

МАГНИТОПОРОШКОВЫЙ КОНТРОЛЬ РОЛИКОВ ПОДШИПНИКА БУКСОВОГО УЗЛА КОЛЕСНОЙ ПАРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ



ОТКА Александр Генрикович

Инженер-технолог, руководитель подразделения неразрушающего контроля, III уровень МК, Гомельское вагонное депо, Гомель

Введение

На сегодняшний день ролики цилиндрического подшипника обязательно проверяют на наличие дефектов автоматизированным вихретоковым или ручным магнитопорошковым методом [1]. При возникновении разногласий относительно результатов полученных автоматизированным вихретоковым контролем роликов, предпочтение отдается магнитопорошковому, так как он наиболее чувствителен по отношению к поверхностным дефектам [2].

Магнитопорошковый контроль (МПК) основан на обнаружении магнитных полей рассеяния над дефектами с помощью магнитного индикатора (ферромагнитных частиц).

Магнитный индикатор в виде суспензии наносится на контролируемую намагниченную поверхность ролика мокрым способом.

При мокром способе магнитная суспензия наносится на контролируемую поверхность путем распыления или полива слабой струей, не смываю-

щей осевший порошок над несплошностью, с обязательным стеканием ее с поверхности.

При МПК роликов (рис. 1) цилиндрического подшипника выявлению подлежат поверхностные дефекты в виде несплошности металла шириной раскрытия 10,0 мкм и более в зоне обязательного контроля. Как правило, выявляются [1] трещины (п. 1.4.03) и волосовины (п. 1.4.04).

Зоной контроля ролика является только цилиндрическая поверхность и выявлению подлежат дефекты в поперечном и продольном направлениях. При этом ролик контролируется при МПК способом приложенного поля (СПП). Тангенциальная составляющая H_t на поверхности ролика должна быть не менее 35 А/см, вид намагничивания – полюсный. Полюсное намагничивание может быть выполнено с помощью электромагнита, постоянного магнита, перемещением постоянного магнита или соленоида по объекту контроля. В данном случае первые три вида намагничивания отпадают в связи с их нецелесообразностью по отношению к количеству проверяемых роликов в вагонных депо. Намагничивание посредством соленоида (рис. 2) – наиболее оптимальный вариант при контроле больших объемов роликов.

Выявлению подлежат дефекты всех направлений, и ролики необходимо последовательно намагничивать в двух направлениях.

Для выявления дефектов на контролируемой поверхности ролика при намагничивании должно выполняться условие $H_n/H_t \leq 3$.

Для выполнения этого условия ролики необходимо соединять в цепочку, так как на краях одного ролика это условие не выполняется [3].

Однако при намагничивании роликов подшипника с помощью соленоида имеются проблемы, связанные с большим проверяемым количеством роликов, их геометрической формой и размерами.

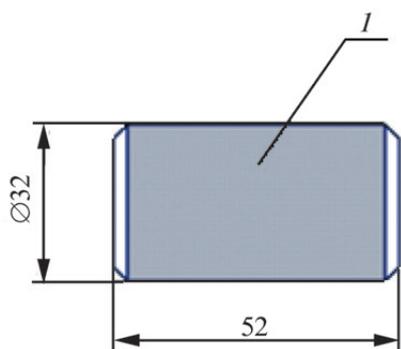


Рис. 1. Ролик подшипника качения: 1 – зона (цилиндрическая поверхность) обязательного МПК; 2 – трещина продольная; 3 – трещина поперечная

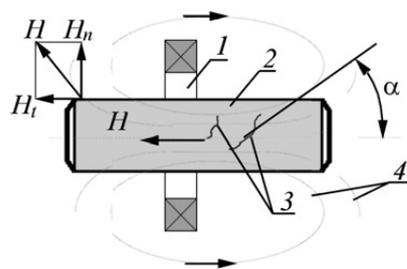
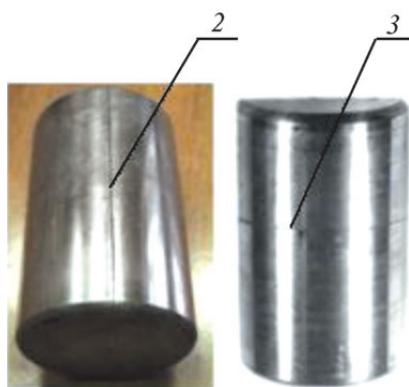


