

## **КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ**

*М.С. Артамонова, Н.П. Калишченко  
г. Томск, Россия*

*Предложена классификация методов и средств контроля шероховатости поверхности. Описаны требования к значению шероховатости поверхности для методов неразрушающего контроля. Приведены сведения о современных методах контроля шероховатости.*

Человечество на пороге третьего тысячелетия определило для себя путь эволюционного развития как обеспечение качества жизни. Качество нашей жизни, прежде всего, зависит от степени обеспечения условий безопасного существования.

Основные причины роста числа аварий и катастроф: критический уровень износа оборудования, нарушения производственной и технологической дисциплины, ослабление роли государственных органов контроля и управления, а также недостаточный уровень правовой и экологической культуры.

Неразрушающий контроль и диагностика (НК и Д) – начинающие и определяющие составные части проблемы безопасности.

Контроль обозначает проверку соответствия параметров объекта установленным техническим требованиям, а неразрушающие методы контроля не должны нарушать пригодности объекта к применению. Несоответствие продукции установленным требованиям является дефектом, для обнаружения и поиска которого используются теория, методы и средства технической диагностики.

Для получения информации в НК и Д используют все виды физических полей и излучений, химических взаимодействий и процессов, мониторинг с помощью транспор-

та, переносные приборы, большое количество компьютерных технологий обработки информации. Итоговым результатом становится определение остаточного ресурса или риска эксплуатации объекта с помощью соответствующих инструкций, методик и стандартов [1].

При проведении неразрушающего контроля, особенно таких видов как визуальный измерительный, капиллярный, магнитный, ультразвуковой, необходимо соблюдать выполнение установленных требований, предъявляемых к состоянию поверхности контролируемого объекта, особенно требований к шероховатости поверхности, так как от величины шероховатости поверхности зависит достоверность заключения. Поэтому значение параметров шероховатости необходимо также контролировать. Контроль шероховатости осуществляется различными методами с применением соответствующих средств измерения.

В ходе проведения работы были изучены существующие методы и средства контроля шероховатости поверхности, которые можно представить для наглядности в виде схемы. Составленная в результате анализа нормативно-технической документации и литературы по теме работы схема изображена на рис. 1.

Схема состоит из блоков, разделенных на две части. В верхней части блока указан метод контроля шероховатости, а в нижней – средство, с помощью которого данный метод осуществляется. Разделение на блоки производится по методам.

Кроме этого, в работе были рассмотрены наиболее популярные средства измерения шероховатости, широко представленные на современном рынке технических приборов и оборудования:

- профилометры, профилографы-профилометры фирмы «Алан-Абрис»;
- цифровые измерители шероховатости фирмы «Time Group Inc.»;
- цифровые и стрелочные профилометры фирмы «Elcometer»;
- приборы моделей Hommel Tester.

При контроле шероховатости поверхности при проведении неразрушающего контроля необходимо знать требования, предъявляемые к шероховатости в каждом методе контроля. Данные требования были собраны в работе.



Рис. 1

Шероховатость зачищенных под визуальный измерительный контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сбо-

рочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, согласно РД 03-606-03 должна быть не более  $Ra\ 12,5$  ( $Rz\ 80$ ).

Шероховатость поверхностей изделий и сварных соединений для проведения методов неразрушающего контроля зависит от метода контроля и должна быть не более  $Ra\ 3,2$  ( $Rz\ 20$ ) при капиллярном контроле по первому и второму классам чувствительности. Допускается шероховатость поверхности  $Rz$  не более или равно  $40\ \mu\text{м}$  ( $Ra$  не более или равно  $10\ \mu\text{м}$ ) при условии отсутствия при контроле светящегося или окрашенного фона для третьего класса чувствительности; для контроля по четвертому классу чувствительности  $Rz$  должно быть не более  $80\ \mu\text{м}$ , как указано в стандарте [3].

В соответствии с ГОСТ 21105–87 чувствительность магнитопорошкового метода (МПД) определяется несколькими характеристиками, одной из которых является шероховатость поверхности. В зависимости от размеров выявляемых дефектов устанавливаются три условных уровня чувствительности: А, Б, В.

Условный уровень чувствительности А достигается при параметре шероховатости контролируемой поверхности  $Ra$  не более или равно  $2,5\ \mu\text{м}$ , уровни чувствительности Б и В – при  $Ra$  не более или равно  $10\ \mu\text{м}$ . При выявлении подповерхностных дефектов, а также при  $Ra$  более  $10\ \mu\text{м}$  чувствительность метода понижается, и условный уровень чувствительности не нормируется [4].

Высокая чувствительность МПД может быть достигнута при параметре шероховатости контролируемой поверхности  $Ra$  равном  $1,6\ \mu\text{м}$ . Если шероховатость контролируемой поверхности  $Rz$  равна  $40\ \mu\text{м}$ , то при прочих равных условиях могут быть обнаружены дефекты, примерно в 2 раза более грубые, т. е. с раскрытием вдвое большим, при равном отношении глубины к раскрытию или со значительно большей глубиной. Это связано с тем, что на шероховатой поверхности создаются локальные магнитные поля, вызывающие осаждение порошка в виде вуали, на фоне которой тонкие дефекты становятся невидимыми [5].

