

УДК 621.125

## МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ МЕТАЛЛА КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТУРБИНЫ

Руто Д.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Пронкевич Е.В.

Контроль металла корпусной детали включает в себя: визуальный осмотр поверхности зоны контроля, зачищенной от окалины; магнитопорошковый или вихретоковый контроль; при наличии ремонтных аустенитных заварок – травление; ультразвуковой контроль объемными волнами для определения толщины стенки детали и выявления объемных металлургических дефектов в зоне обнаруженных трещин; измерение глубины обнаруженных трещин различными методами. Результаты контроля оформляются в виде формуляра детали, в котором условным цветом отмечаются места расположения дефектов, обнаруженных при каждом капитальном ремонте, исходные размеры дефекта, размеры выборки, принятое решение по ремонту (выбран, заварен, засверлен и др.) и толщина стенки в трещиноватой зоне.

### Магнитопорошковая дефектоскопия

В зависимости от размеров выявляемых поверхностных несплошностей устанавливаются три условных уровня чувствительности определяемых минимальной шириной и длиной условного дефекта (А, Б, В). Контроль корпусов турбин обычно проводят на уровне чувствительности Б.

В качестве индикаторов несплошностей при МПД используются черные или цветные магнитные порошки, или их суспензии. Перед проведением МПД необходимо подготовить поверхность и оценить ее пригодность к контролю. Выявленные при визуальном осмотре дефекты должны быть устранены до проведения МПД. Контроль корпусов турбин, как правило, осуществляется способом приложенного поля, так как металл корпусов относится к магнитомягким материалам. Выполняется циркулярное или полюсное намагничивание. Циркулярное намагничивание производится воздействием через контролируемое изделие постоянного, переменного или импульсного тока. Ток в цепи из одного витка равен 1110–1200 (переменный) и до 600А (постоянный). Источниками тока служат крупногабаритные, тяжелые аппараты (например, ДМП-2). В местах подключения (прижатия) электродов к контролируемому объекту очень часто возникают прижоги, вызывающие локальные растрескивания. После такого контроля необходима зашлифовка мест электрического контакта.

Полюсное намагничивание обычно выполняется электромагнитом или постоянным магнитом. Для обеспечения высокой чувствительности необходимо снижать магнитные потери за счет зазора между изделием и полюсным наконечником. В этой связи применяют магниты с шарнирными (подвижными) магнитопроводами и профильными полюсными наконечниками, имеющими ту же форму, что и у контролируемого объекта. Иногда полюсные наконечники выполняют в виде подпружиненных стержней, которые при прижиге магнита принимают форму поверхности. Из промышленных аппаратов следует отметить переносной комплект ПМД-70 с питанием от сети переменного тока или аккумуляторов напряжением 27 В. Ложные индикаторные следы, как правило, возникают по линии сплавления заварок, выполненных аустенитными электродами. В этом случае используется цветная дефектоскопия или травление (Тр).

### Цветная дефектоскопия

Цветная дефектоскопия выполняется при хорошо отшлифованной поверхности контроля, так как при более грубой поверхности большинство из известных дефектоскопических материалов (ДМ) удаляются плохо и составляют фон, мешающий расшифровке результатов контроля. Имеются ДМ, позволяющие выполнять контроль при

более грубо обработанной поверхности, например, ДАК-2Ц (при  $R_z < 40$  мкм), I ИФХ-КОЛОР (при  $R_z < 30$  мкм).

#### **Вихретоковая дефектоскопия**

Для проверки пороговой чувствительности дефектоскопов должны применяться первичные контрольные образцы с искусственными или естественными дефектами, размеры которых соответствуют пороговой чувствительности. Вторичные контрольные образцы служат для уточнения методики контроля, проверки работоспособности и настройки дефектоскопа. Они должны иметь дефекты, характеризующие предел реальной чувствительности дефектоскопа в конкретном случае контроля. В частности, это относится к линии сплавления ремонтных заварок, выполненных аустенитными электродами.

#### **Измерение глубины трещины**

**Электропотенциальный метод.** ЭПМ относится к электрическим методам контроля (ЭМК) и основан на регистрации падения потенциала. В практике контроля метод известен более 60 лет. При приложении к металлическому телу электрического напряжения в нем образуется электрическое поле. Если напряжение стабилизировано, то поле будет также стабильным. Геометрическое место точек с одинаковым потенциалом образует эквипотенциальную линию. Electroды, с помощью которых создается электрическое поле, называются токовыми.

**Вихретоковый метод.** В широкой практике контроля, применяемого в энергетике, вихретоковые приборы в основном используются для поиска дефектов, т.е. они настраиваются из-за их схемных решений так, что при обнаружении трещины незначительной глубины индикатор прибора резко отклоняется.

