

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИЧИН ИЗЛОМОВ ШЕЕК ОСЕЙ И РАЗРУШЕНИЯ РОЛИКОВЫХ БУКСОВЫХ УЗЛОВ

Шелест Д. А.,
начальник научно-технического отдела

Представлены методические рекомендации работникам вагонного и пассажирского хозяйств, ремонтных и эксплуатационных предприятий по установлению причин, приводящих к чрезмерному нагреву и разрушению буксовых узлов, а также к изломам шеек осей при расследовании случаев отказов буксовых узлов в эксплуатации. Методика распространяется на буксовые узлы колесных пар РУ1-957 и РУ1Ш-957 вагонов с подшипниками с короткими цилиндрическими роликами типа 232726 и 42726, а также на буксовые узлы колесных пар РУ1Ш-957 и РВ2Ш-957 грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм с подшипниками касетного типа.

Окончание.

Начало в № 5-6 (98-99) / 2015 — № 7-8 (100-101) / 2015

ПРИМЕР РАССЛЕДОВАНИЯ СЛУЧАЯ ИЗЛОМА ШЕЙКИ ОСИ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ РУ1-957 ИЗ-ЗА ПРОВОРОТА ВНУТРЕННЕГО КОЛЬЦА ПОДШИПНИКА

Для расследования причин излома представлены:

- ось с изломавшейся частью шейки и лабиринтным кольцом;
- изломавшаяся часть шейки оси с элементами торцевого крепления гайкой М110 и приставным упорным кольцом;
- подшипник передний в сборе с внутренним кольцом, латунным сепаратором и роликами;
- наружное и внутреннее кольца заднего подшипника;
- фрагменты латунного сепаратора и роликов заднего подшипника;
- два болта М20 крышки крепительной;
- лабиринт корпуса буксы;
- бирка с клеймами о проведении последнего полного освидетельствования и номера колесной пары.

Описание деталей буксового узла колесной пары после излома оси.

1. Ось с изломавшейся частью шейки оси длиной 25–30 мм, измеренной от торца лабиринтного кольца, и диаметром в месте излома 121 мм. Излом имеет характер хрупкого разрушения в результате проникновения расплавленной латуни сепаратора. Лабиринтное кольцо находится на шейке оси и деформировано. В его пазах находятся приварившиеся фрагменты лабиринта корпуса буксы. Лабиринтное кольцо и изломавшаяся часть шейки имеют следы нагрева и включения расплавленной латуни сепаратора заднего подшипника (рис. 39).

2. Изломавшаяся часть шейки оси длиной 145–155 мм, измеренной от торца гайки, с элементами торцевого крепления гайкой М110 и приставным упорным кольцом переднего подшипника. Максимальный диаметр шейки в месте

расположения внутреннего кольца переднего подшипника — 126 мм, в месте излома — 121 мм. Излом имеет характер хрупкого разрушения в результате проникновения расплавленной латуни сепаратора.

3. Торцевое крепление подшипников на шейки оси гайкой М110 ослабления не имеет, один болт М12 изломан по первому витку резьбы и находится в теле оси.



Рис. 39. Излом шейки оси

4. Приставное упорное кольцо переднего подшипника деформировано (рис. 40). Все детали темного цвета от перегрева, имеют участки, покрытые расплавленной латунью сепаратора и окалиной.

5. Подшипник передний в сборе с внутренним кольцом, латунным сепаратором и роликами (рис. 41). На наружном кольце имеется маркировка завода-изготовителя и года выпуска.

Внутреннее кольцо изготовлено из стали ШХ4 (характерная проточка по конусной фаске), раскатано — диаметр

посадочной поверхности 132–142 мм, покрыто расплавленной латунью и окисью цинка, имеются кольцевые следы проворота на шейке оси.

Наружное кольцо практически без изменений. Все 14 роликов незначительно раскатаны, покрыты расплавленной латунью и окисью цинка.

Сепаратор оплавлен и разрушен, имеются обрывы перемычек от оснований. На основаниях сепаратора следы износа по центрирующей поверхности отсутствуют. Перемычки оборваны в результате заклинивания (остановки) подшипника.

