

ФО и ДБФ 5 (1,11) и 15 (3,31) мас.ч. на 100 мас.ч. каучука, температуре вулканизации 428 К

Рисунок 1 – Кинетика вулканизации резиновых смесей на основе каучука СКН-40

Установлено, что вулканизирующие вещества и фурановые олигомеры способствуют максимальному поглощению атомов на различных поверхностях наполнителей и тем самым влияют на формирование более прочных вулканизационных структур.

Список литературы

1 Creation of special compositions based on butadiene-nitrile elastomers for diesels / S. Mamayev [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 401. – P. 03028.

2 **Ibadullaev, A.** Radiation Resistance of Filled Elastomer Compositions / A. Ibadullaev, D. Nigmatova, E. Teshabaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 808, no. 1. – P. 012043.

УДК 620.179.141.1:629.4.027.5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ДОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ ПРИ ТРАДИЦИОННОМ МАГНИТОПОРОШКОВОМ КОНТРОЛЕ ЦЕЛЬНОКАТАНОГО КОЛЕСА С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОМАГНИТА МЭД-120

А. Г. ОТОКА

Белорусская железная дорога, г. Гомель

Р. В. ТРАЯКОВ

Белорусская железная дорога, г. Минск

О. В. ХОЛОДИЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

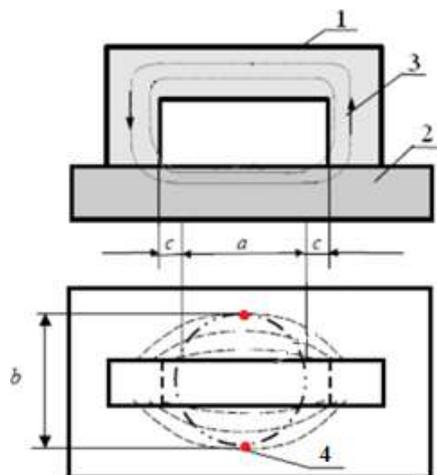
В железнодорожной отрасли с вводом нормативных документов [1, 2] появилась методика определения зоны достаточной (эффективной) намагниченности для портативного приставного электромагнита (включая неконтролируемую зону). До ввода вышеописанных документов на железной дороге действовал нормативный документ [3], который регламентировал уже рассчитанный шаг перемещения постоянного магнита или электромагнита МЭД-120 по цельнокатаному колесу, который составлял на практике 150 мм. При этом расстояние между полюсами электромагнита МЭД-120 учитывалось исходя из технических характеристик дефектоскопа и измерения тангенциальной составляющей H_t на поверхности цельнокатаного колеса, значение которой должно быть не менее 30 А/см. С появлением большого ряда измерителей магнитного поля различных производителей экспериментальным путем уже доказано, что такой шаг в 150 мм не обеспечивает 100%-ю выявляемость дефектов. При этом сегодня требуемая чувствительность на участке колеса колесной пары (тангенциальная составляющая магнитного поля H_t) должна быть не менее 25 А/см.

Термин «зона достаточной намагниченности (ДН)» соответствует термину «область эффективного намагничивания» [4]. В данной работе нам хотелось оценить ориентировочные размеры этой области непосредственно для цельнокатаного колеса. К примеру, в работе [5] для электромагнита МЭД-120 показано, что область эффективной намагниченности примерно равна прямоугольнику с размерами 100×75 мм (измерена на пластине из стали 5 толщиной 15 мм при напряжённости поля $H \geq 20$ А/см).

Для установления зоны ДН на поверхности колеса расстояние между полюсами назначалось максимальным (150 мм) в соответствии с действующими ТНПА [1, 2]. Электромагнит устанавливали на плоскую поверхность диска колеса, намагничивали участок колеса и измеряли тангенциальную составляющую H_t вблизи середины между полюсными наконечниками электромагнита. Значение H_t должно быть ≥ 25 А/см. После этого определяли ширину b зоны ДН (рисунок 1), зафиксировав крайние точки на поверхности детали, в которых значение H_t соответствует 25 А/см.

Рисунок 1 – Определение зоны ДН электромагнита:

- 1 – электромагнит;
- 2 – деталь;
- 3 – силовые линии магнитного поля;
- 4 – крайняя точка зоны ДН;
- a и b – длина и ширина зоны ДН;
- c – ширина неконтролируемой зоны на поверхности детали вблизи полюсных наконечников электромагнита



На следующем этапе определяли ширину неконтролируемой зоны c путем установления датчика измерителя напряжённости на деталь по прямой между полюсными наконечниками электромагнита таким образом, чтобы датчик располагался вблизи одного из полюсных наконечников на расстоянии 5 мм. Намагничивали деталь и измеряли отношение H_n / H_t вблизи полюсного наконечника электромагнита, которое должно составлять ≥ 3 . Если полученное отношение $H_n / H_t > 3$, отодвигали ближний к датчику измерителя напряженности полюсный наконечник на расстояние c , пока не наступит условие $H_n / H_t \leq 3$ (рисунок 2). Зафиксировав расстояние $(c + 1)$ мм, при котором выполняется условие $H_n / H_t \leq 3$, определяли длину a зоны ДН.

