

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

DOI: 10.58168/ROBOTICS2024_192-199

УДК 621.9.042

**СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ
В МАШИНОСТРОЕНИИ
MODERN CONTROL AUTOMATION TOOLS IN MECHANICAL
ENGINEERING****Богданов И.В., студент****Евдокимова С.А., к.т.н., доцент**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

lomalo.8200@mail.ru

Bogdanov I.V., Student**Evdokimova S.A., CSc (Engineering), Associate Professor**FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov»

Voronezh, Russian Federation

Аннотация: В статье описываются современные средства контроля качества машиностроительной продукции. Основное внимание уделено методам неразрушающего контроля. Рассмотрены его разновидности, принципы обнаружения дефектов, достоинства и недостатки, используемые устройства.

Abstract: The article describes modern means of quality control of engineering products. The main attention is paid to non-destructive testing methods. Its varieties, principles of defect detection, advantages and disadvantages, and devices used are considered.

Ключевые слова: контроль качества, автоматизация, неразрушающий контроль, ультразвуковой метод, магнитная дефектоскопия, радиографический метод.

Keywords: quality control, automation, non-destructive testing, ultrasonic method, magnetic flaw detection, radiographic method.

Машиностроение – это отрасль промышленности, производящая всевозможные машины, приборы, а также предметы потребления и продукцию оборонного назначения. Продукция используется во всех сферах народного хозяйства, поэтому важным требованием к продукции машиностроения является ее высокое качество [1].

Согласно стандартам ИСО серии 9000 термин «качество» означает степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям [2]. К данным требованиям относятся соответствие продукта его назначению, удовлетворение потребностей потребителя, соответствие применяемым стандартам и техническим условиям, к охране окружающей среды и т.д. Кроме эксплуатационных требований к машиностроительным изделиям предъявляются требования, связанные с точностью размеров, шероховатости поверхности, прочности и твердости, обеспечивающие долговечность эксплуатации продукции.

Для выполнения необходимых требований в машиностроении в процессе производства применяют современные средства контроля качества, одним из которых является неразрушающий контроль (НК) [3-5].

Неразрушающий контроль (НК) – это проверка качества изделия без его разбора, демонтажа или разрушения. Для этого используются методы, которые проверяют основные характеристики изделия без вмешательства в его целостность. Неразрушающий контроль является наиболее эффективным при определении прочности и качества материалов, заготовок и готовых изделий, так как с помощью этого метода можно оценить качество каждого изделия, не разрушая и не нарушая целостности, а не отдельных экземпляров из партии [6].

НК имеет большое значение в машиностроении, так как позволяет своевременно обнаруживать дефекты и несоответствия, что повышает надежность и безопасность изделий [1, 6].

Основными методами неразрушающего контроля являются [1]:

- ультразвуковой (УЗ) – использует ультразвуковые волны, которые позволяют обнаруживать внутренние дефекты материалов;
- магнитный (магнитопорошковый) – основан на использовании магнитных полей для выявления поверхностных и подповерхностных дефектов в ферромагнитных материалах (железо, никель, кобальт);
- радиографический (РК) – использует рентгеновское и гамма-излучение для просвечивания материалов и обнаружения внутренних дефектов.

Ультразвуковой метод неразрушающего контроля основан на излучении и фиксировании ультразвуковых колебаний, которые возникают при отражении от дефекта [7-9]. Параметры принятых ультразвуковых колебаний анализируются (амплитуда, форма, время возвращения и другие) и позволяют оценить степень повреждения технического устройства или несущих конструкций. УЗ метод является наиболее распространенным физическим методом НК и позволяет выявлять различные дефекты поверхностей и сварных соединений такие как трещины, непровары шва, расслоения металла, несплавления шва и другие.

Ультразвуковой метод обладает высокой чувствительностью, имеет относительно низкую стоимость используемого оборудования, безопасен и позволяет выявлять скрытые дефекты без приостанавливания деятельности объекта. Однако, ультразвуковой метод не лишен недостатков, среди которых трудность проведения неразрушающего контроля крупнозернистых металлов (из-за затухания ультразвуковых волн). Для контроля данным методом используют ультразвуковой дефектоскоп, пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП), а также с применением мобильных роботов и роботизированных комплексов [8-10].

На рисунке 1 представлено фото УЗ дефектоскопа A1214 Expert [10], который предназначен для контроля сварных швов, обеспечивает поиск трещин, внутренних расслоений, мест коррозии, определяет координаты дефектов, измеряет толщину изделия и др. Полученные результаты измерений можно в дальнейшем обрабатывать на ПК.