Все детали подшипника темного цвета и покрыты окалиной.



Рис. 40. Деформация приставного упорного кольца переднего подшипника

6. Наружное кольцо заднего подшипника (рис. 42) имеет маркировку завода-изготовителя и года выпуска. Наружная поверхность темного цвета и практически без изменений. Дорожка качения покрыта расплавленной латунью и окисью цинка, имеются приваренные оплавленные фрагменты сепаратора. Немаркированный бортик не имеет сколов. Маркированный бортик разрушен: имеет сквозные трещины и сколы (рис. 43).

7. Внутреннее кольцо заднего подшипника (рис. 44) изготовлено из стали ШХ4 (характерная проточка на бортике кольца), раскатано — диаметр посадочной поверхности 132–137 мм, имеются кольцевые следы проворота на шейке оси. Дорожка качения приобрела вогнутую форму. Бортик на длине 1/3 окружности разрушен: сколы, рваные вырвы и трещины термического характера. Все кольцо покрыто расплавленной латунью и окисью цинка.

8. Сепаратор заднего подшипника полностью разрушен и оплавлен (рис. 45).



Рис. 41. Подшипник передний в сборе с внутренним кольцом, латунным сепаратором и роликами



Рис. 42. Наружное кольцо заднего подшипника

9. Все ролики заднего подшипника полностью разрушены, деформированы, раскатаны, сварены оплавленными фрагментами сепаратора и покрыты расплавленной латуниью и окисью цинка (рис. 46).

10. Лабиринт корпуса буксы деформирован, имеет следы нагрева и включения расплавленной латуни сепаратора заднего подшипника (рис. 47).

ВЫВОД

Излом шейки оси колесной пары произошел под внутренним кольцом заднего подшипника.

Причиной излома шейки оси является проворот внутреннего кольца заднего подшипника, который привел к заклиниванию сепаратора между бортиками наружного и внутреннего колец, вызвав его остановку, отрыв перемычек сепаратора от основания. Все это послужило причиной повышения температуры нагрева подшипника до 800 °С, оплавления сепаратора, откола и вырова бортика внутреннего кольца заднего подшипника.



Рис. 46. Разрушенные ролики заднего подшипника



Рис. 43. Разрушенный маркированный бортик

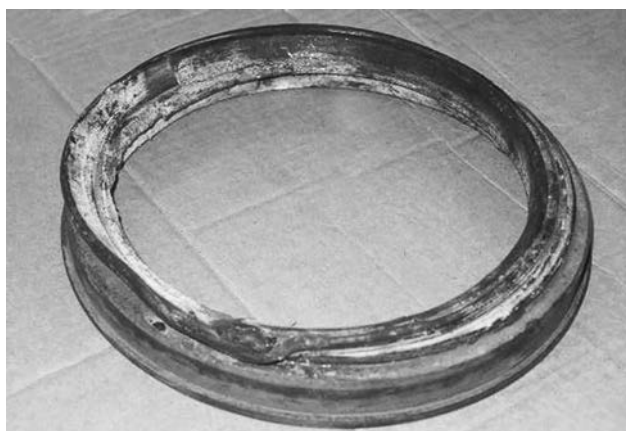


Рис. 44. Внутреннее кольцо заднего подшипника



Рис. 47. Деформированный лабиринт корпуса буксы



Рис. 45. Разрушение сепаратора заднего подшипника

ПРИМЕР РАССЛЕДОВАНИЯ СЛУЧАЯ ИЗЛОМА ШЕЙКИ ОСИ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ИЗ-ЗА ИЗЛОМА УПОРНОГО КОЛЬЦА

Для расследования причин излома представлены:

- корпус буксы с наружными кольцами подшипников;
- крышка крепежная стальная без болтов М20;
- крышка смотровая без резиновой прокладки и болтов М12;
- изломавшаяся часть шейки оси с резьбовой частью М110;

- часть изломанной шейки с лабиринтным кольцом, отрезанная от оси колесной пары;
- пять фрагментов упорного приставного кольца;
- гайка М110 с кольцевой проточкой;
- три фрагмента внутреннего кольца переднего подшипника;
- 23 отдельных ролика, бирка.

