

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ПРИВОДА

В. Н. ГАЛУШКО, Р. Д. МЕЛЬНИК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Процесс совершенствования традиционных типов электрических машин продолжается более ста лет. За это время были достигнуты значительные успехи. Однако требования, предъявляемые современными электромеханическими устройствами к электрическим машинам, продолжают расти, а резервы повышения их показателей и характеристик в определенной степени исчерпаны.

Качественный скачок в этом направлении обозначен разработкой интеллектуальных электромеханических преобразователей энергии, которые одновременно осуществляют и преобразование энергии, и управление им. Одним из интеллектуальных электромеханических преобразователей энергии является вентильно-индукторный двигатель (ВИД).

ВИД представляет собой шаговый двигатель, работающий в режиме постоянного вращения. Шаговый двигатель – разновидность синхронного бесщёточного электродвигателя с несколькими обмотками, последовательная активация которых вызывает дискретные угловые перемещения (шаги) ротора.

Наиболее целесообразно использовать ВИД в качестве электропривода механизмов, в которых по условиям работы требуется осуществление регулирования в широком диапазоне частоты вращения. Примером здесь могут быть электроприводы станков с числовым программным управлением и промышленных роботов.

Эффективность использования ВИД существенно повышается, если необходимость регулирования частоты вращения сочетается с тяжелыми условиями работы, как это имеет место в электроприводах для металлургии, горнодобывающей промышленности и подвижного состава электрического транспорта.

В промышленности есть большой класс устройств и механизмов, использующих нерегулируемый электропривод, где энергетическая эффективность существенно возрастает при использовании регулируемого электропривода. К таким устройствам, прежде всего, относятся компрессоры, насосы и вентиляторы. Использование здесь ВИД является весьма перспективным.

В ходе исследования будут разработаны механическая часть, магнитная система, электрическая система, а также выполнен тепловой расчет.

ВИД представляет собой относительно новый тип электромеханического преобразователя энергии. Поэтому его продвижение на рынке происходит достаточно медленно. Однако уже сейчас многие электротехнические фирмы мира либо рассматривают возможность серийного выпуска ВИД, либо уже производят его. За последние десять лет доля применения ВИД в регулируемом электроприводе возросла в восемь раз. По всей видимости, эта цифра будет расти.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ И ГИСТЕРЕЗИСНОЙ СОСТАВЛЯЮЩИХ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНО МОДИФИЦИРОВАННОЙ РЕЗИНЫ

М. А. ГЕТИКОВА, А. Н. ПОПОВ, А. В. ДОЛГОДИЛИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель, Беларусь

Уплотнительные резиновые манжеты получили массовое применение для герметизации подвижных соединений гидросистем. Ввиду этого актуально повышение ресурса работы манжет путем поверхностной модификации углеродными покрытиями [1]. Согласно [2] можно выделить два основных фактора, обуславливающих трение между поверхностями при скольжении: адгезионный и деформационный (гистерезисный). Спрогнозировать эффективность работы поверхность резиновой манжеты при работе в динамической системе поможет исследование коэффициента трения и его составляющих.

Цель работы. Получение зависимостей коэффициента трения, его адгезионной и гистерезисной составляющих, от различных нагрузок для модифицированной углеродными покрытиями бутадиен-нитрильной резины.

Материалы и методы. Углеродные покрытия наносились на листовую бутадиен-нитрильную резину. Покрытия формировались из графита в плазме импульсного катодно-дугового разряда, их толщина составила $\sim 0,1$ мкм.

Триботехнические испытания проводились на возвратно-поступательном микротрибометре по схеме «сфера – плоскость» при различных нагрузках (0,5, 1 и 2 Н) со скоростью от 0 до 27 мм/с при ширине дорожки трения 13,5 мм. Для анализа и визуализации данных использовались программные продукты Python (x, y) и Origin 9.0. Применяемый оригинальный алгоритм и методики описаны в работах [3, 4].

Для определения гистерезисных потерь, мы допускаем исключение вклада адгезионной составляющей, путем добавления в зону трения гидравлического масла. Определив гистерезисную составляющую и общий коэффициент трения, из уравнения можно получить адгезионную составляющую.

После обработки результатов триботехнических испытаний образцов без покрытия и с углеродным покрытием без смазки и со смазкой при различных нагрузках получены графики зависимости адгезионной и гистерезисной составляющих среднего коэффициента трения от нагрузки. Эти графики аналитически представлены в виде логарифмических зависимостей (рисунки 1, 2).

