

УДК [51.7:625.143.032](075.8)
ББК 39.211-045.01-106.2в631
К 84

К 84 Крутиков А.М.
Оценка надежности рельсов Р65 по ресурсу. Экспериментальные исследования. — М.: Финансы и статистика, 2019. — 160 с.

ISBN 978-5-279-03584-7

На научной основе (математической обработке) обобщены результаты длительных экспериментальных исследований влияния колесной нагрузки на долговечность рельсов трех металлургических комбинатов в прямых и кривых. Установлена закономерная связь ресурса рельсов с их контактно-усталостной выносливостью, износостойкостью, безотказностью и деформациями головки в процессе эксплуатации. Достоверность оценки надежности рельсов Р65 по ресурсу подтверждается эксплуатационными и полигонными испытаниями на кольце ВНИИЖТа.

Для специалистов, научных работников, работающих в области производства и эксплуатации рельсов.

УДК [51.7:625.143.032](075.8)
ББК 39.211-045.01-106.2в631

© Крутиков А.М., 2016, 2019
© Издательство «Финансы и статистика»,
2016, 2019

ISBN 978-5-279-03584-7

Содержание

| | |
|---|----|
| <i>От автора</i> | 5 |
| <i>Обращение к читателям</i> | 7 |
| <i>Введение</i> | 8 |
| 1. Проблемы взаимодействия колес с рельсами и их износ (состояние вопроса) | 10 |
| 2. Оценка надежности рельсов Р65 по ресурсу | 14 |
| 2.1. О вероятностной модели на основе ресурса | 15 |
| 2.2. Долговечность рельсов Р65 с усталостной прочностью стали 46, 50, 54 млн. циклов | 29 |
| 2.3. Кривые ограниченной выносливости рельсов Р65 с усталостной прочностью стали 46, 50, 54 млн. циклов | 32 |
| 3. Определение среднегодовой осевой нагрузки | 35 |
| 4. О величине ресурсов, пределов выносливости, интенсивности усталостных отказов и безотказности рельсов | 38 |
| 4.1. Ресурсные сроки службы рельсов Р65 НКМК в прямых для практического использования $N_{ц \text{ мин.}} = 46$ млн. циклов | 44 |
| 4.2. Ресурсные сроки службы рельсов Р65 НТМК в прямых для практического использования $N_{ц \text{ макс.}} = 54$ млн. циклов | 46 |
| 4.3. Ресурсные сроки службы рельсов Р65 «Азов-сталь» в прямых для практического использования $N_{ц \text{ ср.}} = 50$ млн. циклов | 48 |
| 5. Ресурсы и износоусталостные повреждения рельсов в кривых | 51 |
| 6. Модель контактно-усталостной выносливости нетермоупрочненных рельсов в кривых радиусом 1000–200 м с $N_{ц} = 50$ млн. циклов | 62 |
| 7. Модель контактно-усталостной выносливости термоупрочненных рельсов в кривых радиусом 1000–200 м с $N_{ц} = 50$ млн. циклов | 66 |
| 8. Ресурсные сроки службы термоупрочненных рельсов Р65 в кривых радиусом 1000–600 м для практического использования. $N_{ц}$ 46, 50, 54 млн. циклов | 70 |
| | 3 |

| | |
|--|-----|
| 9. Боковой износ и профиль рельса..... | 78 |
| 10. Математическая обработка экспериментальных данных..... | 84 |
| 10.1. Определение основных статистических характеристик методами теории вероятностей | 87 |
| 10.2. Ряды распределений вероятностей с усталостной прочностью стали в 50 млн. циклов | 91 |
| 10.3. Дифференциальное и интегральное распределения наработки рельсов и колесных нагрузок с $N_{ц} = 50$ млн. циклов | 95 |
| 11. О закономерности изменения служебных свойств рельсов | 97 |
| 12. Модель долговечности рельсов Р75 | 108 |
| 13. Надежность рельсов как система | 120 |
| 14. Ресурсы рельсов в кривых как система. | 136 |
| 15. О ресурсных нормативах и массе рельсов. | 143 |
| 16. Выводы и рекомендации | 145 |
| 17. Основные термины и определения..... | 147 |
| 18. Организация сетевых путеобследовательских станций. | 151 |
| 19. Публикации путеобследовательской станции № 3 ЦП МПС по результатам эксплуатационных испытаний конструкций верхнего строения пути. | 154 |
| <i>Литература</i> | 158 |

От автора

Разработка вероятностной модели усталостной долговечности рельсов Р65, Р75 на основе ресурса стало возможной в результате:

а) накопления большого количества статистических материалов, характеризующих стойкость опытных и стандартных рельсов в различных условиях за более чем 30-ти летний срок эксплуатации;

б) установления закономерности в нарастании одиночных усталостных отказов рельсов.

Физической сущности нарастания усталостных отказов рельсов в зависимости $\Sigma N_{уд. шт./км} = f(T)$ соответствует не вогнутая кривая вида однозначной параболы, не раскрывающая никаких параметров, а выпуклые кривые с началом и окончанием, т.е. «волны напряжений» определенной длины и с определенной интенсивностью усталостных отказов. От минимальной наработки (ресурса) при предельной нагрузке и до максимальной наработки при минимальной нагрузке нетермоупрочненные рельсы имеют три «волны напряжений», а термоупрочненные — две. Именно изменение энергии в металле «волнами» при напряженном состоянии и определяет закономерность в работе рельсов. Знание закономерности в отказах рельсов позволило впервые оценить их надежность по показателям долговечности (ресурсу, сроку службы) с вероятностных позиций, с полным описанием жизненного цикла и что самое главное, с обоснованием математической обработкой. Оценка надежности рельсов по ресурсу является фундаментальной. Такой оценкой количественно определяются не только показатели долговечности, но и показатели безотказности по усталостным отказам в прямых и кривых.

В ресурсных (физико-математических) нормативах все пять параметров, а именно: ресурс (качество стали), колесная нагрузка, пропущенный тоннаж, интенсивность усталостных отказов и величина $\Sigma N_{уд. шт./км}$ представляют со-