Описание деталей буксового узла колесной пары после излома оси.

1. Часть изломанной шейки с лабиринтным кольцом, отрезанная от оси колесной пары, имеет длину 88 мм, замеренную от торца бортика внутреннего кольца заднего подшипника, и имеет форму конуса. Внутреннее кольцо заднего подшипника находится на шейке оси и раскатано, кольцо изготовлено из стали марки ШХ4 (характерная проточка по бортику кольца имеется). У лабиринтного кольца лабиринтные проточки срезаны механическим способом перед отправкой в исследовательский институт (рис. 48).

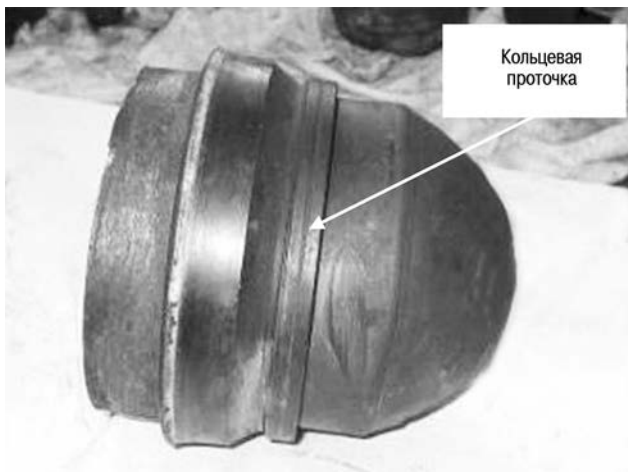


Рис. 48. Лабиринтные проточки лабиринтного кольца

2. Изломавшаяся часть оси длиной 164 мм со стопорной планкой и болтами М12. Диаметр в месте излома — 114 мм. Резьбовая часть оси полностью закатана. На цилиндрической части она раскатана неравномерно, минимальный диаметр составляет 92 мм. На торце оси находится стопорная планка без хвостовика с двумя болтами М12: у одного болта головка оборвана, а у другого — истерта. Торцевая часть оси деформирована в нагретом состоянии с образованием напльва металла в виде валика, закрывающего место излома хвостовика стопорной планки (рис. 49). Хвостовик стопорной планки отсутствует.

Для определения характера излома хвостовика стопорной планки часть напльва металла была удалена механическим способом. В результате установлено, что хвостовик был изогнут по направлению срыва гайки М110 и изломан у основания (рис. 50).

3. Гайка М110 с выточкой, внутренний диаметр резьбы — 109,5 мм, витки резьбы смяты, привалочная поверхность и коронки имеют неглубокие забоины и следы потертости о крышку смотровую (рис. 51).

На кромке в зоне перехода основания одного из шлицев к резьбе М110 имеется намин, образовавшийся в результате взаимодействия гайки с хвостовиком стопорной планки в процессе срыва резьбы гайки и оси (рис. 52).

4. Внутреннее кольцо переднего подшипника изготовлено из стали марки ШХ15СГ (характерная проточка по конусной фаске отсутствует) и изломано в холодном состоянии на три фрагмента размерами по дуге окружности дорожки качения 45, 80 и 365 мм. На посадочной поверх-

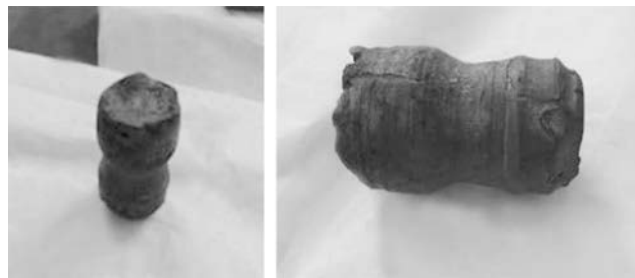


Рис. 49. Деформация торцевой части оси



Рис. 50. Излом хвостовика



Рис. 51. Гайка М110 с выточкой

ности фрагментов внутреннего кольца диаметром 130 мм отсутствуют следы его проворота относительно шейки оси. Следы заклинивания роликов на поверхности качения также отсутствуют. Торцы фрагментов имеют свежие изломы. Фрагмент размером 365 мм — черного цвета от выгоревшей смазки, остальные фрагменты — без цветов



Рис. 52. Намин, образовавшийся в результате взаимодействия гайки с хвостовиком стопорной планки

побежалости (фрагмент размером 80 мм подвергнут металловедческому исследованию). На конусной фаске имеются следы от взаимодействия с роликами заднего подшипника (рис. 53).