Рис. 2. Составляющие вектора напряженности H магнитного поля и направление выявляемых дефектов с помощью соленоида: 1 – соленоид; 2 – деталь; 3 – дефекты (трещины); 4 – силовые линии магнитного поля; H_t и H_n – соответственно тангенциальная и нормальная составляющие вектора напряженности магнитного поля H ; α – угол между направлением силовых линий и направлением дефектов

Одним из открытых вопросов остается вращение ролика на необходимый угол для последующего намагничивания с одновременным нанесением магнитной суспензии на определенный участок ролика, так как полностью ролик при СПП проконтролировать за один проход не получится (необходимо вращать как минимум 4 раза по 90° для контроля ролика по ширине – перпендикулярно оси соленоида, 2–3 раза для контроля ролика по длине – параллельно оси соленоида).

Техническим решением этой проблемы является изготовление технологической оснастки в виде направляющих из немагнитного материала, которая позволит правильно расположить ролики по отношению к оси соленоида с возможностью фиксации их в цепочку и удержания в этом положении, а также точно выставить необходимый угол для МПК определенного участка ролика. Все это позволит сделать магнитопорошковый контроль роликов понятным, приемлемым и неусложненным.

В рассматриваемом случае изготовленная технологическая оснастка является съемной и изготавливается из короба (рис. 3), в котором находятся направляющие для размещения роликов в количестве 15 штук (1 подшипник).

Внизу в коробе установлена врезка из полипропилена, к которой прикручивается шланг для слива магнитной суспензии.

Одна направляющая изготавливается из полипропиленовых труб с возможностью центровки роликов в одну цепочку и удержания их всех с помощью фиксирующих пружин (рис. 4). Ролики фиксируются в цепочку двумя пружинами.

Вторая направляющая изготавливается из алюминиевого уголка в виде укладочного поддона для размещения роликов перпендикулярно оси соленоида (рис. 5). На направляющей сделаны четыре ножки для фикса-

ции на направляющей из полипропиленовых труб.

На расстоянии 59, 84, 109 мм (см. рис. 5, поз. 1А, 2А, 3А,) от левого края направляющей сделаны пропилы глубиной 9 мм, шириной 1,5 мм с двух сторон симметрично. На расстоянии 88, 63, 38, 13 мм (см. рис. 5, поз. 1–4) от правого края сделаны пропилы направляющей глубиной 9 мм, шириной 1,5 мм с двух сторон симметрично. Внутри укладочного поддона установлен алюминиевый квадратный профиль, служащий упором и нуле-



Рис. 3. Короб для размещения направляющих для роликов



Рис. 4. Направляющая для роликов из полипропилена

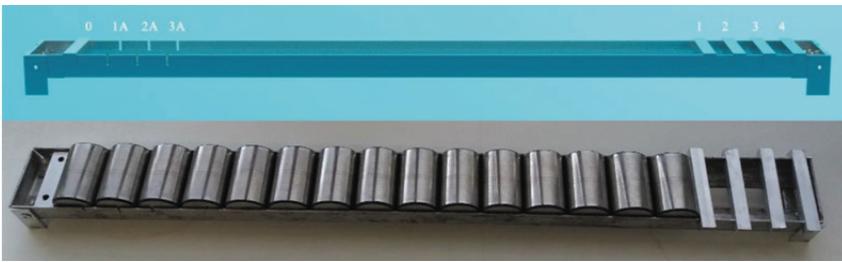


Рис. 5. Направляющая для роликов из алюминиевого уголка

вым отсчетом для первого ролика цепочки (см. рис. 5, поз. 0). Замыкается цепочка алюминиевым уголком 10×10 мм, который вставляется в паз с правой стороны направляющей (см. рис. 5, поз. 1). После каждой проверки ролики по отдельности прокатываются на расстояние $L=25$ мм ($L=\pi D/4=3,14 \times 32/4 \approx 25$ мм), что соответствует $1/4$ длины окружности, и замыкающий алюминиевый уголок справа переставляют на левую сторону направляющей для фиксации первого ролика цепочки. Таким образом, все ролики прокатываются до последней поз. 4, тем самым контролируется вся цилиндрическая поверхность каждого ролика.

