

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

УДК 621.396.934

Финенко В.В., Тимков А.Н., Серпухов А.В.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРИБОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО СПОСОБА УПРОЧНЕНИЯ ПАР ТРЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Основной целью технической эксплуатации автомобилей является снижение затрат на поддержание работоспособности автомобиля в заданных эксплуатационных условиях. Наиболее эффективно выполнить эту задачу можно при активном управлении изменением технического состояния автомобиля, основанном на знании физико-химических процессов разрушения деталей автомобиля по мере их изнашивания и даже поломки. А также, основных фактов, определяющих интенсивность ведущего вида разрушения в заданных эксплуатационных условиях, на создании наиболее благоприятных условий работы для сопряжения лимитирующего долговечность того или иного агрегата [1].

В процессе эксплуатации транспортных средств происходит, казалось бы, незначительный износ деталей по массе, однако для поддержания машин в работоспособном состоянии необходимы чрезвычайно большие финансовые и материальные затраты, привлечение трудовых ресурсов (табл. 1) [2].

Таблица 1

Трудоемкости технических обслуживаний и ремонтов автомобилей на 1000 км пробега (25 моточасов при $V_{cp} = 40$ км/час)

Марка машины	Трудоемкость на 1000 м/ч наработки						Выработка м/ч на 1 чел. ТО и ремонта	
	ТО		ТР		КР			ТО+ТР+КР
	ч/ч	%	ч/ч	%	ч/ч	%		
ГАЗ 52	6,2	37,6	8,6	52,1	1,6	10,3	16,49	1,52
ГАЗ 53А	5,9	34,2	9,6	55,6	1,77	10,2	17,27	1,45
ГАЗ 53Б	8,1	35,3	12,7	55,2	2,2	9,5	23,0	1,09
ЗИЛ 130	6,6	36,1	10,4	56,8	1,43	7,1	18,3	1,37
МАЗ 500А	8,1	35,0	13,3	57,4	1,76	7,6	23,16	1,08
ЗИЛ 555	8,8	38,9	12,0	53,1	1,77	8,0	22,6	1,11
КАМАЗ	7,6	29,6	16,0	62,4	2,06	8,0	25,66	0,97
УАЗ 469	4,7	24,2	13,0	66,9	1,72	8,9	19,42	1,29

Анализ данных таблицы показывает, что автомобили вырабатывают в среднем около 1 моточаса на 1 человеко-час технических обслуживаний и ремонтов. При этом более 90 % на автомобилях приходится объемов работ на техническое обслуживание и технические ремонты, то есть на те виды работ, которые в подавляющем большинстве случаев выполняются в хозяйствах, где эксплуатируются эти машины. В реальной действительности на поддержание машин в работоспособном состоянии за время их эксплуатации (8-10 лет) расходуется в 3-5 раз больше средств, чем стоит новая машина [2].

Интенсификация режимов работы современных транспортных средств требуют совершенствования существующих и разработки новых конструкционных материалов с повышенными механическими и эксплуатационными характеристиками. В ряде случаев увеличение работоспособности и ресурса пар трения достигается нанесением специальных покрытий на их поверхности.

Интенсивное изнашивание рабочей поверхности пары трения происходит вследствие следующих видов износа: окислительного, теплового, абразивного.

В результате деформации материала и повышения температуры его поверхности изменяются свойства материала: меняется твердость поверхностного слоя в местах многократных деформаций, появляется усталость материала, поверхностный слой приобретает повышенную пластичность. Превращение механической энергии в термическую может осуществляться посредством дислокационного механизма. В этом случае кинетическая энергия трущихся тел преобразуется окончательно в термическую или приводит к сдвигу плоскостей решетки. В свою очередь применения размеров и формы рабочей поверхности неизбежно влечет за собой постепенное и лавинообразное ухудшения рабочих параметров изделия и приводит к утрате работоспособности, аварии или делает дальнейшую эксплуатацию неэффективной и даже опасной [3] (рис. 1).