5. Упорное (приставное) кольцо переднего подшипника не имеет скоса («развала»), изломано в холодном состоянии на пять фрагментов, покрытых мелкими забоинами (рис. 54). Часть кольца отсутствует. Следы проворота упорного кольца относительно гайки М110 отсутствуют (рис. 55).



Рис. 53. Конусная фаска со следами взаимодействия с роликами заднего подшипника



Рис. 54. Упорное (приставное) кольцо переднего подшипника



Рис. 55. Отсутствие следов проворота упорного кольца относительно гайки

6. Полиамидные сепараторы подшипников полностью выгорели.

7. Представлены 23 ролика двух подшипников. Все ролики имеют мелкие забоины, три ролика заднего подшипника раздавлены в горячем состоянии (рис. 56) и два ролика этого же подшипника имеют износ и сколы торцов от взаимодействия с внутренним кольцом переднего подшипника (рис. 57).

8. Крепительная стальная крышка без замечаний (рис. 58).



Рис. 56. Ролики цилиндрические



Рис. 57. Ролики, имеющие износ и сколы торцов от взаимодействия с внутренним кольцом переднего подшипника



Рис. 58. Крепительная стальная крышка

9. Смотровая крышка деформирована и имеет местные вмятины. На внутренней стороне имеются следы контакта с разрушенными деталями буксового узла. На наружной поверхности следы чрезмерного нагрева отсутствуют (рис. 59). Резиновая прокладка и болты М12 отсутствуют.



Рис. 59. Деформация смотровой крышки

10. Корпус буксы с двумя наружными кольцами подшипников в верхней части имеет характерную деформацию и фрагмент выпрессовавшегося лабиринта. Износ опорных поверхностей верхних приливов составляет 9 мм (расстояние от оси буксы до опорной поверхности верхних приливов — 164 мм при нормативе 173 ± 1 мм) с выходом на поперечные ребра жесткости. Состояние дорожек качения и бортиков наружных колец подшипников удовлетворительное. На торце наружного кольца переднего подшипника имеются знаки маркировки номера подшипника 492566, изготовителя ГПЗ-3 и четыре отметки о проведении ремонта подшипника второго вида в 1994, 1999, 2000 и 2002 годах (рис. 60).



Рис. 60. Деформация корпуса буксы



ВЫВОД

Причиной излома шейки оси является разрушение торцевого крепления, вызванное хрупким разрушением упорного (приставного) кольца переднего подшипника. Это привело к сдвигу корпуса буксы, срыву гайки М110, изгибу и последующему излому хвостовика стопорной планки и наплыву роликов заднего подшипника на конусную фаску внутреннего кольца переднего подшипника, которое вызвало его холодное разрушение на три отдельных фрагмента. Разрушение внутреннего кольца переднего подшипника и выпадение его фрагментов в крышку ускорило процесс излома шейки оси.

В результате вся внешняя нагрузка на узел воспринималась одним задним подшипником. Заклинивание роликов этого подшипника в радиальном направлении и интенсивный нагрев его в нагруженной зоне привели к полному выгоранию полиамидных сепараторов, группированию роликов в нагруженной зоне и в итоге — к излому шейки оси. [1][2]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Подшипники качения. Общие технические условия. Межгосударственный стандарт : ГОСТ 520-2002. — М. : Стандартинформ, 2009. — 70 с.
2. Колесные пары для вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм. Технические условия : ГОСТ 4835-2006. — М. : Стандартинформ, 2007. — 12 с.
3. Методика определения причин изломов шеек осей и разрушения роликовых буксовых узлов / С. Г. Иванов, С. Х. Флюменбаум, А. В. Фофанова. — М. : ОАО «ВНИИЖТ», 2008. — 107 с.

Получено 02.04.2015