К преимуществам вихретокового метода относятся:

- возможность выполнять контроль и измерение по грубо обработанной поверхности;
- возможность выполнять измерения на криволинейных поверхностях благодаря малым размерам датчиков.

К недостатку, ограничивающему применение, следует отнести влияние краевого эффекта.

**Механический метод.** При оценке глубины трещины механическим способом сначала различными неразрушающими методами (МПД, УЗК, цветная дефектоскопия, травление, вихретоковый метод и др.) уточняется длина дефекта. После этого осуществляется фиксирование трещины путем сверления глухих отверстий, служащих исходными отметками для последующего контроля, а также являющихся препятствием для дальнейшего развития дефекта. Эти сверления должны проводиться на глубину до 10 мм, глухие отверстия должны иметь диаметр 12–18 мм на необработанной поверхности и 3–5 мм на обработанной поверхности.

#### **Ультразвуковой контроль**

Ультразвуковой контроль основан на способности ультразвуковых волн проникать в металл на большую глубину и отражаться от находящихся в нем дефектных участков. В процессе контроля пучок ультразвуковых колебаний от вибрирующей пластинки-щупа (пьезокристалла) вводится в контролируемый шов [1]. При встрече с дефектным участком ультразвуковая волна отражается от него и улавливается другой пластинкой-щупом, которая преобразует ультразвуковые колебания в электрический сигнал.

Эти колебания после их усиления подаются на экран электронно-лучевой трубки дефектоскопа, которые свидетельствуют о наличии дефектов. По характеру импульсов судят о протяженности дефектов и глубине их залегания [2]. Ультразвуковой контроль можно проводить при одностороннем доступе к сварному шву без снятия усиления и предварительной обработки поверхности шва.

Ультразвуковой контроль имеет следующие преимущества: высокая чувствительность (1–2%), позволяющая обнаруживать, измерять и определять местонахождение дефектов площадью 1–2 мм<sup>2</sup>; большая проникающая способность ультразвуковых волн, позволяющая контролировать детали большой толщины; возможность контроля сварных соединений с

односторонним подходом; высокая производительность и отсутствие громоздкого оборудования. Существенным недостатком ультразвукового контроля является сложность установления вида дефекта. Этот метод применяют и как основной вид контроля, и как предварительный с последующим просвечиванием сварных соединений рентгеновским или гамма-излучением.

### **Заключение**

Следует отметить, что среди перечисленных методов контроля нет такого, который гарантировал бы выявление всех дефектов сварки. Каждый из этих методов обладает своими преимуществами и недостатками. Например, при использовании радиационных методов контроля достаточно уверенно обнаруживают объемные дефекты небольшого размера (0,1 мм и более) и значительно хуже – несплавления, трещины и стянутые непровары (~ 35–40%). Ультразвуковой метод, наоборот, более чувствителен к плоскостным дефектам и малоэффективен при контроле конструкций с дефектами в виде пор размером 1 мм и менее. Для выявления поверхностных дефектов применяют или капиллярный, или магнитные методы контроля.

Практика показывает, что правильная организация процессов контроля, а также умелое применение того или иного метода или сочетания методов при контроле позволяют с большой надежностью оценить качество сварных соединений.

Для устранения дефектов сварных швов используют следующие приёмы:

Неполномерность швов устраняется наплавкой дополнительного слоя металла. При этом наплавляемую поверхность необходимо тщательно очистить до металлического блеска абразивным инструментом или металлической щеткой. Чрезмерное усиление шва устраняют с помощью абразивного инструмента или пневматического зубила. Непровар, кратеры, пористость и неметаллические включения устраняют путем вырубki пневматическим зубилом или расчистки абразивным инструментом всего дефектного участка с последующей заваркой. Часто применяют выплавку дефектного участка резаком поверхностной кислородной или воздушно-дуговой резки. Подрезы заваривают тонкими валиковыми швами. Наплывы устраняются обработкой абразивным инструментом или с помощью пневматического зубила. Наружные трещины устраняются разделкой и последующей заваркой. Для предупреждения распространения трещины по концам ее сверлят отверстия. Разделку трещины выполняют зубилом или резаком. Кромки разделки зачищают от шлака, брызг металла, окалины и заваривают. Швы с внутренними трещинами вырубают и заваривают заново. При наличии сетки трещин дефектный участок вырезают и взамен сваркой накладывают заплату.

### **Литература**

1. Щербинский В.Г. Технология ультразвукового контроля сварных соединений. – Москва, 2005. – 148 с.
2. Алешин Н.П., Лупачев В.Г. Ультразвуковая дефектоскопия: Справочное пособие. – Минск, Вышэйшая школа, 1987. – 378 с.
3. Солнцев Ю.П. Материаловедение: Учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, Ф. Войкут. – М.: МИСИС, 1999. – 600 с.