуют нулевые напряжения, что требуется для построения прямоотчетного прибора.

Выводы

В результате проведенной работы по определению остаточных напряжений в зоне сварного соединения рабочего колеса насосной гидротурбины с использованием метода эффекта Баркгаузена (магнитных шумов) установлена перспективность дальнейших исследований в данном направлении. С помощью прибора МС-20Б, откалиброванного с использованием рентгеновского дифракционного

метода, построена зависимость показаний прибора от напряжений в околошовном пространстве сварного соединения лопатки рабочего колеса радиально-осевой турбины со ступицей. Погрешность оценки остаточных напряжений составляет 20–25%.

По результатам данной работы, проделанной на ОАО «Силовые машины» (Санкт-Петербург) принято решение о допуске турбин к монтажу на Загорской ГАЭС (Московская обл.).

Авторы выражают благодарность сотрудникам ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей» (Санкт-Петербург) А. М. Немецу и Н. В. Горбуновой за помощь в проведении данного исследования.

Библиографические ссылки

1. Ломаев Г. В. Метод магнитных шумов в неразрушающем контроле ферромагнетиков // Дефектоскопия. – 1977. – № 4. – С. 75–94.

2. Филинов В. В. Методы и приборы контроля механических напряжений на основе использования магнитно-акустических шумов. – М. : Машиностроение, 2000. – 154 с.

3. ГОСТ 18353–79. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов. – URL: <http://www.gostedu.ru/14718.html> (дата обращения: 26.11.12).

4. Ломаев Г. В., Логунов С. В., Логунова М. Г. Выбор режимов перемагничивания при одновременном контроле толщины и твердости нитроцементированного слоя методом эффекта Баркгаузена // Эффект Баркгаузена и аналогичные физические явления : сб. ст. / Ижев. гос. техн. ун-т. – Ижевск : Изд-во Ижев. гос. техн. ун-та. – 1995. – С. 137–142.

5. Ломаев Г. В. Исследование и контроль поверхностных слоев ферромагнетиков с помощью эффекта Баркгаузена // Современные методы неразрушающего контроля и их метрологическое обеспечение : тез. докл. 7-й Урал. науч. техн. конф. – Устинов, 1986. – С. 84–86.

G. V. Lomaev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

R. N. Vahitov, Post-graduate, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

D. S. Kuleshova, Engineer, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

A. N. Musalimov, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Yu. B. Kamalova, Master's degree student, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Investigation of possibility to assess residual stresses within a welded joint by Barkhausen effect method

The paper considers the possibility to assess residual mechanical stress in the heat-affected zone of the welded joint of large steel products by example of the turbine of Zagorsk PSP. The technique is developed and tested based on the measurement of the level of magnetic noises (method of Barkhausen effect).

Keywords: residual mechanical stresses, turbine of hydroelectric pumped storage power station, magnetic noises, method of Barkhausen effect

Получено: 26.11.12

УДК 621.391:519.6

А. И. Нистюк, доктор технических наук, профессор

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ТЕХНОЛОГИЯ ТАКТИЛЬНЫХ ОЩУЩЕНИЙ ОБЪЕМА ИЗОБРАЖЕНИЙ НА СЕНСОРНОМ ЭКРАНЕ

Предлагается создание тактильных ощущений объема изображений на сенсорном экране. Объектом исследования являются устройства с сенсорным экраном. Предметом исследования являются теория информации и теория механических колебаний. Иллюзию тактильного объема изображения создают механические колебания экрана с различной амплитудой в момент касания.

Ключевые слова: сенсорный экран, тактильные ощущения, трехмерный размер изображения, вибрация

Любое устройство, работающее с оператором, должно иметь средства отображения информации и органы управления [1, 2]. В последнее время широкое распространение получили сенсорные экраны, совмещающие средства отображения и управления. Сенсорный экран реагирует на прикосновения к нему, за счет чего осуществляется управление устройством. Сенсорные экраны используются в мобильных телефонах, смартфонах, коммуникаторах, планшетах, платежных терминалах, информационных киосках, оборудовании для автоматизации торговли, операторских панелях, плеерах и даже фото- и видеокамерах.

Преимуществами сенсорных экранов являются возможности, свойственные цифровой технике, а именно:

- возможность отображать органы управления произвольной конфигурации, в произвольном виде, в том числе виджетами;

- возможность произвольного перемещения на плоскости экрана элементов изображения;

- возможность изменения внешнего вида и положения органов управления на экране программными методами.