Технология контроля роликов дефектоскопом МД-12ПШ

1. Ролики в количестве 15 шт. располагают на подставке из полипропиленовых труб, плотно прижав их торцами друг к другу с помощью фиксирующих пружин (рис. 6).
2. Подводят соленоид так, чтобы конец одного из крайних роликов входил в отверстие соленоида на 30–50 мм (рис. 7, а, положение 1).
3. Включают намагничивание тумблером (кнопкой) на намагничивающем устройстве (НУ) и наносят суспензию на ролики в зоне достаточной намагниченности (ДН). Длина зоны ДН роликов в цепочке по длине путем измерения измери-

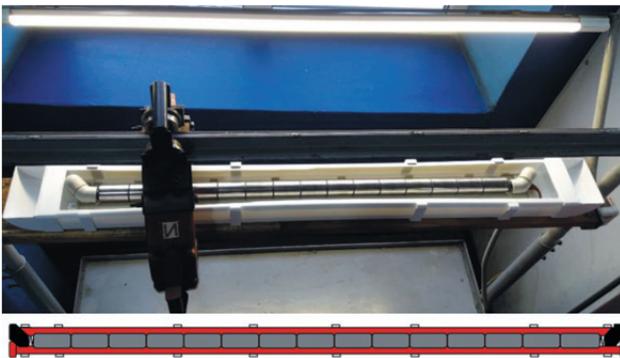


Рис. 6. Схема установки роликов подшипника в цепочку по длине (параллельно оси соленоида)

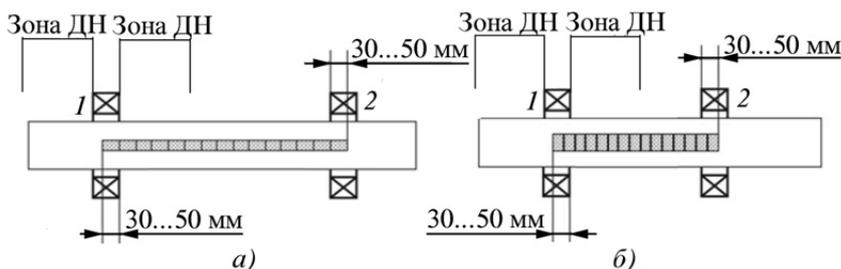


Рис. 7. Схема намагничивания роликов подшипника: H_t в крайней точке зоны ДН должна быть не менее 35 А/см [2]

телем магнитного поля «ИМАГ-400Ц» составила 195 мм (рис. 8), а по ширине – 100 мм (см. рис. 10). На практике принимаем длину зоны ДН 160 мм для цепочки роликов по длине и 90 мм для цепочки по ширине.

4. Дают стечь суспензии водной в течение 3–5 с и осматривают поверхность роликов в пределах зоны ДН.
5. Медленно перемещают соленоид, одновременно наносят суспензию перед соленоидом в пределах зоны ДН. Останавливают соленоид в положении 2 (см. рис. 7, а), когда конец крайней детали будет входить в отверстие соленоида на 30–50 мм (допускается дискретное перемещение соленоида с шагом не более ширины зоны ДН).
6. Выключают намагничивание тумблером (кнопкой) на НУ.
7. Дают стечь суспензии водной в течение 3–5 с и осматривают поверхности деталей.
8. Поворачивают ролики на $1/2$ полного оборота и повторяют операции по п. 2–7, перемещая при этом соленоид в противоположном направлении.
9. Устанавливают и фиксируют алюминиевую подставку на верхнюю часть направляющей из полипропилена.
10. Ролики в количестве 15 шт. располагают на подставке из алюминия (рис. 9), плотно прижав их цилиндрическими поверхностями друг к другу так, чтобы первый ролик цепочки упирался в торец алюминиевого квадратного профиля (поз. 0), а последний ролик цепочки упирался в съемный алюминиевый уголок (поз. 1).
11. Подводят соленоид таким образом, чтобы конец одного из крайних роликов входил в отверстие соленоида на 30–50 мм (см. рис. 7, б, положение 1).
12. Выполняют операции по п. 3–7.

