

Расчетно-экспериментальный метод прогнозирования износа в узлах трения тележек моделей 18-9855 типа Barber S-2-R



А. М. Орлова,
д-р техн. наук,
заместитель генерального
директора по научно-
техническому развитию
АО НПК «ОВК»



В. С. Лесничий,
канд. техн. наук,
руководитель группы
в Департаменте
проектирования ходовых
частей ООО «ВНИЦТТ»

Одно из основных стратегических направлений научно-технического развития НПК «Объединенная вагонная компания» – совершенствование инновационной конструкции тележки модели 18-9855, выпускаемой на ЗАО «Тихвинский вагоностроительный завод». При этом пробег грузовых вагонов между плановыми видами ремонта возрастет вдвое: с 500 тыс. до 1 млн км, а срок службы вагонов увеличится с 32 до 40 лет, что обеспечит собственнику подвижного состава существенное сокращение затрат на содержание тележки и вагона в целом за жизненный цикл.

Увеличенный межремонтный пробег должен подтверждаться не только расчетами, но и опытом поднадзорной эксплуатации тележек. Одним из основных критериев, по которым может быть назначен пробег между плановыми видами ремонта, служит износ в парах трения деталей тележки. В условиях железных дорог США межремонтный пробег тележек-аналогов, определенный на основании этого критерия, составляет один миллион километров, о чем свидетельствует практика эксплуатации вагонов. В России опыт эксплуатации таких тележек сегодня не превышает трех лет. С учетом особенностей российских условий эксплуатации вагонов пробег вагонов на тележках модели 18-9855 (рис. 1), на период поднадзорной экс-

плуатации, которая должна проводиться на протяжении четырех лет, был назначен как 500 тыс. км от постройки до первого планового ремонта.

Главной целью поднадзорной эксплуатации тележек служит экспериментальное подтверждение в условиях железных дорог колеи 1520 мм нормативных показателей износостойкости узлов тележки модели 18-9855, т. е. не превышение допустимых значений величин износов на пробеге 500 тыс. км и более.

Поднадзорная эксплуатация вагонов на тележках модели 18-9855 началась в 2012 г. согласно программе и методике поднадзорной эксплуатации, разработанной АО «НВЦ «Вагоны» (Санкт-Петербург) и утвержденной Росжелдор [1]. Программой и методикой предусмотрено проведение комиссионных периоди-



Рис. 1. Тележка модели 18-9855



Рис. 2. Рабочие поверхности составного фрикционного клина: слева – вертикальные, справа – наклонные

ческих осмотров и измерений параметров деталей тележек с целью оценки их износов.

В течение 2012–2014 гг. пробег вагонов на тележках модели 18-9855 в поднадзорной эксплуатации составил более 250 тыс. км. За этот период состоялись три плановых осмотра тележек с измерением параметров деталей в узлах трения (рис. 2–9).

После третьего планового осмотра тележек было принято решение провести анализ полученных в эксплуатации значений фактических износов, чтобы рассчитать темпы износа для каждой детали и дать прогноз возможных износов за пробег до миллиона километров.

В основу работы по прогнозированию износов был положен расчетно-экспериментальный метод. Сущность данного метода заключается в определении темпов износа деталей тележки

на основе фактически измеренных значений износов в период поднадзорной эксплуатации и прогнозном расчете износов за пробег миллион километров.

В качестве исходных данных для расчета были приняты значения износов (установленные в результате плановых измерений) рабочих поверхностей деталей тележек модели 18-9855, полученные у двух подконтрольных полувагонов модели 12-9853. Величина износа для каждой детали определялась как разница между величиной, измеренной перед началом поднадзорной эксплуатации, и величиной, измеренной после соответствующего пробега вагона во время контрольных измерений. Данные всех измерений изложены в технических картах, прилагаемых к актам трех плановых осмотров [2–4].

Согласно логике прогнозирования было принято решение ориентироваться на неблагоприятный прогноз по износам в эксплуатации. Поэтому для дальнейших прогнозных расчетов из полученной совокупности экспериментальных данных были выбраны максимальные величины износов (табл. 1).