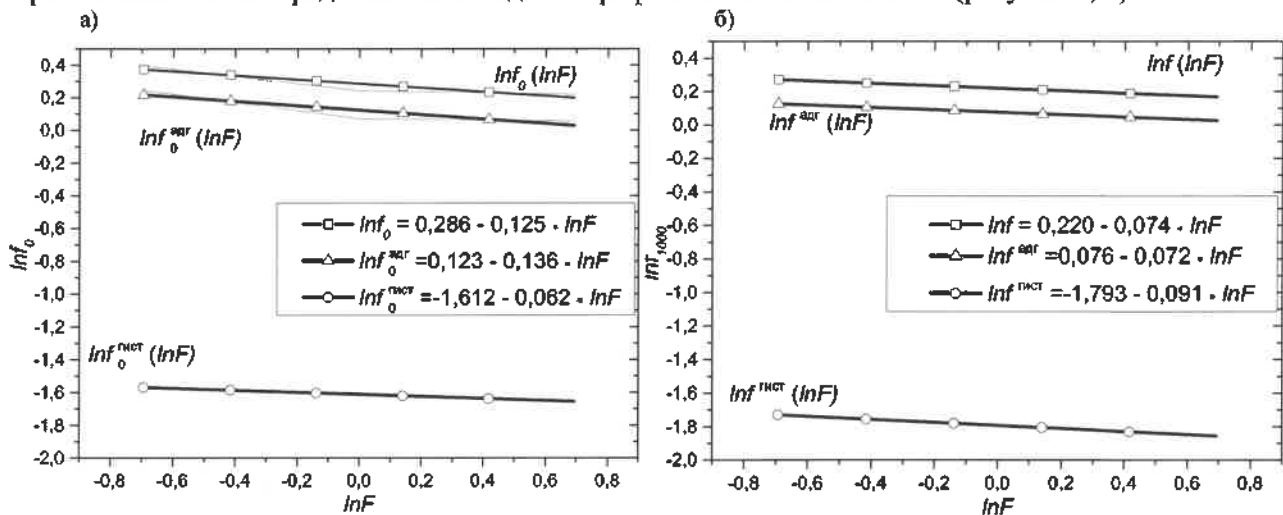


Рисунок 1 – Адгезионная и гистерезисная составляющие коэффициента трения поверхности без покрытия: а – начального f_0 ; б – после 1 тыс. циклов f

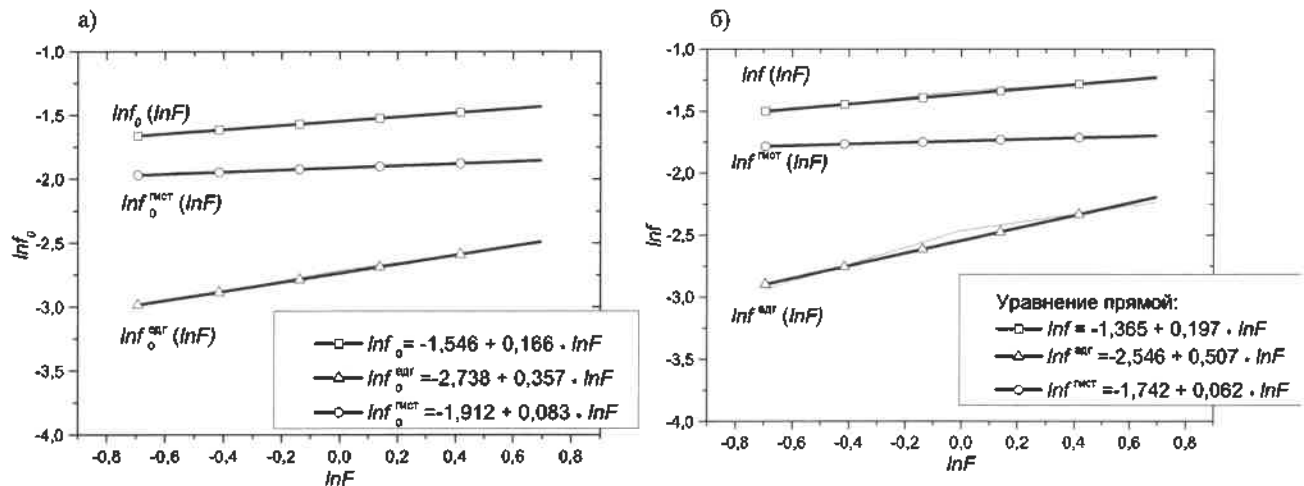


Рисунок 2 – Адгезионная и гистерезисная составляющие коэффициента трения углеродного покрытия: а – начального f_0 ; б – после 1 тыс. циклов f

