

ВЫБОР МАТЕРИАЛА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ РЫЧАЖНОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

П. Н. БОГДАНОВИЧ, Н. В. САЗОНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из важнейших факторов, определяющих безопасность движения железнодорожного транспорта, является безотказное функционирование тормозной системы вагонов и тепловозов. Интенсивное изнашивание и высокая стоимость деталей тормозной системы приводят к необходимости их восстановления, которое осуществляется наплавкой изношенных участков. К настоящему времени разработан широкий ассортимент легированных наплавочных материалов [1]. Результаты сравнительных исследований этих материалов, направленные на выбор наиболее эффективного из них, изложены в работе [2]. Однако они осуществлялись при трении без смазочного материала и при отсутствии возможности попадания абразивных частиц в зону контакта сопрягаемых деталей. На практике осуществляется как минимум разовая смазка пластичным смазочным материалом (ПСМ) во время сборки узла. Поскольку узлы трения открыты, в зазор между сопрягаемыми деталями попадают абразивные частицы.

В качестве наплавочного материала использовались Булат-1 (производства РФ); Св-08Г2С (РФ); Wearshield/Mangiet (США); LASTEK 807 (Бельгия). Моделирование работы фрикционных узлов проводилось на машине трения СМТ-1 по схеме «ролик – вкладыш». Ролик, на поверхность трения которого перед испытаниями наносился тонкий слой ПСМ «Солидол», погружался в кювету с абразивными частицами размером до 80 мкм. Контактное давление P изменялось от 0,05 до 0,35 МПа, а скорость скольжения $v = 0,25$ м/с. Линейная интенсивность изнашивания I_h определялась взвешиванием по потере массы образца.

Установлено, что зависимость коэффициента трения f всех материалов сопрягаемых деталей от контактного давления для отражается кривой с минимумом. Это подтверждается, например, представленными на рисунке 1 результатами испытаний пар трения Булат-1 (вкладыш) – другие наплавочные материалы (ролик). Уменьшение f связано с тем, что при упругом контакте доминирует молекулярная составляющая, а повышение P вызывает малозаметное увеличение фактической площади контакта и, как следствие, несущественный рост числа молекулярных связей. При переходе к пластическому контакту f возрастает, т. к. доминирует деформационная составляющая, зависящая от глубины внедрения выступов поверхностей сопрягаемых тел.

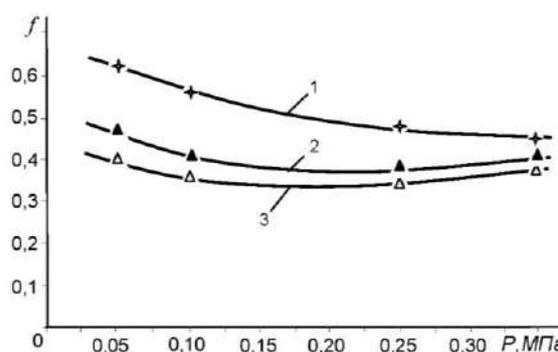


Рисунок 1 – Влияние нагрузки на коэффициент трения вкладыша (Булат-1) по ролику:
(1 – Булат-1; 2 – Св-08Г2С; 3 – LASTEK 807)

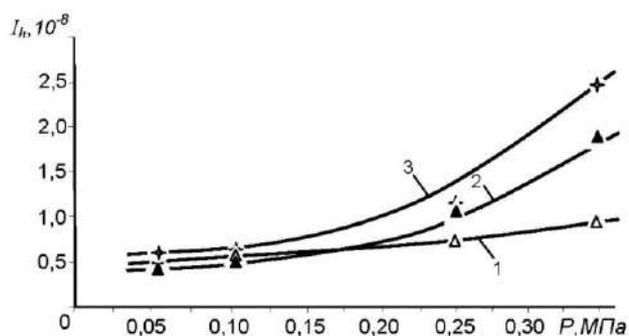


Рисунок 2 – Влияние нагрузки на суммарную интенсивность изнашивания вкладыша (слой из Булат-1) и ролика
(1 – LASTEK 807; 2 – Св-08Г2С; 3 – Булат-1) при $v = 0,25$ м/с

брана суммарная I_h вкладыша и ролика (рисунок 2). Показано, что наиболее износостойким является сопряжение Булат-1 – LASTEK 807 (кривая 1). Причина в том, что оба эти элемента обладают

более высокая нормальная нагрузка. Срок службы узла трения зависит от износа обеих сопрягаемых деталей, поэтому в качестве исследуемого параметра была выбрана суммарная I_h вкладыша и ролика (рисунок 2). Показано, что наиболее износостойким является сопряжение Булат-1 – LASTEK 807 (кривая 1). Причина в том, что оба эти элемента обладают

более высокая нормальная нагрузка. Срок службы узла трения зависит от износа обеих сопрягаемых деталей, поэтому в качестве исследуемого параметра была выбрана суммарная I_h вкладыша и ролика (рисунок 2). Показано, что наиболее износостойким является сопряжение Булат-1 – LASTEK 807 (кривая 1). Причина в том, что оба эти элемента обладают