13. Извлекают фиксирующий уголок с поз. 1 (см. рис. 9) и прокатывают каждый ролик поочередно слева направо до фиксирующего уголка поз. 2 на расстояние 25 ± 1 мм (1/4 полного оборота). Извлеченный уголок устанавливают после переката всех роликов на поз. 1А для фиксации цепочки роликов с противоположной стороны.
14. Повторяют операции по п. 11, 12 и перемещают при этом соленоид в противоположном направлении.
15. Извлекают фиксирующий уголок с поз. 2 (см. рис. 9) и прокатывают каждый ролик поочередно слева направо до фиксирующего уголка поз. 3 на расстояние 25 ± 1 мм (1/4 полного оборота). Извлеченный уголок устанавливают после переката всех роликов на поз. 2А для фиксации цепочки роликов с противоположной стороны.
16. Повторяют операции по п. 11, 12 и перемещают при этом соленоид в противоположном направлении.
17. Извлекают фиксирующий уголок с поз. 3 (см. рис. 9) и прокатывают каждый ролик поочередно слева направо до фиксирующего уголка поз. 4 на расстояние 25 ± 1 мм (1/4 полного оборота). Извлеченный уголок устанавливают после переката всех роликов на поз. 3А для фиксации цепочки роликов с противоположной стороны.
18. Повторяют операции по п. 11, 12 и перемещают при этом соленоид в противоположном направлении.
19. Для размагничивания роликов устанавливают соленоид в положение 2 (см. рис. 7, б) и включают его. Медленно перемещают соленоид в положение 1 и отводят от торца крайнего ролика на расстояние 0,5 м, выключают соленоид. После намагничивания роликов были измерены значения остаточной намагниченности 1-го, 5-го и 15-го роликов цепочки (рис. 11, а). Установлено, что 5-й и 15-й ролики превышают допустимое значение 3 А/см в 1,5 и 10,4 раза соответственно. После размагничивания (отведения соленоида на 0,5 м от направляющей) остаточная намагниченность была измерена повторно. Измерения показали, что остаточная намагниченность 1-го, 5-го и 15-го роликов цепочки находится в пределах нормы и не превышает 3 А/см (см. рис. 11, б).
20. Протирают чистой ветошью каждый ролик по отдельности от магнитной суспензии.
Особые условия контроля: освещенность в зоне контроля не менее 1000 лк, влажность не более 80 %, температура $+5 \dots +40^\circ\text{C}$.

Проверка чувствительности метода

Проверку работоспособности дефектоскопа МД-12ПШ, а также качество магнитной суспензии

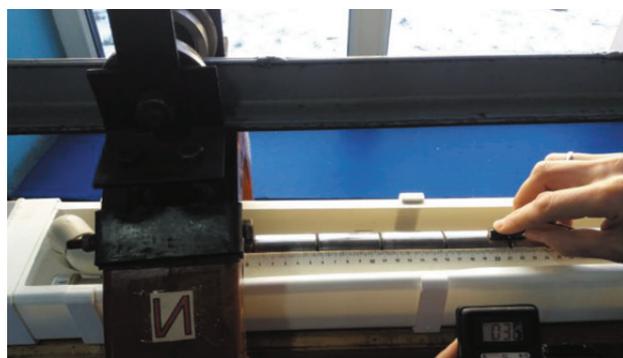


Рис. 8. Схема измерения тангенциальной составляющей H_t для цепочки роликов по длине

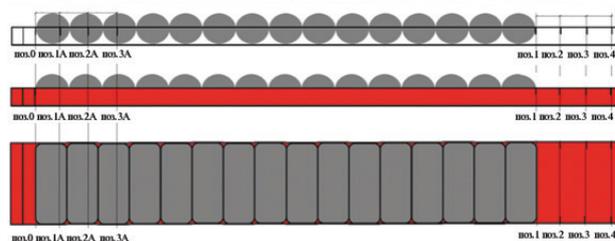


Рис. 9. Схема установки роликов подшипника в цепочку по ширине (перпендикулярно оси соленоида)



Рис. 10. Схема измерения тангенциальной составляющей H_t для цепочки роликов по ширине