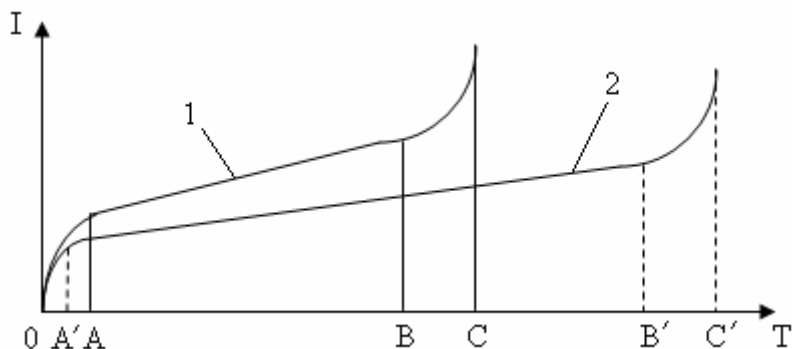


Рис. 1. График износа деталей: I - интенсивность изнашивания, T – время, 1 – детали без обработки; 2 – детали после обработки (OA – OA' приработка; AB – A'B' нормальный износ; BC – B'C' катастрофический износ)

На практике известны случаи, когда автомобиль не эксплуатируется из-за предельного износа отдельно взятого узла или агрегата, пары трения (для двигателя внутреннего сгорания - это постели коленчатых и распределительных валов, направляющие втулки механизма распределения и др.), хотя период наработки транспортного средства еще не закончился.

Поэтому, вопрос увеличения периода эксплуатации пар трения является постоянным и актуальным.

Процесс изнашивания является следствием воздействия не только абразивного, теплового и окислительного износа, но и неравномерного распределения нагрузок по площади контакта пары трения, то есть знакопеременных нагрузок. Для решения контактных задач с использованием жесткопластической модели используют в современных теориях изменения твердости и микротвердости, теории трения и изнашивания при пластическом контакте. Также используется целый ряд технологических процессов поверхностного упрочнения: обкатка роликами, алмазное выглаживание и другие. Правомочность применения той или иной модели в каждом конкретном случае зависит от соответствия физического содержания принятой модели характерными свойствами проведения реального материала в заданных условиях контактирования.

В результате трения на самой поверхности толщиной $\approx 10^3$ нм образуется особая структура, содержащая большое количество оксидов [4]. Под вторичной структурой располагается сильно деформированный тонкий слой металла с высокой плотностью дислокаций, что уменьшает изнашивание поверхностного слоя (рис 2).

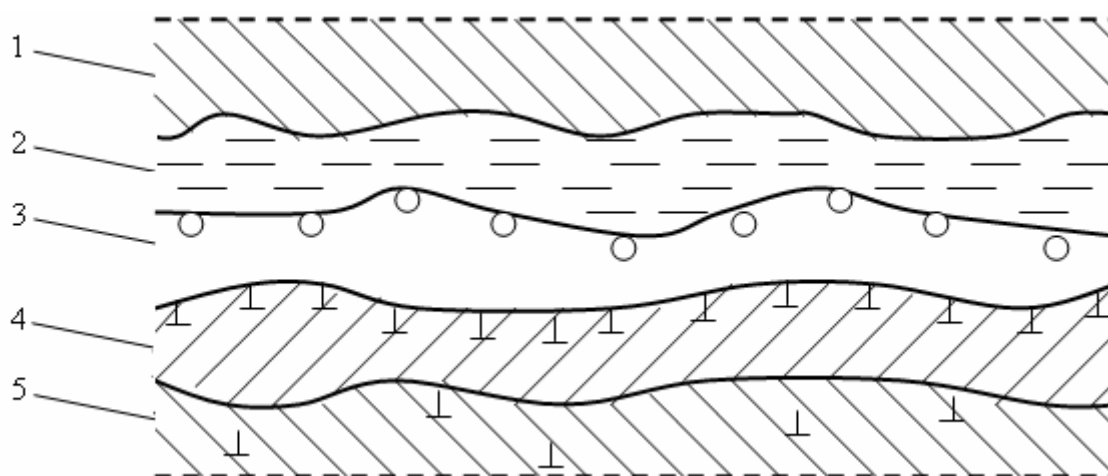


Рис. 2. Процессы, происходящие в поверхностном слое металла при трении: 1 – контртело; 2 – смазочная среда; 3 – оксидный слой; 4 – слой сосредоточения дислокаций; 5 – основа детали