Рисунок 1 – Ультразвуковой дефектоскоп A1214 Expert

В [8] представлен компьютерный анализатор-томограф, выполняющий УЗ поиск дефектов опасных производственных объектов. Его особенностью является дистанционный поиск дефектов, их компьютерная визуализация,

автоматизированный расчет параметров дефектов, формирование запросов и применение базовых функций искусственного интеллекта. Применяемые технологии обеспечивают повышение производительности, надежности и качество контроля.

Магнитный метод неразрушающего контроля (или магнитная дефектоскопия) – это метод, основанный на изучении взаимодействия объекта с магнитным полем. Он применяется для выявления дефектов изделий из ферромагнитных материалов путем нанесения на исследуемую деталь специального магнитного порошка, частицы которого, попав в магнитное поле, формируют узор (индикаторный рисунок) и позволяют невооруженным глазом увидеть скрытые дефекты (например, трещины) [1, 11].

С помощью магнитной дефектоскопии можно обнаружить различные трещины, волосовины, неметаллические включения, дефекты сварных соединений и т.д. Данный метод широко применяется при проверке структурного состояния стальных и чугунных изделий, например, железнодорожных путей [11].

Преимущества магнитопорошкового метода НК заключаются в возможности выявления мелких дефектов, его относительно небольшой трудоемкости. Магнитопорошковый метод используется не только в производстве, но и в ходе эксплуатации, например, для выявления усталостных трещин.

К недостаткам метода можно отнести низкую производительность контроля и трудность его автоматизации.

Для контроля данным методом используют устройства для намагничивания и размагничивания контролируемых объектов, магнитометры, ферритометры и т.д. На рисунке 2 представлен пример магнитопорошкового дефектоскопа – NOVOTEST МПД-17П [12], который применяют при ремонте подвижного состава на предприятиях железнодорожного транспорта для контроля качества деталей и узлов.



Рисунок 2 – Магнитопорошковый дефектоскоп

Радиографический контроль – это метод, который основан на зависимости интенсивности рентгеновского (или гамма) излучения, прошедшего через облучаемое изделие, от материала поглотителя и его толщины. РК используется для контроля качества сварных соединений, наличия трещин, пор, инородных включений и т.д. [1, 13]. Если исследуемый объект имеет дефекты, то будет неравномерно ослаблено излучение, что говорит о неоднородности поверхности, а, следовательно, о наличии дефектов.

Преимуществами РК являются точная локализация достаточно мелких дефектов, возможность оценки величины вогнутости, выпуклости корня сварного шва. Недостатком данного метода является высокая цена оборудования и высокие требования к безопасности его использования – необходимо обеспечивать радиационную безопасность персонала [13].

Для выполнения РК используют следующие приборы: рентгеновские аппараты и пленки, негатоскопы промышленные, дозиметры, денситометры и т.д.

Таким образом, неразрушающий контроль качества состоит из различных методов, позволяющих оценить качество изделия, не нарушая его целостности и не повреждая его, что положительно сказывается на эффективности такого контроля. Возможность контроля без разрушения, позволяет оценивать не часть изделий из партий, а все изделия, что сильно увеличивает качество готовой продукции.

Список литературы

1. Бекетова, О.Н. Инновационные технологии управления качеством продукции на предприятиях машиностроения / О.Н. Бекетова, М.В. Арифиллин, А.Л. Фролов // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2023. – № 4-1. – С. 18-22.
2. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь : издание официальное : дата введения 2015.11.01. – М.: Стандартинформ, 2016. – 53 с.
3. Симонов, П.В. Методы неразрушающего контроля для определения наличия трещин в коленчатых валах / П.В. Симонов, А.А. Игнатъев // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2021. – № 4 (91). – С. 42-50.
4. Николенко, С.Д. Автоматизация процесса контроля качества сварных соединений / С.Д. Николенко, С.А. Сазонова, Н.В. Акамсина // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 3. – С. 76-85.
5. Губин, М.С. Автоматизация технологии комплексного неразрушающего контроля качества покрытий изделий сложной геометрической формы / М.С. Губин // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2023. – № 1 (63). – С. 3-7.
6. Черепанов, А.П. Оценка результатов неразрушающего контроля / А.П. Черепанов // Сборник научных трудов Ангарского государственного технического университета. – 2021. – Т. 1, № 18. – С. 67-76.
7. Андреев, Е.С. Моделирование дефектов при ультразвуковом контроле сварных соединений / Е.С. Андреев, С.Д. Николенко, С.А. Сазонова // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 1. – С. 4-9.
8. Козлов, Ю.Н. Компьютерный анализатор-томограф дефектов для ультразвуковой дефектоскопии опасных производственных объектов / Ю.Н. Козлов // Перспективы науки. – 2023. – № 6 (165). – С. 30-34.
9. Корнелюк, А.Д. Мобильный робот для дефектоскопии сварных швов трубопровода / А.Д. Корнелюк, Б.Р. Бакланов, К.А. Туркова // Научный альманах Центрального Черноземья. – 2022. – № 2-7. – С. 171-176.
10. Акустические контрольные системы – Ультразвуковой дефектоскоп А 1214 Expert. – URL: <https://acsys.ru/ultrazvukovoj-defektoskop-a1214-expert/?ysclid=lupq2ciqcu785746823>(дата обращения: 23.03.2024).

