

ФРИКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ РЫЧАЖНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ НАПЛАВКОЙ

П. Н. БОГДАНОВИЧ, Е. В. МИРОНЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Безопасность движения подвижного состава в значительной степени определяется надежностью тормозной системы. В подавляющем большинстве случаев причиной, вызывающей изменение состояния тормозной системы и необходимость замены ее деталей, является их износ. Как правило, забракованные по износу детали теряют только 1,5–2 % исходной массы, сохраняя прочностные характеристики, что позволяет их восстанавливать. Себестоимость восстановления большинства деталей наплавкой не превышает 56–60 % стоимости новых, а расход материалов, учитывая предварительную механическую обработку, в 20–25 раз меньше. К настоящему времени разработан широкий ассортимент легированных наплавочных материалов с различным химическим составом [1]. Однако рекомендации по выбору материалов, наиболее соответствующих заданным режимам эксплуатации, отсутствуют. Поэтому представляло интерес провести исследования, позволяющие осуществлять выбор наплавочных материалов, обеспечивающих наибольшую долговечность элементов рычажной тормозной системы.

В качестве наплавочного материала использовались: Булат-1, Св-08Г2С, ПП-АН 180 МН, ОЗН-300М (производства РФ); LASTEK 807 (Бельгия); Wearshield/Mangiet ("Lincoln ELECTRIC", США). Моделирование работы фрикционных узлов осуществлялось на машине трения СМТ – 1 по схеме «вал – вкладыш». Скорость скольжения изменялась в интервале 0,25–1,0 м/с, а нормальная нагрузка – от 100 до 300 Н. Интенсивность изнашивания определялась методом взвешивания по потере массы образца.



Рисунок 1 – Интенсивность изнашивания наплавочных материалов: 1, 2 – ПП-АН 180 МН; 3, 4 – ОЗН-300М; 5 – LASTEK 807; 6 – Булат-1; 7 – Wearshield/Mangiet; 8 – ПП-АН 180 МН

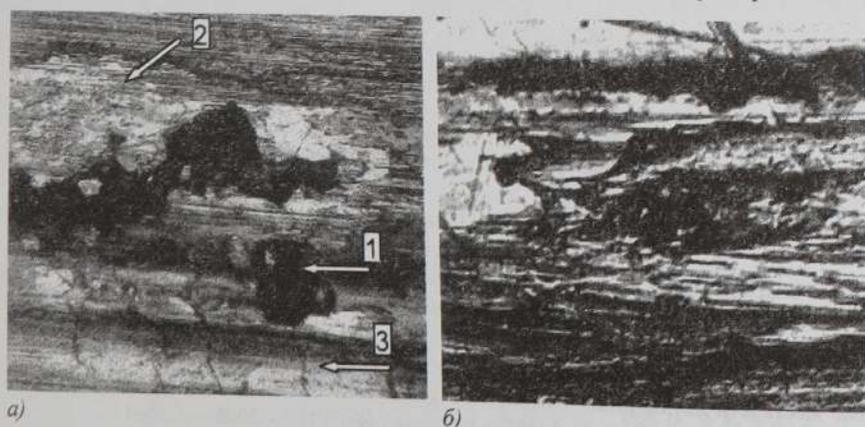


Рисунок 2 – Поверхность ролика после изнашивания: а – пара трения ОЗН-300М – ОЗН-300М; б – Wearshield/Mangiet – Wearshield/Mangiet

Сравнительные триботехнические испытания показали, что при восстановлении сопрягаемых деталей наплавкой одноименных материалов интенсивность изнашивания I_n обеих из них предельно высокая. Так, при восстановлении ролика и вкладыша проволокой порошковой ПП-АН-180МН (твердость до 30 HRC) в среде CO_2 значение I_n даже при легких режимах нагружения ($v = 0,25$ м/с и $p = 0,25$ МПа) достигает $7 \cdot 10^{-8}$ (рисунок 1). Аналогичная картина наблюдается при наплавке деталей материалом ОЗН-300М, обладающим более высокой твердостью (36 HRC). Причина такого явления в том, что материалы одной природы имеют одинаковую кристаллическую решетку и это способствует

взаимной диффузии на пятнах фактического контакта. В итоге обеспечивается возможность образования прочных мостиков сварки между контактирующими выступами. Срез таких мостиков сварки при трении происходит по объему основного материала, что приводит к образованию вырывов (стрелка 1), задиоров (стрелка 2) и схватыванию сопрягаемых деталей (рисунок 2, а) [2]. Кроме того, из-за высоких контактных напряжений

реализуется усталостное разрушение наплавленного слоя – на поверхности трения образуются усталостные трещины, ориентированные перпендикулярно вектору скорости скольжения (стрелка 3). Для материалов с низкой твердостью (17-20 HRC) процесс схватывания при высоких p и v более ярко выражен (рисунок 2, б). Значительно более высокой износостойкостью обладают элементы пар трения, восстановленные различными материалами (см. позиции 5–8 на рисунке 1).

