

Распознавание дефектов поверхностного слоя подшипников с применением метода фрактальной размерности

К.Л. Вахидова¹, М.Р. Исаева¹, А.А.Игнатьев², З.Л. Хакимов¹,

В.В. Шухин¹

*¹Грозненский государственный нефтяной технический университет им акад.
М. Д. Миллионщикова, Грозный*

²Саратовский государственный технический университет им Ю.А. Гагарина, Саратов

Аннотация: Рассматривается вопрос распознавания дефектов в поверхностном слое шлифованных дорожек качения колец подшипников по фрактальной размерности сигналов вихретокового датчика

Ключевые слова: фрактальная размерность, распознавание дефектов, алгоритм распознавания.

В технологическом процессе изготовления высокоточных изделий на стадии шлифования действует множество факторов, влияющих как на результаты обработки, так и на сам процесс, что приводит к необходимости многократного контроля в течение рабочей смены. Решение данной проблемы видится в применении средств автоматического управления, а также в применении средств контроля геометрических параметров точности и физико-механических свойств поверхностного слоя обработанных и подлежащих обработке деталей, обработки данных измерений и принятием управляющего решения по корректировке технологического режима и поднастройке станков. [1-2].

Для контроля однородности структуры поверхностного подшипников (колец и роликов), так как дефекты в них снижают надежность работы подшипников, предлагается автоматическое распознавание дефектов поверхностей качения с применением метода фрактальной размерности.

Фракталом называется структура, состоящая из частей, которые подобны целому. Фракталы – множество точек, вложенные в пространство. Множество точек, образующих линию в обычном евклидовом пространстве

В этом случае признаком, позволяющим осуществить распознавание вида дефекта, служит фрактальная размерность графика, отражающего вихретоковый образ дефекта, полученного при компьютерной обработке сигнала ВТД, причем в данном случае фрактальная размерность находится в пределах от 1 до 2 [3].

На рисунке 1 продемонстрирован алгоритм функционирования программы по определению дефекта подшипников изготавливаемых в АО "ЕПК-Саратов" с помощью метода расчета фрактальной размерности амплитудных сигналов с вихретокого датчика контроля.

