

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА КОНТАКТНЫХ ПАР УСТРОЙСТВ ТОКОСЪЕМА МОНОРЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Актуальной проблемой при создании монорельсовых транспортных систем является задача надежной и экономичной передачи электроэнергии подвижному составу. Контактные пары устройств токосъема монорельсового транспорта подвержены повышенному электромеханическому износу. Одним из путей повышения срока их службы является выбор материалов, наиболее отвечающих требованиям качества токосъема.

В ОмГУПСе разработана методика исследования износа контактных пар устройств токосъема [1], которая реализуется на специализированной установке [2] возвратно-поступательного типа (рис. 1), используемой для исследования контактных пар со сложной геометрической поверхностью, характерных для систем токосъема монорельсового транспорта. Для реализации методики исследований конструкция установки предусматривает использование различных модулей: для исследования силы трения в скользящем контакте, для моделирования ударных процессов при прохождении токоприемником стыковых зон токопровода, для исследования износа при высоких или низких температурах и др.

Механическая часть установки включает в себя станину, на которой установлены направ-

ляющие, сочлененные со скользящими и закрепленной на них подвижной кареткой 4. На каретке закреплен токоприемник с контактным элементом 3, взаимодействующий с отрезком токопровода 1, закрепленным на изолирующей пластине 2. Возвратно-поступательное перемещение каретки 4 осуществляется с помощью привода вращения, связанного с кареткой тягой 7, блок 8 предназначен для подключения перечисленных выше модулей. Помимо возвратно-поступательного установка позволяет проводить исследования при одностороннем движении, т.е. имитировать реальный процесс движения в одном направлении. Процесс движения в одну сторону реализуется с помощью копира 6, который устанавливается на тяге. При движении ролика 5 по поверхности копира токопровод поднимается и половину периода вращения привода элементы трибосистемы не взаимодействуют. При реализации возвратно-поступательного режима работы установки в зоне контакта образуется значительное количество частиц износа, воздействующих на элементы контактной пары как абразив. Односторонний режим движения соответствует реальному процессу взаимодействия.

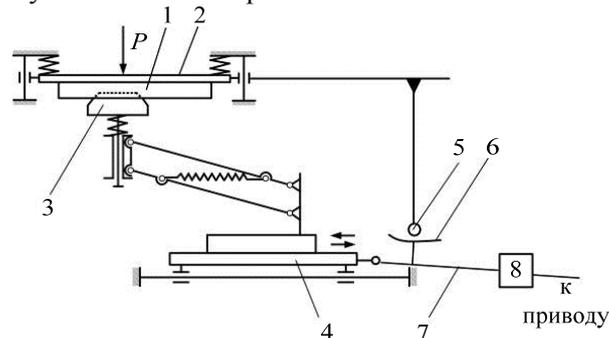


Рис. 1. Специализированная установка ОмГУПС для исследования трения контактных пар

Методика экспериментальных исследований реализуется по следующим направлениям:

- оценка работоспособности трибосистемы «контактный элемент – токоприемник» при различных сочетаниях материалов и режимов испытания, соответствующих натурному узлу;

- сравнительные испытания пар трения с целью выявления наиболее отвечающих процессу эксплуатации;

- анализ чувствительности, т.е. точное определение такого сочетания внешних факторов и их значений, при котором обеспечиваются наилучшие выходные характеристики всей трибосистемы.

мы; выявление функциональных соотношений между факторами и откликом системы;

– прогнозирование фрикционно-износных характеристик узла трения.

Методика исследований была реализована при возвратно-поступательном и при однонаправленном движении элементов трибосистемы. Анализ результатов исследований показывает, что зависимости изнашивания элементов трибосистемы от нажатия при указанных режимах исследования имеют одинаковую форму, но значения износа различны. Это обусловлено тем, что при возвратно-поступательном движении в зоне трения образуются мелкодисперсные частицы изнашивания,

обладающие свойствами поверхностно активных веществ (избирательный перенос), либо представляющими собой частицы абразива, которые приводят к интенсивному износу.