11. Меркурьев, И.В. Разработка робототехнического комплекса для диагностики стальных тросов методом неразрушающего контроля / И.В. Меркурьев, В.Е. Хроматов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2021. – № 11. – С. 60-62.

12. Стационарные магнитные дефектоскопы | НТЦ Эксперт. – URL: <https://ntcexpert.ru/md/magnitnye-defektoskopy> (дата обращения: 23.03.2024).

13. Сидоров, Ю.Д. Формирование радиографического изображения регистрирующими средами на основе галогенида серебра / Ю.Д. Сидоров, Н.И. Ли // Вестник Технологического университета. – 2022. – Т. 25, № 4. – С. 43-49.

References

1. Beketova, O.N. Innovative technologies for product quality management at mechanical engineering enterprises / O.N. Beketova, M.V. Arifullin, A.L. Frolov // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2023. – No. 4-1. – P. 18-22.

2. GOST R ISO 9000-2015. Quality management systems. Basic provisions and dictionary: official edition: date of introduction 2015.11.01. – М.: Standartinform, 2016. – 53 p.

3. Simonov, P.V. Non-destructive testing methods for determining the presence of cracks in crankshafts / P.V. Simonov, A.A. Ignatiev // Bulletin of Saratov State Technical University. – 2021. – No. 4 (91). – P. 42-50.

4. Nikolenko, S.D. Automation of the process of quality control of welded joints / S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova, N.V. Akamsina // Modeling of systems and processes. – 2020. – Т. 13, No. 3. – P. 76-85.

5. Gubin, M.S. Automation of technology for complex non-destructive quality control of coatings of products of complex geometric shapes / M.S. Gubin // Technical and technological problems of service. – 2023. – No. 1 (63). – P. 3-7.

6. Cherepanov, A.P. Evaluation of non-destructive testing results / A.P. Cherepanov // Collection of scientific works of the Angarsk State Technical University. – 2021. – Т. 1, No. 18. – P. 67-76.

7. Andreev, E.S. Modeling of defects during ultrasonic testing of welded joints / E.S. Andreev, S.D. Nikolenko, S.A. Sazonova // Modeling of systems and processes. – 2020. – Т. 13, No. 1. – P. 4-9.

8. Kozlov, Yu.N. Computer analyzer-tomograph of defects for ultrasonic flaw detection of hazardous production facilities / Yu.N. Kozlov // Perspectives of science. – 2023. – No. 6 (165). – P. 30-34.
9. Kornelyuk, A.D. Mobile robot for flaw detection of pipeline welds / A.D. Kornelyuk, B.R. Baklanov, K.A. Turkova // Scientific almanakh of the Central Black Earth Region. – 2022. – No. 2-7. – pp. 171-176.
10. Acoustic control systems – Ultrasonic flaw detector A 1214 Expert. – URL: <https://acsys.ru/ultrazvukovoj-defektoskop-a1214-expert/?ysclid=lupq2ciqcu785746823> (date of access: 03/23/2024).
11. Merkur'yev, I.V. Development of a robotic complex for diagnostics of steel cables using non-destructive testing / I.V. Merkur'yev, V.E. Khromatov // News of Tula State University. Technical science. – 2021. – No. 11. – P. 60-62.
12. Stationary magnetic flaw detectors | STC Expert. – URL: <https://ntcexpert.ru/md/magnitnye-defektoskopy> (date of access: 03/23/2024).
13. Sidorov, Yu.D. Formation of a radiographic image using recording media based on silver halide / Yu.D. Sidorov, N.I. Lee // Bulletin of the University of Technology. – 2022. – T. 25, No. 4. – P. 43-49.