

Триботехнические свойства пары трения «ВАКУУМНЫЕ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫЕ ПОКРЫТИЯ НА СТАЛИ ШХ15 – СТАЛЬ ШХ15»

А. М. ДВОРАК ✓

*НИИЛ «Физика поверхностей и тонких пленок»,
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В. П. КАЗАЧЕНКО

*НИИЛ плазменных и лазерных технологий,
Белорусский национальный технический университет, г. Минск*

Одним из основных материалов, который используется для изготовления колец и тел качения подшипников, является подшипниковая сталь ШХ15. Подшипник качения – ответственная деталь, выход из строя которой может привести к значительным авариям и последующим безвозвратным потерям. Выход из строя подшипников качения происходит, в частности, из-за усталостного разрушения рабочих поверхностей, которое дополняется износом в результате проскальзывания тел качения [1]. Снижение трения и интенсивности изнашивания, увеличение срока службы подшипников различного назначения возможно с помощью нанесения покрытий [2, 3].

В настоящей работе приводятся результаты исследования триботехнических характеристик вакуумных ионно-плазменных покрытий, состоящие из слоев нитрида титана и алмазоподобного углерода [TiN-DLC(N)], легированного азотом. Покрытия формировали на подложках из стали ШХ15. Технология термической и механической обработки, шероховатость поверхности, значение твердости подложек полностью соответствовали параметрам тел качения, используемых в подшипниках.

Триботехнические испытания проводили на микротрибометре возвратно-поступательного действия по схеме сфера – плоскость без смазочного материала. Такие условия испытаний моделируют процесс проскальзывания при работе подшипника качения в тяжелых условиях эксплуатации и/или при отсутствии смазочного материала. В качестве индентора использовали шарик из закаленной стали ШХ15. Начальное контактное давление, рассчитанное по формуле Герца, составляло 390 МПа. Во время испытания регистрировали силу и путь трения, по которым рассчитывался коэффициент трения и коэффициент изнашивания контртела.

На рисунке 1 приведены данные по кинетике трения исследованных образцов.

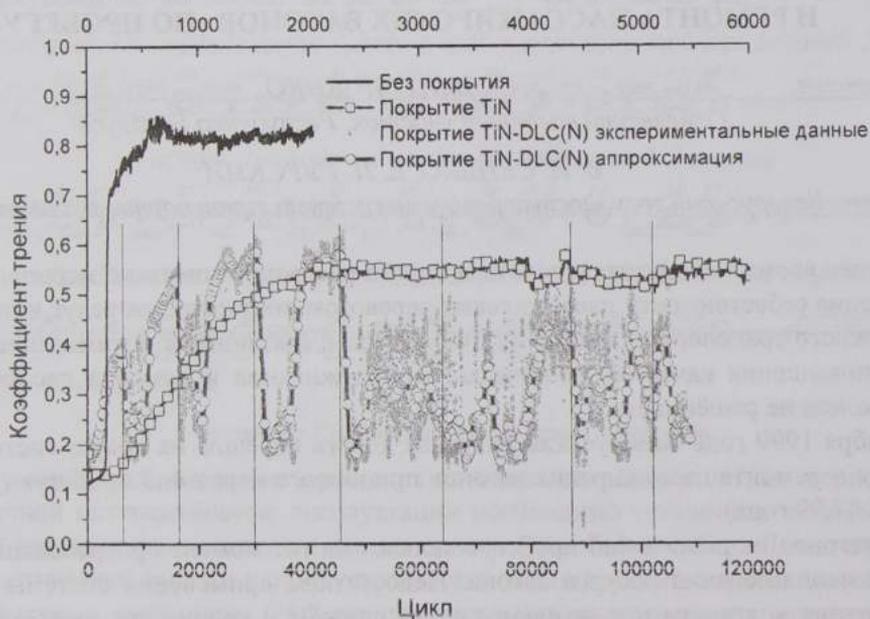


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента трения от количества циклов истирания (верхняя ось абсцисс соответствует графикам для образцов без покрытия и с покрытием TiN)