Графики изнашивания материалов контактных пар при наличии в контакте токовой нагрузки при переменном и постоянном токе (с анодно- и катодно-поляризованным контактным элементом) приведены на рис. 2. На рис.2 приняты следующие обозначения: 1 – переменный ток; 2 и 3 – постоянный ток (соответственно 2 – анодно-поляризованный, 3 – катодно-поляризованный КЭ)

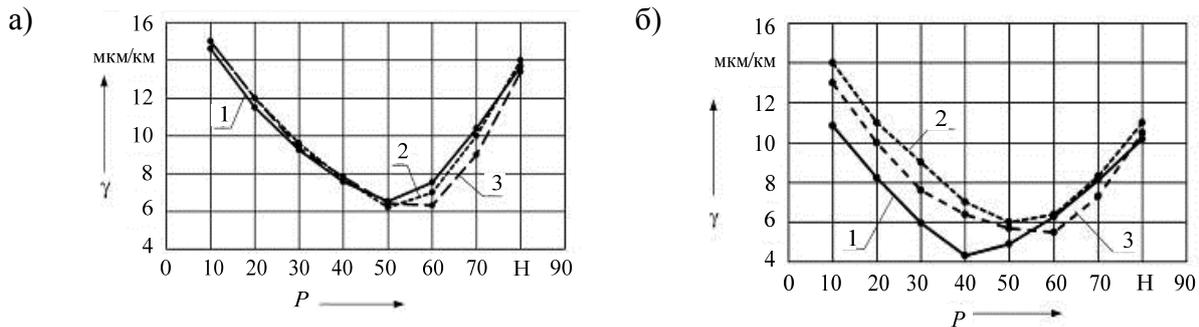


Рис. 2. Электромеханический износ при токовой нагрузке ( $I = 250$  А):  
а – меднографитового КЭ; б – КЭ из бронзы

Особый интерес представляют результаты исследований износа КЭ из металлокерамики. Выявлено, что в случае отсутствия тока в контакте происходит интенсивное изнашивание КЭ, частицы которого, концентрируясь на отдельных участках контактной поверхности, приводят к разрушению поверхности токопровода и его интенсивному абразивному изнашиванию. Картина изнашивания резко меняется при наличии токовой нагрузки – наблюдается резкое снижение количества абразива в контакте уже при значении тока  $I = 10$  А. Для контактной пары «металлокерамика – БрНХ» имеют место аспекты, присущие синергетическим яв-

лениям – наблюдается появление квазижидкого смазочного слоя. Возникновение указанного фактора обусловлено разрушением крупных фракций износа в результате повышения температуры поверхностных слоев контактирующих элементов при протекании нагрузочного тока. Это явление значительно уменьшает изнашивание металлокерамических контактных пар в режиме токовой нагрузки. Подобное явление приводит к снижению коэффициента трения на 28 – 30%, а износа в 1,5 – 2 раза. Результаты исследований металлокерамического контактного элемента приведены на рис. 3.

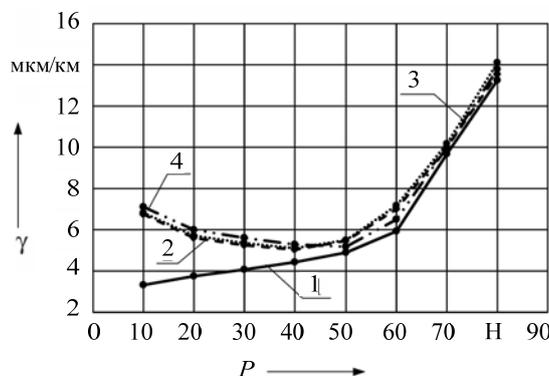


Рис. 3. Износ металлокерамического контактного элемента: 1 – без тока; 2 – переменный ток; постоянный ток: 3 – анодно-поляризованный и 4 – катодно-поляризованный КЭ