Темпы износа i_j рабочих поверхностей каждой детали, приведенные к 10 тыс. км пробега (мм/10 тыс. км), для каждого j -го этапа между контрольными измерениями в поднадзорной эксплуатации (0–65; 65–145; 145–210 тыс. км) вычислялись по формулам:

$$i_{65} = \frac{I_{65}}{6,5}; \quad (1)$$

$$i_{145} = \frac{I_{145} - I_{65}}{14,5 - 6,5}; \quad (2)$$

$$i_{210} = \frac{I_{210} - I_{145}}{21,0 - 14,5}; \quad (3)$$

где I_j – величина износа рабочей поверхности одной детали в поднадзорной эксплуатации при достижении j -го пробега (65, 145, 210 тыс. км).

На основании полученных значений темпов износов i_j были вычислены средние темпы износов по каждой совокупности идентичных деталей. Значения средних темпов износа за каждый этап между контрольными измерениями ($i_{ср65}$: 0–65; $i_{ср145}$: 65–145; $i_{ср210}$: 145–210 тыс. км) в поднадзорной эксплуатации приведены в табл. 2.

Расчет прогнозируемых износов рабочих поверхностей деталей (I_j , мм) для



Рис. 3. Фрикционная планка, взаимодействующая с вертикальными поверхностями фрикционного клина



Рис. 4. Вкладыш на опорной поверхности подпятника



Рис. 5. Подпятник с сварным износостойким кольцом для защиты внутренней упорной поверхности бурта

Таблица 1. Максимальные величины износов ($i_{\text{макс}}$, мм) за периоды поднадзорной эксплуатации

| Параметр | Пробег | | |
|--|------------|-------------|-------------|
| | 65 тыс. км | 145 тыс. км | 210 тыс. км |
| Износ подпятника по диаметру | 0,6 | 1,6 | 1,6 |
| Износ подпятника по глубине | 0 | 0 | 0 |
| Износ отверстия под шкворень | 0,1 | 0,9 | 1,0 |
| Износ опорной поверхности колпака скользуна | 0,4 | 0,6 | 0,7 |
| Суммарный износ опорных упоров буксовых проемов боковых рам в продольном направлении | 0,4 | 1,5 | 1,6 |
| Суммарный износ фрикционных планок в рессорном проеме | 1,2 | 1,2 | 1,0 |
| Износ фрикционного клина (изменение расстояния от метки на шаблоне до поверхности клина) | 1,0 | 3,0 | 4,0 |
| Износы износостойких планок клинового кармана (суммарно в кармане) | 0,5 | 1,1 | 1,7 |
| Износ рабочей поверхности вставки клинового кармана | 0,6 | 1,2 | 1,3 |
| Износ упорной стенки клинового кармана | 0,7 | 1,0 | 0,7 |
| Износ внутреннего упора клинового кармана | 0 | 0 | 0 |
| Износ наружного упора клинового кармана | 0,2 | 1,5 | 1,5 |
| Суммарный износ двух вертикальных поверхностей адаптера | 0,5 | 0,6 | 0,9 |
| Износ опорной поверхности адаптера под боковую раму | 0,1 | 0,3 | 0,4 |



Рис. 6. Рабочая поверхность колпака скользуна с угловыми индикаторами износа (углублениями)



Рис. 7. Вертикальная поверхность адаптера под боковую раму с углублением (индикатором износа)



Рис. 8. Цилиндрическая поверхность адаптера для опирания на подшипник с канавкой (индикатором износа)

Таблица 2. Средние темпы износа ($i_{\text{ср}}$, мм/10 тыс. км) рабочих поверхностей деталей на этапах между контрольными измерениями в поднадзорной эксплуатации

| Параметр | Пробег | | |
|---|----------------|------------------|-------------------|
| | 0...65 тыс. км | 65...145 тыс. км | 145...210 тыс. км |
| Износ подпятника по диаметру | 0,035 | 0,165 | 0,008 |
| Износ подпятника по глубине | 0 | 0 | 0 |
| Износ отверстия под шкворень | 0,023 | 0,050 | 0,015 |
| Износ опорной поверхности колпака скользуна | 0,017 | 0,009 | 0,002 |
| Суммарный износ опорных упоров буксовых проемов боковых рам в продольном направлении | 0,031 | 0,078 | 0,013 |
| Суммарный износ фрикционных планок в рессорном проеме | 0,081 | 0,033 | 0,008 |
| Износ фрикционного клина (изменение расстояния от метки на шаблоне до площадки клина) | 0,051 | 0,210 | 0,048 |
| Износы износостойких планок клинового кармана (суммарно в кармане) | 0,022 | 0,037 | 0,055 |
| Износ рабочей поверхности вставки клинового кармана | 0,068 | 0,036 | 0,019 |
| Износ внутренней упорной стенки клинового кармана | 0,041 | 0,009 | 0 |
| Износ внутреннего упора клинового кармана | 0 | 0 | 0 |
| Износ наружного упора клинового кармана | 0,003 | 0,016 | 0,017 |
| Суммарный износ двух вертикальных поверхностей адаптера | 0,03 | 0,002 | 0,036 |
| Износ опорной поверхности адаптера под боковую раму | 0,004 | 0,009 | 0,004 |