а)



б)



в)



Рисунок 2 – Определение зоны ДН на цельнокатаном колесе практическим путём (сталь 2):
 a – определение ширины b зоны ДН; b – определение тангенциальной составляющей H_t на расстоянии 5 мм от полюсного наконечника; v – определение нормальной составляющей H_n на расстоянии 5 мм от полюсного наконечника

В результате измерений тангенциальной составляющей H_t в крайней точке зоны ДН при расстоянии между полюсами электромагнита в 150 мм ширина b зоны ДН составила 60 мм. Ширина неконтролируемой зоны c при выполнении условия $H_n / H_t \leq 3$ составила 10 мм. С учетом условия $(c + 1)$ зона эффективной намагниченности имеет вид прямоугольника размером 128×60 мм (рисунок 3).



Рисунок 3 – Зона эффективной намагниченности участка колеса с левой стороны электромагнита при расстоянии между полюсами 150 мм (прямоугольник зеленого цвета)

В результате уменьшения межполюсного расстояния электромагнита будет расти ширина зоны ДН (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь зоны эффективной намагниченности при различных расстояниях между полюсами электромагнита

Номер	Межполюсное расстояние, мм	Ширина зоны ДН b , мм	Ширина неконтролируемой зоны c , мм	Зона эффективной намагниченности $a \times b$, мм	Площадь зоны эффективной намагниченности S , см ²
1	150	60	11	128×60	76,8
2	120	80	11	98×80	78,4
3	100	90	11	78×90	70,2

На практике наиболее оптимальное расстояние между полюсами электромагнита, при котором достигается наибольшая площадь эффективной намагниченности для цельнокатаного колеса, лежит в диапазоне 120–150 мм.

Рассчитаем количество зон эффективной намагниченности одной из поверхностей колеса диаметром 950 мм при использовании электромагнита МЭД-120 с межполюсным расстоянием 150 мм. Исходя из площади колеса $S = \pi d^2 / 4 = 3,14 \cdot 95^2 / 4 = 7084,625$ см² и площади зоны эффективной намагниченности 76,8 см² получаем 93 зоны. При этом на одну колесную пару таких зон эффективной намагниченности необходимо 372 (два колеса – четыре стороны). Также необходимо учитывать, что эти зоны должны соприкасаться друг с другом и шаг электромагнита для поперечного перемещения принимается равным 2/3 ширины зоны ДН ($2b/3$), а для продольного перемещения – равным длине зоны ДН (a).

В соответствии с [6, 7] можно предположить, что исходя из такого количества циклов намагничивания на цельнокатаном колесе в целях упрощения и сокращения времени на контроль стали нужно отдельно выделять наиболее опасные зоны развития трещин. Поэтому сегодня говорить об эффективности такого ручного контроля цельнокатаных колес при поточном ремонте колесных пар не приходится.

Технологический процесс магнитопорошкового контроля колес при ремонте колесных пар особенно нуждается в автоматизации, при которой дефектоскописту не придется выполнять такое количество циклов намагничивания, соблюдая все условия по перемещению электромагнита и другие операции, связанные с нанесением магнитной суспензии.

Список литературы

- 1 **ТИ НК В.21-2.2019.** Технологическая инструкция по неразрушающему контролю деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Магнитопорошковый метод : утв. НП «ОПЖТ». – АО «НИИ мостов и дефектоскопии», 2019. – 51 с.
- 2 **ИИДЖ.25202.00017.** Технологическая инструкция. Неразрушающий контроль деталей и составных частей колесных пар вагонов при ремонте. Магнитопорошковый метод : утв. гл. инженером ГО «Бел. ж. д.». – КТЦ ГО «Бел. ж. д.», 2019. – 74 с.
- 3 **РД32.159-2000.** Руководящий документ. Магнитопорошковый метод неразрушающего контроля деталей вагонов : утв. Департаментом вагонного хозяйства. – 2000. – 120 с.
- 4 **ГОСТ Р 56512-2015.** Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы. – Введ. 2016-06-01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 56 с.
- 5 Вихрековый контроль в системе неразрушающего контроля деталей подвижного состава ОАО «РЖД» / А. В. Чуприн [и др.] // В мире НК. – 2019. – Т. 22, № 2 (84). – С. 66–72.
- 6 **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 : утв. Советом по ж.-д. трансп. государств – участников Содружества. – 2017. – 253 с.
- 7 Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм : утв. Советом по ж.-д. трансп. государств – участников Содружества. – 2015. – 281 с.