1-й ролик 7-й ролик 15-й ролик
а)

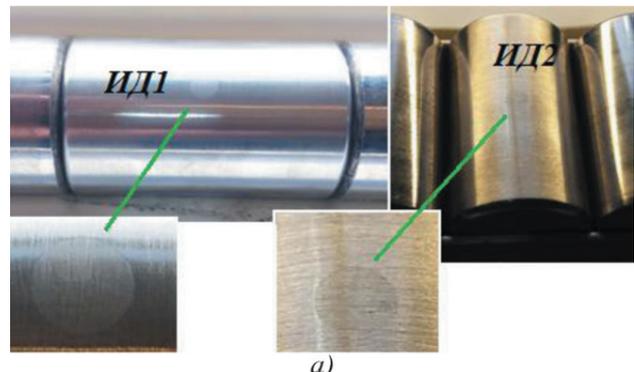


1-й ролик 7-й ролик 15-й ролик
б)

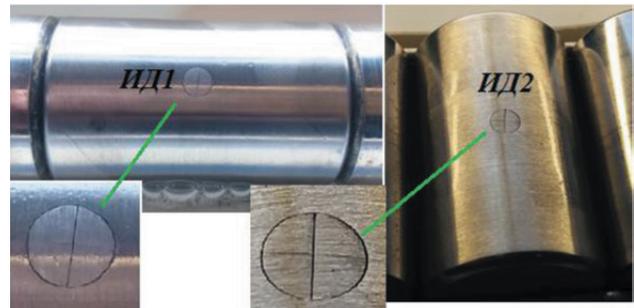
Рис. 11. Измерение остаточной намагниченности роликов до (а) и после (б) размагничивания

«Диагма-1100» на настроечном образце (НО) проводят в следующей последовательности:

1. Устанавливают НО 32.03 между двумя роликами-удлинителями в цепочку по длине на направляющую из полипропилена (для выявления поперечного искусственного дефекта (ИД) или по ширине на направляющую из алюминиевого уголка (для выявления продольного ИД). Наносят магнитный индикатор на НО и убеждаются, что отсутствует индикаторный рисунок ИД (рис. 12, а). В противном случае размагничивают НО (размагничивание проводят таким образом, чтобы ИД в НО был под соленоидом (при этом зазор между соленоидом и поверхностью НО симметричен или сверху больше, чем снизу, включают намагничивание и отводят соленоид на расстояние 0,5–0,7 м от ИД в НО).
2. Устанавливают НУ над НО с ИД таким образом, чтобы ИД был в зоне ДН.
3. Одновременно намагничивают НО с ИД и равномерной слабой струей или распылением наносят магнитный индикатор на рабочую поверхность НО до полного ее смачивания (при смачи-



а)



б)

Рис. 12. Выявление ИД1 (длина $L1 = 5 \pm 1$ мм, ширина раскрытия 6,0 мкм), ИД2 (длина $L2 = 5 \pm 1$ мм, ширина раскрытия 6,1 мкм) на НО 32.03:

а – до проведения магнитопорошкового контроля; б – после проведения магнитопорошкового контроля

вании не допускать смывания образовавшихся индикаторных рисунков). Дефектоскоп МД-12ПШ и магнитная суспензия считаются работоспособными, если индикаторный рисунок над ИД четко читается, не имеет разрывов (см. рис. 12, б) и соответствует дефектограмме [4].

При отсутствии или несоответствии индикаторного рисунка на дефектограмме НО, необходимо:
– проверить качество магнитной суспензии;
– выполнить проверку значения H_t на поверхности детали в зоне ДН.

4. Размагничивают НО.

Выявленные ИД1, ИД2 на настроечном образце НО 32.03 соответствуют требованиям правил [2], что говорит о высокой чувствительности магнитопорошкового метода к выявлению поверхностных дефектов.

Заключение

Каждое предприятие железной дороги, структурные подразделения которых выполняют ремонт подшипников буксовых узлов колесных пар, могут изготовить технологическую оснастку под свои размеры стола, где проводится дефектоскопия деталей шеечным дефектоскопом типа МД-12ПШ или другими магнитными дефектоскопами, кото-

рые соответствуют требованиям документов [2, 3]. Применение съемной оснастки позволит легко перейти к проверке других деталей, подвергаемых МПК.