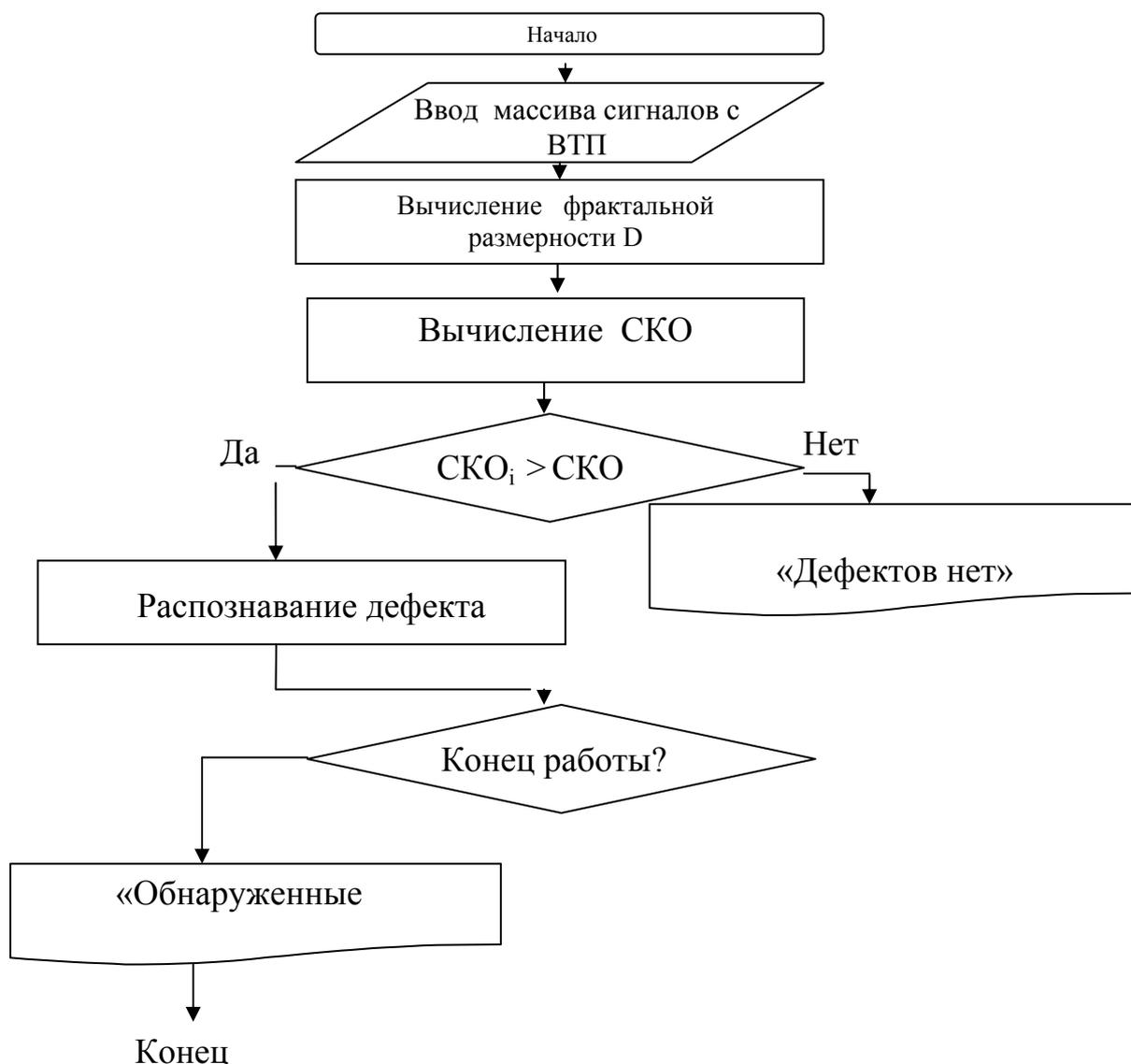


Рисунок 1 Алгоритм функционирования программы

Данный алгоритм реализуется в специально написанной программе, окно которого представлено на рисунке 2.

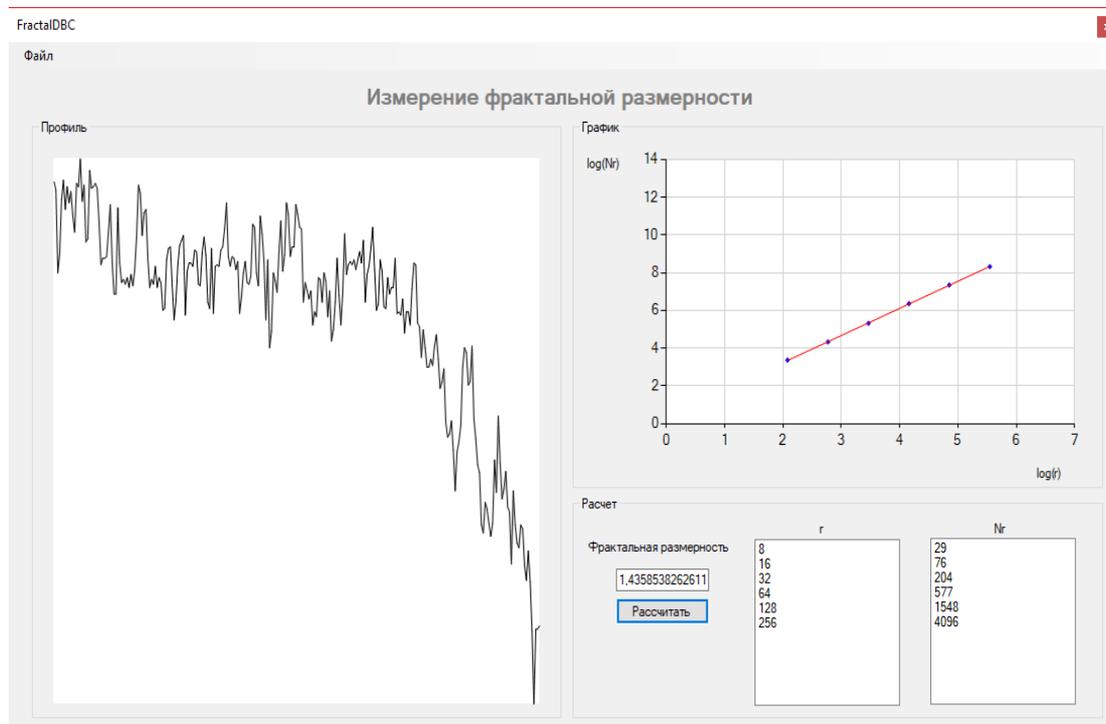


Рисунок 2 Окно программы по определению фрактальной размерности

На рисунке 2 рассматривается дефект забоина, в результате расчета фрактальная размерность $D=1.435$

Анализировались следующие дефекты: забоина, кольцевой прижог; кузнечная заштамповка; металлургическая трещина; металльная трещина; пятнистый прижог; трооститное пятно; шлифовочная трещина. Для обеспечения достоверности расчеты выполнены в каждом случае для 30 дефектов одного вида. В этом случае доверительный интервал для значений фрактальной размерности составляет 0,02.

