

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ЗАКЛИНИВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

**Г. А. Околович, Т. Г. Шарикова, М. В. Гертер,
С. В. Герман, С. А. Чекалина**

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Статья посвящена актуальной проблеме – исследованию структуры роликовых подшипников из стали ШХ15СГ. Установлено повышение твердости от 59 до 62 HRC вследствие превращения остаточного аустенита в мартенсит с увеличением объема, усилением натяга и разогрева. Цель исследования – установить причину заклинивания роликовых подшипников для железнодорожных вагонов при их эксплуатации.

Ключевые слова: подшипник, структура, остаточный аустенит, мартенсит, питтинг

RESEARCH THE CAUSES WEDGE ROLLER BEARINGS OPERATING RAIL CARS

**G. A. Okolovich, T. G. Sharikova, M. V. Gerter,
S. V. German, C. A. Chekalina**

Altai state technical university, Barnaul, Russia

The article is devoted to the actual problem – the study of the structure of the roller bearing steel ШХ15СГ. Increase of hardness 59 to 62 HRC due to the transformation of residual austenite into martensite with an increase in volume, increasing tension and heating. The purpose of the study – to establish the cause of jamming roller bearings for railroad cars during their operation.

Ключевые слова: bearing, structure, retained austenite, martensite, pitting

При визуальном осмотре двух комплектов подшипников для железнодорожных вагонов серии 36 – 23 276 Е2М 10-6-Т, изготовленных на АО «Степногорский подшипниковый завод», дефектов не выявлено кроме цветов побежалости на торцах роликов (желтый цвет) с микротрещинами поверхности (рисунки 1, 2).

Для дальнейшего исследования были изготовлены микрошлифы вдоль ролика и с торцевой поверхности. Твердость на торце ролика изменялась от 59 HRC до 62 HRC.

Следует отметить, что твердость в центре ролика составила HRC 59 – 61, а на кольцевой поверхности (цвета побежалости) HRC 61 – 62. Вследствие чего она повысилась? Наши дальнейшие исследования показали – вследствие превращения остаточного аустенита в мартенсит с повышением твердости и увеличением размеров изделия. Кроме того, аналогично из-

менялась твердость вдоль поверхности ролика от 59 HRC до 62 HRC у торца.

Под действием контактной циклической нагрузки на поверхности качения снижается содержание количества остаточного аустенита (Аост). Превращение остаточного аустенита в мартенсит сопровождается увеличением объема и возникновением дополнительных напряжений вследствие интенсивного трения и возникновением микротещин.

Роликовые подшипники для букс железнодорожных вагонов работают в условиях высоких контактных и динамических нагрузок.

Долговечность подшипников определяется, главным образом, качеством стали и ее термической обработкой.

Наиболее типичны следующие виды повреждений: контактно-усталостное выкрашивание (питтинг), вмятины, отслаивания, износ, трещины, коррозия.



Рисунок 1 – Подшипник



Рисунок 2 – Торец подшипника

Подшипниковая сталь должна обладать высокой твердостью HRC 60...65 в закаленном и отпущенном состоянии, износостойкостью и контактной выносливостью, высокой прочностью и достаточной вязкостью. Отсю-

да высокие требования к условиям выплавки и качеству стали, химическому составу и микроструктуре (неметаллические включения, карбидная неоднородность, характер и структура мартенсита закалки).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ЗАКЛИНИВАНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

Исходя из этого, ГОСТ 801-78 не допускает отклонения от норм химического состава [1].

С целью обеспечения требуемой прокаливаемости крупногабаритных подшипников сечением свыше 140 мм для стали ШХ15СГ устанавливаются суженные пределы содержания элементов: массовая доля марганца 1 – 1,2 %; хрома 1,40 – 1,65 %; кремния 0,45 – 0,65 %.

Кроме того, сталь должна обладать размерной стабильностью при длительном хранении и эксплуатацией подшипников предотвращающей их «заклинивание» и ослабление посадочного натяга.

Отпуск должен обеспечивать повышение вязкости стали за счет снижения тетрогальности мартенсита и внутренних напряжений без интенсивного распада остаточного аустенита, сопровождающегося падением ударной вязкости, который выполняют при 150 – 175 °С. Общая продолжительность отпуска зависит от массы и размеров деталей и колеблется от 2,5 – 3,5 до 7 – 9 часов для деталей крупногабаритных подшипников, однако интенсивный распад аустенита начинается при температурах 275 °С.