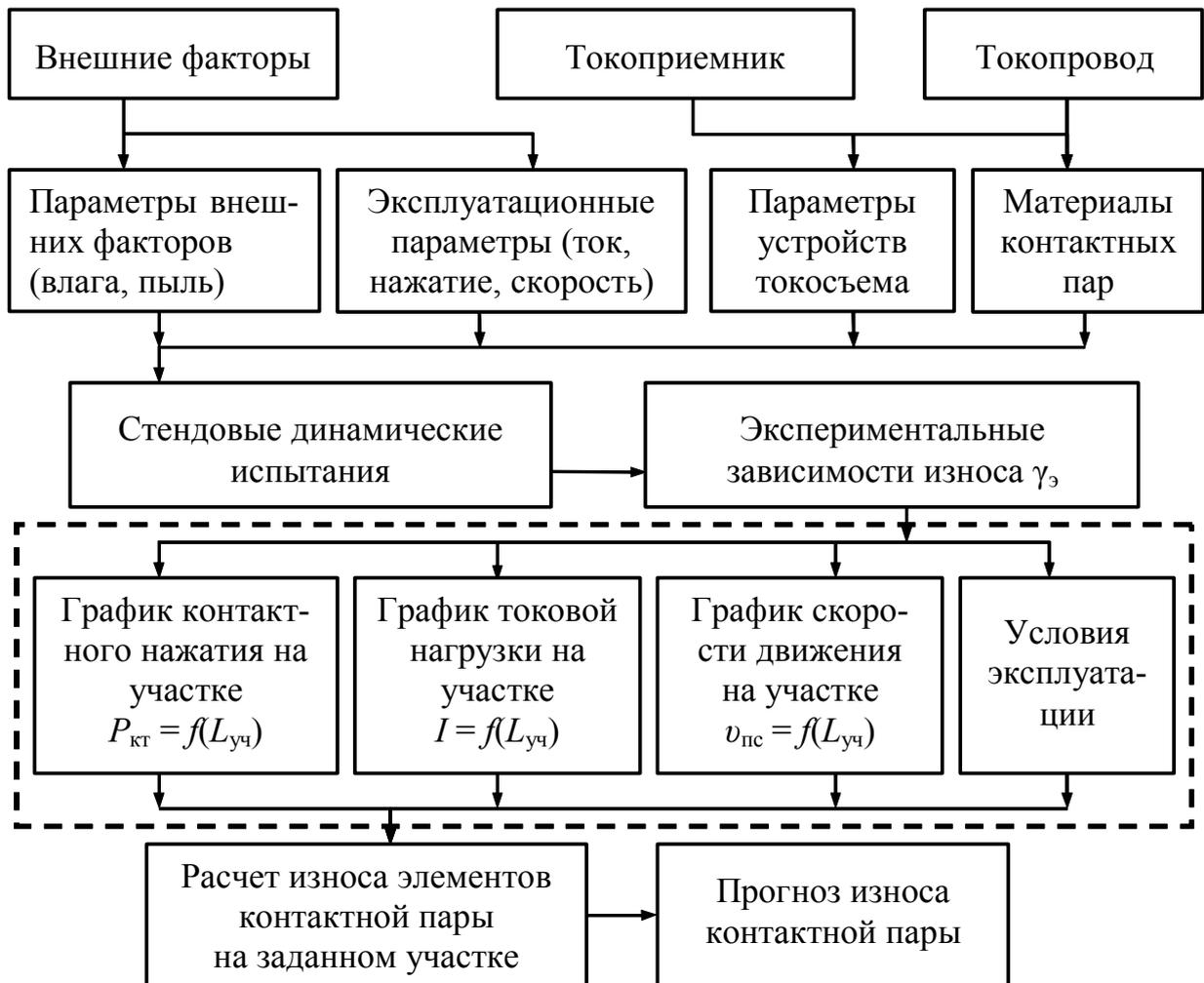


Рис. 4. Алгоритм прогнозирования износа контактных пар

Массив информации, полученной в результате экспериментальных исследований контактных пар, используется для прогнозирования износа контактных элементов. Алгоритм прогнозирования представлен на рис. 4.

Исходными данными для прогнозирования также являются: графики: контактного нажатия токоприемника; токовой нагрузки; скорости

движения подвижного состава на конкретном участке; параметры условий эксплуатации (рис. 4). Окончательный расчет износа контактных элементов и прогнозирование их ресурса осуществляется путем компьютерной обработки результатов анализа графика  $P_{кТ}$  и  $U$ -образной зависимости износа.