Для пары трения без поверхностного модифицирования коэффициент трения уже после 600 циклов истирания достигал значения 0,8. Испытания сопровождались скрипами в зоне трения, наблюдался значительный износ. Коэффициент изнашивания контртела составил $1,4 \cdot 10^{-15}$ м³/Н·м. Для образцов с покрытием нитрида титана через 2000 циклов истирания коэффициент трения имел величину 0,5–0,55 и сохранял свое значения до окончания испытаний. Коэффициент изнашивания контртела за 6000 циклов истирания был равен $6,1 \cdot 10^{-16}$ м³/Н·м. Коэффициент трения образца с покрытием TiN–DLC(N) монотонно увеличивался и при 6000 циклах испытаний был равен 0,39. Увеличение коэффициента трения продолжалось до значения 0,58 при 50 000 циклов истирания. Вплоть до 110 000 циклов, несмотря на существенные колебания в диапазоне 0,17–0,5, коэффициент трения покрытия TiN–DLC(N) был ниже, чем для образцов с покрытием TiN и без модификации. Периодичность испытаний приводила к тому, что после длительных остановок (более 10 часов) микротрибометра коэффициент трения резко снижался с последующим увеличением. Коэффициент изнашивания контртела для покрытия TiN–DLC(N) составил $4,83 \cdot 10^{-17}$ м³/Н·м, что почти в 30 раз меньше, чем образца без покрытия и в 12 раз меньше, чем для образца с покрытием TiN.

Покрытие TiN–DLC(N) было нанесено на конические ролики. Ролики с покрытием полностью соответствовали техническим требованиям и были установлены в однорядные радиально упорные подшипники типа 7522. Измерение уровня вибраций подшипников в диапазоне 50–10000 Гц показали, что он уменьшился в среднем на 20 % по сравнению с подшипниками без покрытия. Такое уменьшения уровня вибраций подшипников с покрытиями связано с улучшением условий смазки, уменьшением коэффициента трения. Ресурсные стендовые испытания, которые проводились при радиальной нагрузке равной 123 кН, осевой нагрузке 73 кН и скорости вращения 1000 об/мин показали увеличение времени работы модифицированных подшипников в 3 раза.

Список литературы

- 1 Орлов, А. В. Испытания конструкционных материалов на контактную усталость / А. В. Орлов, О. Н. Черменский, В. М. Нестеров. – М.: Машиностроение, 1980.
- 2 Multifunctional Coating // Schaeffler Innovation Insight. – 2013. Issue 2. – P. 06–07.
- 3 Liu, Hongxi. Wear behaviour and rolling contact fatigue life of Ti/TiN/DLC multilayer films fabricated on bearing steel by PIPD / Liu, Hongxi, Jiang Yehua, Zhou Rong, Tang Baoyin // Vacuum. – 2012. – Vol. 86. – P. 848–853.

УДК 629.463.004.67 (075.8)

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ «ПО ПРОБЕГУ»

А. Э. ДМИТРИЧЕНКО,

Гомельский вагонный участок, Республика Беларусь

В. И. СЕНЬКО, Е. П. ГУРСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время Белорусская железная дорога реализует комплекс мероприятий, направленных на снижение себестоимости пассажирских перевозок, рост качества услуг и привлекательности железнодорожного транспорта. Однако многие вопросы, связанные с оптимизацией межремонтных периодов и повышения качества технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов, остаются до конца не решёнными.

С 1 сентября 1999 года Белорусская железная дорога перешла на новую систему технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов приписного парка «по пробегу» (согласно приказу № 88-Н от 26.07.99 года).

Перевод вагонов на ремонт «по пробегу» являлся на тот момент прогрессивным и выгодным с точки зрения использования ресурса вагона. Недостатком применения системы стала невозможность обеспечения кратности нормативного срока службы и количества межремонтных периодов вагона за жизненный цикл, как следствие, – сложность и низкая достоверность прогнозирования вывода вагонов в ремонт.