более высокая нормальная нагрузка. Срок службы узла трения зависит от износа обеих сопрягаемых деталей, поэтому в качестве исследуемого параметра была выбрана суммарная I_h вкладыша и ролика (рисунок 2). Показано, что наиболее износостойким является сопряжение Булат-1 – LASTEK 807 (кривая 1). Причина в том, что оба эти элемента обладают

высокой твердостью: 560 НВ и 496 НВ соответственно. Поэтому они оказывают высокое сопротивление внедрению абразивных частиц, снижая вклад абразивного изнашивания ϵ в суммарную I_h . Кроме того, эта пара обладает наиболее низким коэффициентом трения (см. рисунок 1), что обеспечивает невысокие контактные напряжения и сравнительно малый вклад усталостного разрушения поверхности трения в I_h . Причиной более высокой I_h сопряжения Булат-1 – СВ-08Г2С является низкая твердость наплавочного материала СВ-08Г2С (151 НВ), в поверхностный слой которого внедряются абразивные частицы, оставляя глубокие бороздки.

Несмотря на высокую твердость обоих элементов и, как следствие, малую глубину внедрения абразива, сопряжение Булат-1 – Булат-1 обладает меньшей износостойкостью, чем другие пары трения (кривая 3 на рисунке 2). Это можно объяснить тем, что контактирующие выступы поверхностей трения одноименных материалов образуют прочные мостики сварки, разрушение которых при трении сопровождается интенсивно протекающим адгезионным изнашиванием [3]. Изложенные результаты указывают на нецелесообразность, восстановления обеих изношенных деталей трибосопряжения одноименными материалами.

Увеличение нормальной нагрузки сопровождается монотонным ростом I_h всех наплавочных материалов, несмотря на снижение f . Такая зависимость $I_h(P)$ обусловлена ростом глубины внедрения абразивных частиц в материалы трущихся деталей при повышении нормальной нагрузки. Увеличивается также вероятность разрушения граничного смазочного слоя между выступами сопрягаемых поверхностей, что способствует реализации адгезионного изнашивания.

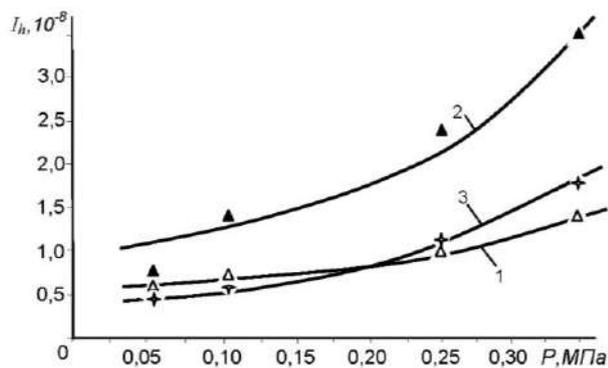


Рисунок 3 – Влияние нагрузки на суммарную интенсивность изнашивания вкладыша (Wearshield/Mangiet) и ролика (1 – LASTEK 807; 2 – СВ-08Г2С; 3 – Булат-1) при $v = 0,25$ м/с

При трении без смазки высокое сопротивление изнашиванию оказывает Wearshield/Mangiet (496 НВ) [2]. Поэтому представляла интерес оценка триботехнических характеристик этого материала при граничной смазке. Испытания показали, что по сравнению с Wearshield/Mangiet слой Булат-1, наплавленный на вкладыш, независимо от материала ролика, обеспечивает более высокую ϵ узла трения в целом (рисунки 2 и 3). Из-за низкой твердости материала, наплавленного на ролик, наибольшей I_h во всём исследуемом интервале нагрузке подвергается пара трения Wearshield/Mangiet – СВ-08Г2С (кривая 2 на рисунке 3). Достаточно высокой износостойкостью обладает со-

пряжение Wearshield/Mangiet – Булат-1, однако при $P > 0,2$ МПа зависимость $I_h(P)$ становится более существенной (кривая 3). Поэтому предпочтительнее в этой серии испытаний сопряжение Wearshield/Mangiet – LASTEK 807, для которого $I_h \in (0,6 \dots 1,3) \cdot 10^{-8}$.

Сравнительный анализ данных, представленных на рисунке 2 и 3, свидетельствует о том, что суммарная интенсивность изнашивания Булат-1 – LASTEK 807 ниже ($I_h \in (0,6 \dots 0,8) \cdot 10^{-8}$), чем I_h Wearshield/Mangiet – LASTEK 807, особенно при повышении P , а зависимость $I_h(P)$ менее ярко выражена. Следовательно, наружную цилиндрическую поверхность (вал, ролик) целесообразно восстанавливать наплавкой LASTEK 807, а внутреннюю (втулка) – материалом Булат-1.

Список литературы

- 1 Хасуи, А. Наплавка и напыление / А. Хасуи, О. Моригаки. – М. : Машиностроение, 1985. – 239 с.
- 2 Богданович, П. Н. Фрикционные характеристики элементов рычажной тормозной системы, восстановленных наплавкой / П. Н. Богданович, Е. В. Мироненко // Проблемы безопасности на транспорте : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2010. – С. 98–99.
- 3 Богданович, П. Н. Трение и износ в машинах / П. Н. Богданович, В. Я. Прушак. – Минск : Выш. шк., 1999. – 374 с.