Вычисления, выполненные по амплитудной составляющей (АС) сигнала ВТД с помощью специализированного программного обеспечения показали (рисунок), что фрактальные размерности поверхности без дефектов (0) и дефектов 1 и 4 достаточно различаются, так что они автоматизированно

распознаются. Однако фрактальные размерности дефектов 5 и 6, 7 и 8, 2 и 3 практически не отличаются, то есть дефекты не распознаются. Вычисления, выполненные по фазовой составляющей (ФС) сигнала ВТД, показали, что в этом случае фрактальные размерности дефектов различаются, то есть они также автоматизированно распознаются.

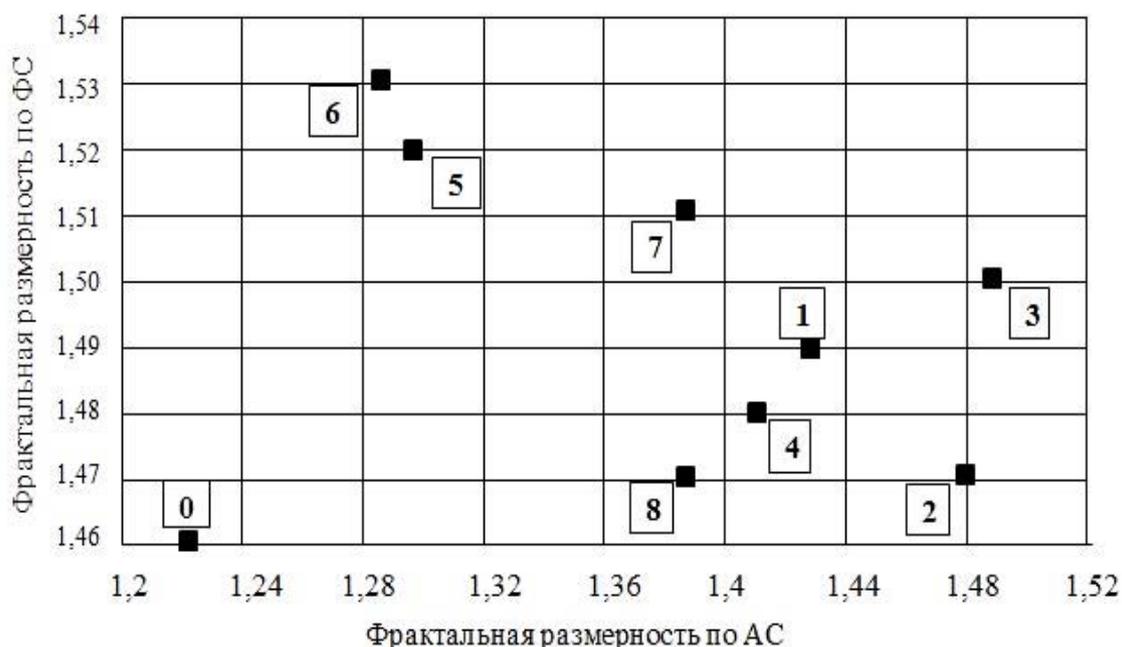


Рисунок 3 Расположение фрактальных размерностей основных дефектов на плоскости по двум признакам, где: 0 – поверхность без дефектов; 1 – забоина; 2 – кольцевой прижог; 3 – кузнечная заштамповка; 4 – металлургическая трещина; 5 – метальная трещина; 6 – пятнистый прижог; 7 – трооститное пятно; 8 – шлифовочная трещина

Высокая степень автоматизации вихретокового контроля поверхностей качения деталей подшипников позволяет существенно снизить влияние человеческого фактора при определении вида дефекта. Указанное способствует принятию решения либо по корректировке режима обработки, либо по ремонтно-профилактическим мероприятиям на станках, что

значительно снижает или вообще исключает появление бракованных деталей.