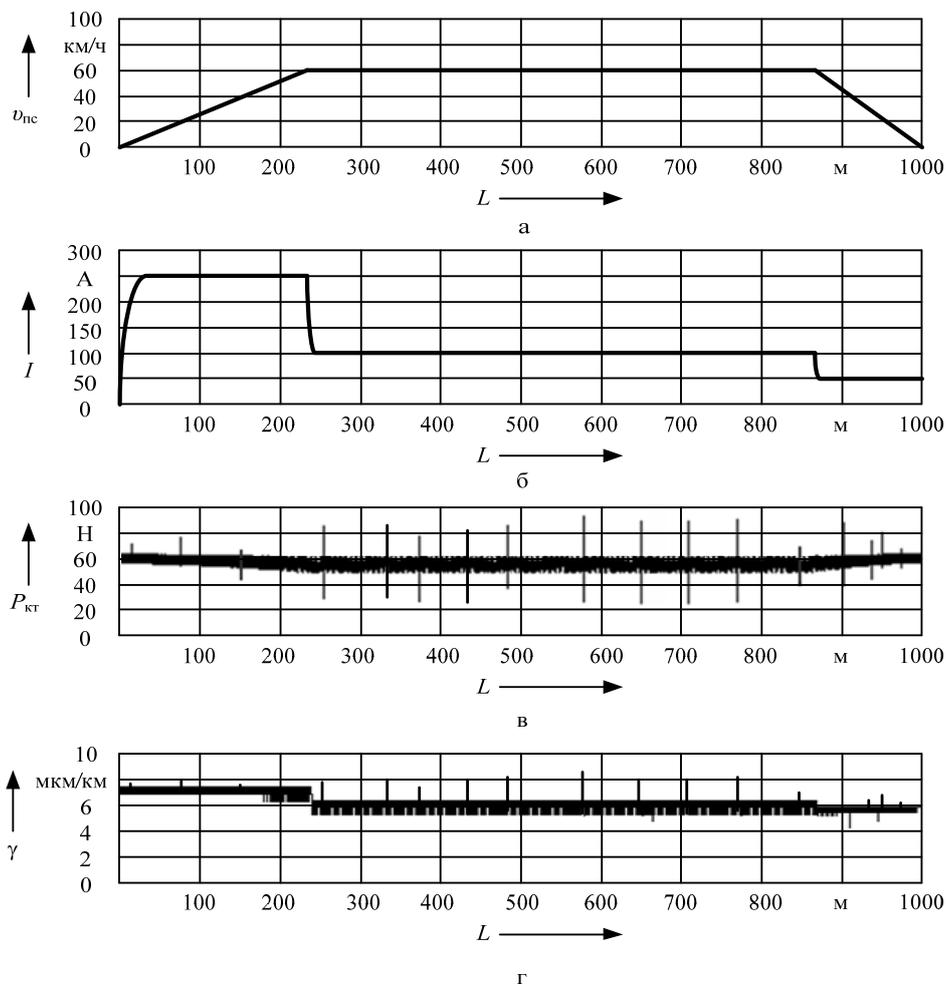


Рис. 7. Графики для прогнозирования износа КЭ:

а – скорости движения на участке; б – токовой нагрузки (на один токоприемник);

в – контактного нажатия на участке; г – удельный износ

Результаты исследований использованы для выбора материалов контактных пар устройств токосъема монорельсовой системы ОАО «Московские монорельсовые дороги».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров О.А. Методы исследования износа контактных пар устройств токосъема монорельсового электрического транспорта / О.А.

Сидоров, С.А. Ступаков // Монография. ОмГУПС. Омск, 2009. 155 с.

2. Сидоров О.А. Патент на полезную модель №58463. МПК В60L 3/12. Устройство для исследования скользящего контакта между токоприемником и токопроводом / О.А. Сидоров, С.А. Ступаков, А.С. Голубков, А.Н. Кутькин, В.М. Филиппов. Заявл. 29.06.2006. Опубл. 27.11.06. Бюл. № 33. – 2006.