Поэтому увеличивают длительность отпуска при температуре 150 – 175 °С не только для полноты превращения остаточного аустенита в мартенсит, но и для его стабилизации.

Микроструктуру подшипниковой стали определяют при увеличении в 500 раз. После термической обработки она должна содержать скрытокристаллический мартенсит и равномерно распределенные избыточные карбиды. Наличие тростита свидетельствует о недостаточном нагреве или интенсивности охлаждения. Перегрев обнаруживается по появлению заметной игольчатости мартенсита.

Трещины в деталях подшипников не допускаются [2].

Остаточный аустенит сохраняется в структуре сталей отпускаемых с сохранением высокой твердости и может значительно влиять на их основные свойства. Прежде всего, аустенит даже в отпущенном состоянии не является полностью стабильным и превращается с неодинаковой интенсивностью под действием следующих причин:

1. Длительной выдержке при температуре +20 °С и при отсутствии заметных нагрузок (по всему объему 3 – 5 %).

2. Охлаждение до температур ниже 0 °С. Превращение протекает по всему объему, что в большинстве случаев охрупчивает сталь.

3. Выдержка закаленной стали при температуре +20 °С 1 ч. или отпуск вызывают

свободную стабилизацию, заключающуюся в том, что при последующем охлаждении до низких температур превращается уже меньшее количество аустенита. Тем не менее, низкотемпературный отпуск закаленной стали не создает полной устойчивости аустенита, и некоторое количество его превращается и в отпущенной стали при повторном, особенно многократном, охлаждении ниже 0 °С.

4. Напряжения и деформации в эксплуатации вызывают превращение в отдельных объемах, и охватывает тонкие поверхностные слои.

5. Замедление непрерывного охлаждения при закалке приводит к стабилизации аустенита.

Превращение не чувствительно к указанной выше стабилизации аустенита и протекает одинаково в закаленной и отпущенной стали. Стабильность размеров снижается, так как при самопроизвольном превращении аустенита увеличиваются размеры. Их стабильность нарушается еще больше, если изделие в процессе длительной эксплуатации охлаждается и нагревается даже до 150 °С [3]. Что и происходит с подшипниками. Зимой они охлаждались до -30 °С что сопровождалось превращением Ауст в мартенсит с увеличением объема и натяга. Контактные нагрузки так же вызывали превращение Ауст в мартенсит деформации (Мд) вследствие пластической деформации в зоне контакта. Перечисленные явления сопровождалось нагревом от трения контактирующих поверхностей до 300 °С, о чем свидетельствует цвет побежалости.

В отличие от стали ШХ15 сталь ШХ15СГ после отпуска при 250 °С имеет недостаточную стабильность остаточного аустенита и размеров при рабочих температурах до 150 °С и выше и заметную нестабильность даже при 120 °С из-за неполного превращения остаточного аустенита при отпуске. Отпуск при 275 °С дает приемлемую стабильность размеров при температурах до 150 – 200 °С [4].

ВЫВОДЫ

Высокая стабильность стали ШХ15СГ при температуре 200 °С может быть получена только после отпуска при 300 °С, полностью разлагающего остаточный аустенит. Структурную и размерную нестабильность стали ШХ15СГ можно существенно повысить применением обработки холодом в сочетании с отпуском 250 °С в течение 3 – 6 ч. [4].

Список литературы

1. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей: Справочник под общей ред. Кальнера В.Д. – М.: Машиностроение, 1984. - 383 с.
2. Геллер, Ю.А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1975. - 582 с.
3. Башнин, Ю.А. Технология термической обработки. - М.: Металлургия, 1986. - 423 с.
4. Спектор, А.Г. Структура и свойства подшипниковых сталей / А.Г. Спектор, Б.М. Зельбет, С.А. Киселева. - М.: Металлургия, 1980. - 263 с.

Околович Геннадий Андреевич – д. т. н., профессор

Шарикова Татьяна Геннадьевна – доцент

Гертер Максим Владимирович – аспирант

Герман Светлана Викторовна – аспирант

Чекалина Светлана Анатольевна – магистрант

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный
технический университет им. И.И. Ползунова»
(АлтГТУ),
г. Барнаул, Россия