Таким образом, применение в рамках СМТП при автоматизированном вихретоковом контроле фрактальных размерностей информационных сигналов позволяет осуществить распознавание основных дефектов в шлифованном поверхностном слое, что обеспечивает принятие решения для формирования заданного качества колец, повышает эффективность изготовления деталей и в целом подшипников.

Литература

1. Игнатъев А.А., Горбунов В.В., Зайцев С.И., Игнатъев С.А. Автоматизированная система вихретокового контроля деталей подшипников / Вестник Саратовского государственного технического университета. 2005. Т. 2. № 1 (7). С. 114-122.
2. Игнатъев С.А., В.В. Горбунов, Игнатъев А.А. Мониторинг технологического процесса как элемент системы управления качеством продукции. Саратов: СГТУ, 2009. 160 с.
3. Вахидова К.Л. Теория фракталов и вейвлет-анализа при диагностике дефектов / Сборник научных трудов. Саратов: СГТУ, 2018. С. 12-16.
4. Кулаков Ю.М., Хрульков В.А., Дунин-Барковский И.В. Предотвращение дефектов при шлифовании. М.: Машиностроение, 1975. 144 с.
5. Игнатъев А.А., Шумарова О.С., Игнатъев С.А. Распознавание дефектов поверхностей качения колец подшипников при автоматизированном вихретоковом контроле с применением вейвлет-преобразования. Саратов: СГТУ, 2017. 108 с.
6. Игнатъева, С.С. Методические аспекты управления факторами качества в производстве подшипников / Игнатъева С.С., Игнатъев С.А. //

Вестник Саратовского государственного технического университета, 2015. - Т.2. - № 1 (79). - с.49-52.

7. Игнатъев С.А. Вахидова К.Л. Применение Scada-системы в программе «Мониторинг» // Автоматизация и управление в Машино- и приборостроении. 2016. С. 51-54.

8. Вахидова К.Л., Исаева М.Р., Хакимов З.Л., Шухин В.В., Игнатъев С.А. Значение комплексного управления качеством для предприятий машиностроительной отрасли// Инженерный вестник Дона, 2018, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4977.

9. Паштова Л.Г. Актуальные вопросы организации и управления производством на предприятии // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2442.

10. Benedetto J.J., Frazier M. Wavelets: mathematics and applications/- Boca Raton, CRC Press, 1994 P.592.

11. Domingues M.O., Mendes J.O., Mendes da Costa F. On wavelet techniques in atmospheric sciences//Advances in Space Research.-2005.-Vol/35-P.831.

References

1. Ignat'ev A.A, Gorbunov V.V, Zajcev S.I., Ignat'ev S.A. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2005. Т. 2. № 1 (7). pp. 114-122.

2. Ignat'ev S.A., V.V. Gorbunov, Ignat'ev A.A. Monitoring tekhnologicheskogo processa kak ehlement sistemy upravleniya kachestvom produkcii [Monitoring of the technological process as an element of the product quality management system]. Saratov: SGTU, 2009. 160 p.

3. Vahidova K.L. Sbornik nauchnyh trudov. Saratov: SGTU, 2018. pp. 12-16



4. Kulakov YU.M., Hrul'kov V.A., Dunin-Barkovskij I.V. Predotvrashchenie defektov pri shlifovanii.[Preventing defects in grinding] M.: Mashinostroenie, 1975. 144 p.
5. Ignat'ev A.A., SHumarova O.S., Ignat'ev S.A. Raspoznavanie defektov poverhnostej kacheniya kolec podshipnikov pri avtomatizirovannom vihretokovom kontrole s primeneniem vejvlet-preobrazovaniya. [Recognition of defects in rolling surfaces of bearing rings for automated eddy current testing with the use of wavelet transform] Saratov: SGTU, 2017. 108 p.
6. Ignat'eva, S.S. Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2015. T.2. № 1 (79). pp.49-52.
7. Ignat'ev S.A. Vahidova K.L. Primenenie Avtomatizaciya i upravlenie v Mashino- i priborostroenii. 2016. pp. 51-54.
8. Vahidova K.L, Isaeva M.R, Hakimov Z.L., SHuhin V.V., Ignat'ev S.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2018, №2. ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2018/4977.
9. Pashtova L.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014. №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2442.
10. Benedetto J.J., Frazier M. -Boca Raton, CRC Press, 1994. p.592.
11. Domingues M.O., Mendes J.O., Mendes da Costa F. Advances in Space Research.2005.Vol/35 p.831.