На рисунке 1 видно, что слой на поверхности ролика, наплавленный материалами LASTEK 807 и Wearshield/Mangiet, изнашивается более интенсивно, нежели вкладыш (Булат-1 и ПП-АН 180 МН). На первый взгляд должен наблюдаться обратный эффект, поскольку площадь поверхности трения ролика примерно в 6 раз выше, чем вкладыша, и вступает в контакт периодически, имея возможность охлаждаться, а поверхность вкладыша находится в контакте весь период истирания. Это обусловлено более высокой твердостью материалов Булат-1 (56 HRC) и ПП-АН 180 МН (51 HRC).

Механизм и интенсивность изнашивания сопрягаемых деталей рычажной тормозной системы определяются режимами их нагружения. Так, независимо от природы материалов наплавленного слоя увеличение контактного давления p сопровождается монотонным ростом суммарной интенсивности изнашивания (I_h ролика + I_h вкладыша), причем эта зависимость более существенна в области высоких значений p (рисунок 3). Анализ изношенных поверхностей показал, что наплавленный слой подвергается одновременно протекающим абразивному, адгезионному, усталостному и окислительному видам изнашивания. Очевидно, что каждая из этих составляющих возрастает с повышением нагрузки, т. к. увеличивается глубина внедрения абразивных частиц, растут число и прочность мостиков сварки между трущимися деталями и амплитудные значения контактных деформаций [3]. Возрастает также температура на пятнах контакта, скорость окисления металла и разрушения оксидных пленок. Влияние скорости на I_h определяется рядом конкурирующих факторов (температура в зоне контакта, глубина внедрения выступов сопрягаемого тела, скорость образования и разрушения оксидных пленок), поэтому зависимость $I_h(v)$ неоднозначна.

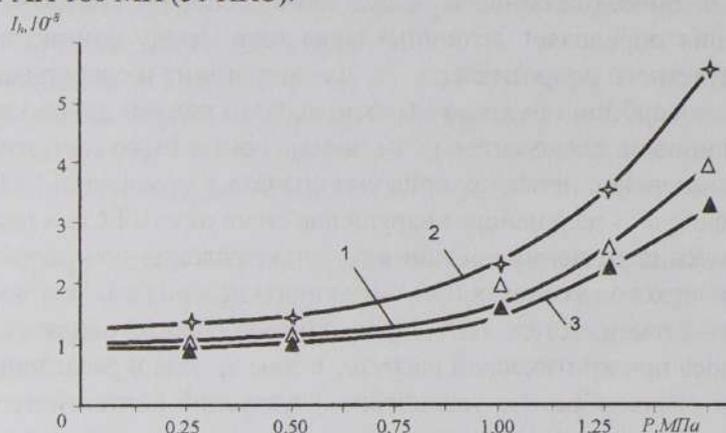


Рисунок 3 – Влияние нагрузки на суммарную интенсивность изнашивания вкладыша (наплавленный слой из Булат-1) и ролика (1, 2 – слой из СВ-08Г2С; 3 – слой из LASTEK 807) при: 1, 3 – $v = 0,25$ м/с; 2 – $v = 0,75$ м/с

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Хасуи, А. Наплавка и напыление / А. Хасуи, Моригакио. – М. : Машиностроение, 1985. – 239 с.
- 2 Богданович, П. Н. Трение и износ в машинах / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак. – Мн. : Вышэйшая школа, 1999. – 374 с.
- 3 Богданович, П. Н. Изнашивание твердых тел / П. Н. Богданович. – Гомель : БелГУТ, 1997. – 112 с.

УДК 531.43

ОПЕРАТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ БУКСОВЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

К. П. БОНДАРЕНКО, А. И. КАБАЦКИЙ, О. В. ХОЛОДИЛОВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С. В. КОРОТКЕВИЧ
РУП «Гомельэнерго»

Надёжность и долговечность буксовых узлов железнодорожных вагонов во многом определяется работоспособностью подшипников качения. Составным элементом подшипника является смазочный материал, который в процессе эксплуатации создает на контактирующих поверхностях гра-