При проведении ультразвукового контроля качество поверхности изделия должно обеспечивать максимальное прохождение ультразвука в изделие по всей площади сканирования. Качество подготовленной поверхности оценивают по параметрам шероховатости. Оптимальной считается поверхность с шероховатостью  $Rz$  от  $20$  до  $40\ \mu\text{м}$ . Грубо обработанная поверхность ( $Rz$  более  $40\ \mu\text{м}$ ) обуславливает снижение чувствительности и ее нестабильность. При  $Rz$  менее  $20\ \mu\text{м}$  ослабляются фрикционные свойства поверхности и контактная жидкость «выскальзывает» из-под преобразователя [5].

Для других методов неразрушающего контроля шероховатость контролируемых поверхностей изделий не регламентируется и устанавливается ПТД или производственно-конструкторской документацией (ПКД) [2].

Таблица

| Вид неразрушающего контроля | Значение нормируемого параметра, мкм                               | Примечание   |
|-----------------------------|--|--|
| 1                           | 2  | 3  |
| Капиллярный                 | $Ra\ 3,2$<br>$Rz\ 20$<br>$Ra \leq 10$<br>$Rz \leq 40$<br>$Rz < 80$ | Контроль по I и II классам чувствительности (раскрытие дефекта менее $10\ \mu\text{м}$ )<br>Контроль по III классу чувствительности (раскрытие дефекта от $10$ до $100\ \mu\text{м}$ ) при условии отсутствия светящего или окрашенного фона<br>Контроль по IV классу чувствительности |

| 1                        | 2                             | 3  |
|--------------------------|-------------------------------|--|
| Магнитопорошковый        | $Ra \leq 2,5$<br>$Ra \leq 10$ | Контроль по уровню чувствительности А (ширина раскрытия дефекта 2 мкм)<br>Контроль по уровням чувствительности Б и В (ширина раскрытия дефекта 10 и 25 мкм соответственно)   |
| Ультразвуковой           | $20 < Rz < 40$                | Грубо обработанная поверхность ( $Rz > 40$ мкм) обуславливает снижение чувствительности. При $Rz < 20$ мкм ослабляются фрикционные свойства поверхности и контактная жидкость «выскальзывает» из-под преобразователя |
| Визуальный измерительный | $Rz < 80$                     | Контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей, подготовленных под сварку  |
| Радиографический         | Не нормируется                | Чувствительность контроля на порядок превышает нормируемые значения шероховатости поверхности  |

С целью закрепления полученных знаний о контроле шероховатости поверхности и приобретения практических навыков контроля в ходе данной работы были проведены измерения шероховатости образцов, применяемых для сдачи практического экзамена по капиллярному контролю в АРЦ ФГНУ «НИИ Интроскопии».

По разным причинам шероховатость поверхности образцов не была регламентирована в соответствующих паспортах на образцы ранее, поэтому появилась идея устранить указанный недостаток. Внесение параметра шероховатости поверхности в паспорт на образец однозначно определяет высший класс чувствительности, по которому может проводиться контроль этого образца капиллярным методом.

Измерения шероховатости поверхности осуществлялись профилографическим методом с помощью портативного измерителя шероховатости TR200. Экзаменационные образцы и измеритель шероховатости TR200 изображены на рис. 2.



Рис. 2. Экзаменационные образцы и измеритель шероховатости TR200

В ходе проведения измерений были получены средние значения параметров шероховатости поверхности  $R_a$  и  $R_z$  по всей поверхности образца. Однако требования к шероховатости поверхности должны устанавливаться путем указания числового значения параметра шероховатости, взятого из ГОСТ 2789–73. Поэтому для каждого образца был выбран параметр шероховатости поверхности  $R_z$  из ГОСТ 2789–73 наиболее близкий по значению к измеренному. Выбранные значения параметров внесены в паспорта на образцы (для сдачи практического экзамена по капиллярному контролю).

На основе материала, собранного в ходе данной работы, было разработано учебно-методическое пособие «Методы и средства контроля шероховатости», которое будет полезно для студентов и специалистов в работах, связанных с контролем шероховатости поверхности.

#### **Список литературы**

1. Неразрушающий контроль и диагностика: справочник / под ред. В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.
2. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю // Газета «Российская газета». – 2003, 21 июня. – № 120/1
3. ОСТ 95 955–82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Метод капиллярный. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1983. – 25 с.
4. ГОСТ 21105–87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2005. – 20 с.
5. Приборы для неразрушающего контроля материалов и изделий: справочник. В 2-х книгах. Кн. 2 / под ред. В.В. Клюва. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.