При достижении плотности дислокаций критических значений, на поверхности детали происходят процессы локального формирования микротрещин, что при дальнейшей эксплуатации приводит к увеличению, как количества, так и размера трещин. Расширение количественно-качественного характера трещин приводит к частичным отслоениям в поверхностном слое металла, либо к излому по всему телу детали [5].

Подготовка и выполнение восстановительных процессов, используемых для «возрождения» изношенных деталей машин, оказывают решающее влияние на их послеремонтный ресурс в целом. Это происходит потому, что восстановлению подвергают обычно быстроизнашивающиеся детали и работоспособность любой машины в первую очередь зависит от качества деталей, установленных после ремонта.

В связи с повышением ресурса ремонтируемых машин (не менее 80 % новых) увеличивается количество выбракованных деталей примерно в 2 раза) и резко возрастают требования к качеству новых, а прежде всего восстанавливаемых деталей.

Качество и долговечность восстанавливаемых деталей зависят главным образом от выбора рационального способа восстановления, применения упрочняющей технологии и получения заданного качества поверхности, особенно на стадии финишных операций обработки упрочнения восстанавливаемых деталей.

Анализ конструктивно-технологических характеристик, условий работы и износа деталей показывают, что ремонтное производство применяют следующие способы восстановления деталей:

- восстановление и повышение долговечности деталей наплавкой, сваркой;
- гальваническими покрытиями, полимерными материалами и другие.

Одним из наиболее перспективных и экономически выгодных представляется способ увеличения ресурса машин за счет уменьшения интенсивности изнашивания деталей [2]. Использование процесса восстановления деталей трибоэлектрохимическим способом позволяет осуществлять управление ресурсом машин. Сущность данного способа заключается в следующем: непрерывно активируя поверхность

обрабатываемой детали контртелом можно добиться осаждения на ее поверхности компонентов из контртела и среды, повышающих износостойкость поверхностного слоя детали. Если этот процесс усилить за счет использования внешнего электрического напряжения: подключить к обрабатываемой детали отрицательный потенциал, а к контртелу – положительный, то интенсивность осаждения необходимых компонентов на поверхности обрабатываемой детали может возрасти. По результатам исследований установлено, что положительные и отрицательные ионы образуются в тонком, разделяющем деталь и инструмент, слое среды из ее молекул и материала инструмента – анода. Выступающие на анодной поверхности трения шероховатости под влиянием внешнего электрического поля растворяются и в ионной форме материала анода уходят в рабочую среду, а затем осаждаются на поверхности трения другой детали, которая подвергается обработке и является катодом. Выступы шероховатостей катодной поверхности при трении взаимодействуют с различными элементами окружающей, в том числе и рабочей среды, и также активируются контртелом – анодом. В результате чего они в объеме своих вершин превращаются в химические соединения. Поэтому проводники электрического тока в рабочей среде – положительные ионы следуют во впадины шероховатостей, где и происходит их осаждение (рис 3).