Таблица 3. Прогнозируемые износы рабочих поверхностей деталей тележки модели 18–9855 при достижении пробега один миллион километров

| Параметр | Прогнозный износ к 1 млн км пробега (I_1), мм | Допустимый износ, мм |
|---|---|----------------------|
| Износ подпятника по диаметру | 1,9 | 9,0 |
| Износ подпятника по глубине | 0 | 2,0 |
| Износ отверстия под шкворень | 2,1 | 3,5 |
| Износ опорной поверхности колпака скользуна | 0,9 | 3,0 |
| Суммарный износ опорных упоров буксовых проемов боковых рам в продольном направлении | 2,6 | 3,0 |
| Суммарный износ фрикционных планок в рессорном проеме | 1,6 | 5,5 |
| Износ фрикционного клина (изменение расстояния от метки на шаблоне до площадки клина) | 7,8 | 9,0 |
| Износы износостойких планок клинового кармана (суммарно в кармане) | 6,0 | 6,0 |
| Износ рабочей поверхности вставки клинового кармана | 2,5 | 2,5 |
| Износ внутренней упорной стенки клинового кармана | 0,7 | 5,0 |
| Износ внутреннего упора клинового кармана | 0 | 5,0 |
| Износ наружного упора клинового кармана | 2,9 | 6,5 |
| Суммарный износ двух вертикальных поверхностей адаптера | 3,7 | 6,0 |
| Износ опорной поверхности адаптера под боковую раму | 0,7 | 2,5 |

j -го пробега один миллион километров выполнялся по формуле

$$I_1 = I_{\text{макс}210} + i_{\text{ср}210}(100,0 - 21,0). \quad (4)$$

При расчете учитывалось, что максимальные значения ($I_{\text{макс}210}$) износа рабочих поверхностей у соответствующих деталей измерены при достижении вагонами пробега 210 тыс. км (табл. 1) и определен средний темп износа за последний (третий) этап ($i_{\text{ср}210}$) между контрольными измерениями (табл. 2). Кроме того, принималось во внимание, что первый этап – зона приработки в паре трения, когда износ наиболее ин-

тенсивен, а третий этап – зона стабильного темпа износа и сохранение такого темпа при дальнейшем пробеге вагона наиболее вероятно.

Результаты расчетов прогнозируемых износов рабочих поверхностей деталей для пробега один миллион километров приведены в табл. 3.

Полученные результаты прогнозируемых износов рабочих поверхностей деталей при достижении пробега один миллион километров сравнивались с допустимыми в эксплуатации значениями износов, приведенными в табл. 3.

Результаты, полученные с помощью расчетно-экспериментального метода

прогнозирования износов деталей тележки, свидетельствуют, что прогнозируемые значения износов рабочих поверхностей деталей при достижении вагоном на тележках модели 18-9855 пробега один миллион километров не превысят допустимых значений. Это может служить основанием для назначения вагону на тележках модели 18-9855 пробега между плановыми видами ремонта один миллион километров. **Т**

Литература

- 4701–09.00.00.000Д1. Двухосная трехэлементная тележка для грузовых вагонов с осевой нагрузкой 25 тс железных дорог колеи 1520 мм Программа и методика поднадзорной эксплуатации: Утв. Росжелдор 29.11.2011.
- Акт планового осмотра и контроля технических параметров полувагонов модели 18-9853 на тележках модели 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс: Утв. ЦТех ОАО «РЖД» 10.10.2012.
- Акт планового осмотра и контроля технических параметров полувагонов модели 18-9853 на тележках модели 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс: Утв. ЦТех ОАО «РЖД» 11.12.2013.
- Акт планового осмотра и контроля технических параметров полувагонов модели 18-9853 на тележках модели 18-9855 с осевой нагрузкой 25 тс: Утв. ЦТех ОАО «РЖД» 08.07.2014.



Рис. 9. Износостойкие элементы клинового кармана наддресорной балки планки показаны черными стрелками, рабочие поверхности вставки – красными стрелками