МПК является арбитражным методом [2], что говорит о его высокой чувствительности по отношению к поверхностным дефектам. В случае браковки ролика вихретоковым методом и при возникновении спорных ситуаций и разногласий подтверждать результаты контроля следует магнитопорошковым методом.

На практике в Гомельском вагонном депо подтверждена высокая чувствительность магнитопорошкового метода на настроечном образце типа 32.03 с ИД1 (длина 5,1 мм, ширина раскрытия 6,1 мкм) и ИД2 (длина 5,0 мм, ширина раскрытия 6,3 мкм) в соответствии с документом [4].

Использование МПК роликов позволит повысить качество ремонта подшипников в условиях отсутствия основного автоматизированного вихретокового дефектоскопа по причине поверки (калибровки), ремонта и других причин. Данная технология может применяться в качестве основной взамен автоматизированного вихретокового контроля. Однако не стоит забывать, что это трудоемкий контроль, так как усложнен технологическими операциями и переходами. При этом большую роль играет человеческий фактор, особенно в случае намагничивания роликов, что может привести к серьезным последствиям. Использование автоматизированных вихретоковых дефектоскопов (ВД-211.5М, ВД-131НД и др.) лишено таких недостатков – ролики из приемно-подающей кассеты по-

очередно в автоматическом режиме проходят процесс намагничивания через демагнитизатор. При этом контроль цилиндрической поверхности роликов проводится в автоматическом режиме вихретоковым преобразователем, по окончании которого микропроцессор дефектоскопа принимает решение о годности роликов.

Библиографический список

1. РД ВНИИЖТ 27.05.01–2017. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм (утвержден Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол от 19 – 20 октября 2017 г. № 67). М.: АО «Кодекс», 2017. 242 с.
2. ПР НК В.2–2013. Правила неразрушающего контроля деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Специальные требования (утверждены Советом по железнодорожному транспорту государств – участников Содружества, протокол от 19–20 ноября 2013 г. № 59). М.: АО «Кодекс», 2013. 88 с.
3. ТИ НК В.21-2.2019. Технологическая инструкция по неразрушающему контролю деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Магнитопорошковый метод (утверждена НП «ОПЖТ») / АО «НИИ мостов. М., 2019. 51 с.
4. Паспорт МКОУ.715441.003. Настроечный образец. Ролик подшипника №2726 НО МП 32.03 (изготовитель ООО «Микроакустика-М»). М., 2022. 12 с.



Спектр
Издательский дом

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕФЕКТОМЕТРИЯ. 30 ЛЕТ Юбилейный сборник трудов ООО «НПЦ «ЭХО+»

ISBN 978-5-4442-0151-0. Издательский дом «Спектр», 2020 г., 216 с.

В сборник включены наиболее интересные работы, выполненные коллективом «НПЦ «ЭХО+» за последние годы. Одновременно с развитием и использованием автоматизированных ультразвуковых систем с когерентной обработкой данных, представлены работы, посвященные исследованию, разработке и применению приборов с фазированными антенными решетками. Описана новая электроника, сканирующие системы, алгоритмы улучшения качества изображений. Рассмотрены основные принципы построения методик контроля с использованием таких систем. Исследован вопрос о соотношении радиографии и ультразвука в неразрушающем контроле. Показано, что когерентный АУЗК в ряде случаев дает результаты не хуже, а в комплексе лучше, чем радиография. Приведены примеры применения средств визуализации данных и автоматизации ультразвукового контроля. Представлен новый ручной ультразвуковой дефектоскоп АВГУР-АРТ, реализующий все современные и востребованные наработки.

Приведен опыт применения программы компьютерного моделирования задач УЗК CIVA для разработки методик ультразвукового контроля.

Сборник трудов **БЕСПЛАТНО** можно получить в офисе Издательского дома «Спектр».
Стоимость отправки почтой уточняйте в отделе реализации.

Адрес офиса: 119048, Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1
Телефон отдела реализации: (495) 5142634. Email: zakaz@idspektr.ru
Дополнительный телефон офиса: (926) 6151716