Анализируя полученные уравнения прямых, можно оценить зависимость коэффициента трения от нагрузки, а также вклады каждой из составляющих. Таким образом отрицательный знак при логарифме силы указывает на снижение коэффициента трения при увеличении нагрузки. Количественный вклад адгезионных потерь больше гистерезисных, интенсивность которого уменьшается в процессе испытания. При испытании образцов с углеродным покрытием положительный знак при логарифме силы указывает на увеличение коэффициента трения при увеличении нагрузки. Исходя

из уравнений количественный вклад гистерезисных потерь больше адгезионных в данном диапазоне. На протяжении всего испытания вклад гистерезисных потерь с увеличением нагрузки остается практически постоянным. Из этого следует, что рост коэффициента трения в данном случае возрастает за счет роста адгезионной составляющей.

Исходя из анализа результатов триботехнических испытаний образцов бутадиен-нитрильной резины с углеродным покрытием и без него можно сделать следующие выводы.

1 Резина без покрытия имеет обратно пропорциональную зависимость логарифма коэффициента трения от логарифма силы. У резины с покрытием – наоборот, прямо пропорциональная.

2 Значение адгезионной составляющей у исходной поверхности значительно больше, чем у модифицированной: для коэффициента трения – в 17 раз в начальный момент, в 14 раз – после 1 тыс. циклов.

3 На протяжении всего испытания вклад гистерезисных потерь с увеличением нагрузки остается практически постоянным. Из этого следует, что рост коэффициента трения в данном случае возрастает за счет роста адгезионной составляющей.

Предложенный подход к разделению коэффициента трения на гистерезисную и адгезионную составляющие позволяет анализировать их величину и изменение в процессе трения.

Список литературы

- 1 Flexible diamond-like carbon film coated on rubber / Y. T. Pei [et al.] // Progress in Organic Coatings. – December 2013. – Vol. 76, Is. 12. – P. 1773–1778.
- 2 Мур, Д. Ф. Трение и смазка эластомеров / Д. Ф. Мур ; пер. с англ. Г. И. Бродского. – М. : Химия, 1977. – 16 с.
- 3 Модифицирование поверхности бутадиен-нитрильной резины азот- и фторсодержащими углеродными покрытиями / М. А. Попова [и др.] // Полимерные материалы и технологии. – 2017. – № 3. – С. 71–76.
- 4 Гетикова, М. А. Особенности трения поверхности модифицированной углеродным покрытием резины / М. А. Гетикова // Трение и износ. – 2019. – Т. 40. № 2. – С. 238–244.

УДК 621.785

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ ТРАНСПОРТА

Л. А. ГЛАЗКОВ, Д. Л. ЖИЛЯНИН, А. А. ТАБУЛИН
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В процессе работы транспортной организации важным моментом является своевременное обслуживание используемого в работе подвижного состава. Зачастую своевременно проведенный ремонт экономит значительные средства при эксплуатации задействованной техники.

Плановое обслуживание, проводимое в установленные интервалы времени, оправдано для парка с небольшим пробегом или временем эксплуатации. Как правило, для новой техники изготовители устанавливают гарантийные сроки, ограниченные по времени или пробегу. Это в первую очередь обусловлено процессами износа пар трения в работающем двигателе, агрегатах трансмиссии. Приработка пар трения до установления рабочих зазоров обычно (в зависимости от условий эксплуатации) составляет 2–3 тысячи километров. Затем идет плавное увеличение зазоров в парах трения при условии соблюдения инструкций по эксплуатации изготовителя. После того как двигатель автомобиля отработает гарантийный срок в парах трения, зазоры будут продолжать увеличиваться пока не достигнут критических значений. Интервал времени эксплуатации автомобиля после гарантийного срока до проведения капитального ремонта точно установить невозможно, опять же из-за влияния условий эксплуатации. При выполнении указанных изготовителем инструкций по эксплуатации срок надежной работы транспортной единицы может быть увеличен, что позволит пересмотреть срок проведения капитального ремонта двигателя в большую сторону. Однако зачастую регламентированное обслуживание в установленные интервалы времени не всегда гарантирует надежную работу техники. Поэтому проведение своевременной диагностики смазочных материалов позволит установить оптимальные сроки обслуживания, что может продлить срок эксплуатации транспорта.