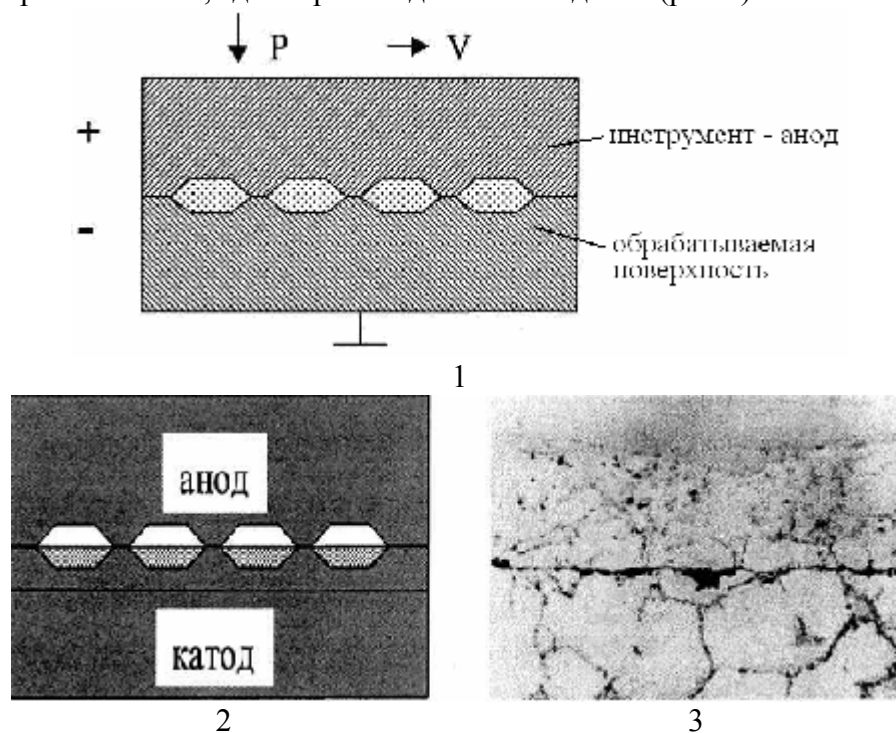


Рис. 3. Модель трибоэлектрохимического формирования износостойкой поверхности трения (1- начало трибоэлектрохимической обработки; 2 – процесс формирования износостойкой поверхности; 3 – сформированная износостойкая поверхность)

Выводы

Комплексный подход к вопросу повышения износостойкости основан на использовании трибоэлектрохимического способа, как при производстве деталей трения, так и в процессе проведения мероприятий капитального и текущего ремонтов. Данный способ обеспечивает значительное повышение ресурса изделий; позволяет осуществить доводку, как отдельных участков, так и всей поверхности детали в целом; облегчает восстановление деталей, используя волновые процессы при проведении ремонта, исключая финишную механическую обработку. Трибоэлектрохимический

способ является не дорогостоящим, эффективным, технологически простым и безопасным.

Литература: 1. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей: Учебн. пособие для вузов. - М.: Транспорт, 1985. - 215с. 2. Кравец И.А. Ремонтная регенерация трибосистем. Т.: Издательство Бережанского агротехнического института, 2003. - 284с. 3. Крагельский И.В., Добыгин М.Н., Колбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ - М.: Машиностроение, 1975.-535с. 4. Материаловедение / Под общ. Ред. Б.Н. Арзамасова., 2-е изд. М.: Машиностроение, 1986, - 384с. 5. Хайнике Г. Трибохимия.: Пер. с англ. - М.: Мип, 1987. - 584с.

Фіненко В.В., Тімков А.Н., Серпухов О.В.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ
ТРИБОЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО СПОСОБУ ЗМІЦНЕННЯ ПАР ТЕРТЯ
АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

В статті розглядається питання зміни фізико-хімічних властивостей пари тертя в процесі експлуатації транспортних засобів з урахуванням дії трибо електрохімічного способу зміцнення робочих поверхонь.

Finenko V.V., Timkov F.N., Serpuhov O.V.

METHODOLOGICAL BASES OF APPLICATION
OF TRIBO-ELECTROCHEMICAL METHOD OF STRENGTHENING FRICTION
IN MOTOR-CAR TECHNIQUE

The question of change of physical and chemical properties of friction pair in the process of exploitation of transport vehicles taking into account action of tribo electrochemical method of strengthening of working surfaces is examined in the article.
