

Основним шляхом підвищення адаптивних властивостей релейних АБС є зменшення тривалості фаз регулювання або збільшення їх числа. Саме з цим пов'язане застосування багатofазних АБС, що дозволяють істотно наблизити величину гальмівного моменту, що підводиться до колеса, до моменту по зчепленню і тим самим поліпшити якість регулювання. Проте, при цьому виконавча частина АБС суттєво ускладнюється.

Список літератури: 1. *Бондаренко А.І.* Удосконалення процесів модуляції тиску в пневматичному гальмівному приводі автомобілів: дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.02 “Автомобілі та трактори” / Бондаренко Анатолій Ігорович. – Харьков, 2010. – 203с. 2. *Северин А.А.* Совершенствование исполнительной части антиблокировочной системы автомобилей с пневматическим тормозным приводом: дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 “Автомобили и тракторы” / Северин Александр Александрович. – Харьков, 1985. – 217с. 3. *Ахметшин А.М.* Адаптивная антиблокировочная тормозная система колесных машин: дис. на соискание уч. степени доктора техн. наук: спец. 05.05.03 “Колесные и гусеничные машины” / Ахметшин Альберт Махмутович. – М, 2003. – 255 с. 4. *Ломака С.И.* Автоматизация процесса торможения автомобиля: учебн. пособ. [для студентов специальности “Автомобили и автомобильное хозяйство”] / Ломака С.И., Алекса Н.Н., Гецович Е.М. – Киев УМК ВО, 1988. – 88 с. 5. *Бондаренко А.І.* Вибір способу модуляції тиску в пневматичному гальмівному приводі / А.І. Бондаренко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. “Механізація сільськогосподарського виробництва”. – 2008. – Т. 1, № 75.– С. 360 –365. 6. *Bosch.* Автомобильный справочник / [пер. с английского Г.С. Дугин, Е.И. Комаров, Ю.В. Онуфрийчук – 2-е изд.]. – М.: ЗАО “КЖИ “За рулем”, 2004. – 992 с. 7. *Гецович Е.М.* Классификация алгоритмов функционирования АБС/ Е.М. Гецович // Автомобильная промышленность. – 1987. – № 11. – 4 с. 8. А.с. 1094777 СССР, МКИ В 60 Т 8/06. Модулятор давления в пневматическом тормозном приводе / Н.Н. Алекса, Е.М. Гецович (СССР). – №3555467/27-11; заявл. 21.02.83; опубл. 30.05.84, Бюл. № 20. 9. *Bendix A-18 trailer ABS (Gen 4 and Gen 5 ABS).* – Elyria: Bendix Commercial Vehicle Systems, 2004. – 40 с.

Поступила в редколлегию 12.11.2011

УДК 621.9 – 621.98

И.А. ДУДНИКОВ, канд.техн.наук, доц., ПГАА., Полтава

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ИЗНАШИВАНИЯ

Изложены причины износа поверхностей деталей машин и приводится классификация процессов изнашивания.

Ключевые слова: классификация изнашивания, макрогеометрия поверхностей, интенсивность изнашивания, вибрационное деформирование.

Викладені причини зносу поверхонь деталей машин і приводиться класифікація процесів зношування.

Ключові слова: класифікація зношування, макрогеометрія поверхонь, інтенсивність зношування, вібраційне деформування.

Set out the reasons for wearing surfaces of machine parts and a classification of the wear.

Keywords: classification wear macrogeometry surface, the wear, vibration, warping.

Введение

В процессе эксплуатации машин на ее сборочные единицы и детали действуют различные факторы, которые приводят к ухудшению функциональных

свойств, изменяя при этом их техническое состояние. Действующие на детали разрушающие процессы изменяют их размеры, форму, физико-механические свойства, т.е. приводят к изнашиванию их поверхностей.

Износ, возникающий в результате трения сопрягаемых поверхностей, является наиболее характерным видом повреждения большинства машин и их механизмов.

Постановка проблемы

Для выбора технологического процесса восстановления и упрочнения поверхностей деталей, получивших в процессе эксплуатации износ, необходимо знать не только численные значения износов, но и их природу и классификацию процессов изнашивания.

Анализ основных исследований и публикаций по данной проблеме

Изнашивание – это процесс постепенного изменения размеров тела при трении, проявляющийся в отделении с поверхности трения материала и его остаточной деформации. Изнашивание может сопровождаться различными процессами, вызывающими изменение физико-химического состояния материала поверхностей трения.

Еще в 20-х годах и даже современной технической литературе изнашивание представляли как сочетание двух одновременно протекающих процессов истирание и смятие неровностей поверхностей. Мерой истирания является потеря массы изнашиваемого объекта (детали), а под смятием понимают изменение линейных размеров детали, происходящее без потери ее массы, за счет расплющивания.

Механическая теория изнашивания не дает полного представления о природе изнашивания, поскольку в ряде случаев наблюдается повышение интенсивности изнашивания при снижении шероховатости поверхности трения.

М. Финком экспериментально было установлена повышенная окисляемость поверхностей металлов при трении [1].

Широко известны работы ученых И.В. Крагельского [2], К.Т. Ramesha [3], В.А. Белого [4], Г. Фляйшера [5], М.М. Хрущова [6] и др.

Исследования процесса трения, привлечение современных методов физического эксперимента к опытному изучению процесса, физико-химическое исследование природы поверхностных слоев и накопленный большой экспериментальный материал позволяет глубже познать механизм изнашивания.

Результаты исследований

Исследования рабочих поверхностей деталей машин в парах трения и опытных образцов после изнашивания показывают, что материал в условиях трения в пределах активного слоя подвергается пластическому деформированию.

Активным принято считать слой, который примыкает к контактирующей поверхности элемента пары трения и в котором могут происходить всякого рода физико-химические изменения, связанные с процессом трения.

Внешнее трение соприкасающихся поверхностей представляет сопротивление относительно перемещению, возникающему между ними в зонах контакта.

Основными факторами, влияющими на трение и износ, являются:

- материалы трущихся деталей и их микроструктура;
- волнистость и шероховатость поверхностей;
- твердость, упругость, теплопроводность фрикционной пары;
- виды смазки и методы смазывания;
- окружающая среда;
- кинематика и динамические условия перемещения деталей.

Указанные факторы вызывают изменения на поверхностях трения, заключающиеся в следующем.

1. Упругие деформации, вызванные несовершенством структуры материала, в определенных условиях вызывают усталостное выкрашивание соприкасающихся поверхностей и разрыхление структуры.

2. Пластическое деформирование изменяет структуру материала поверхностного слоя и может способствовать ее разрушению. Разрушение структуры – это заключительный этап пластической деформации по мере увеличения силового воздействия. Смещение кристаллических зерен сопровождается частичным нарушением сцепления, которое в результате возрастания напряжения или многократном их повторении приводит к разрыву структуры.

3. Пластическая деформация при температуре ниже температуры рекристаллизации приводит к наклепу поверхностного слоя, т.е. к его упрочнению.

Детали после сборки сопрягаются по выступам неровностей поверхностей, и площадь их фактического контакта в начальный период трения мала. Поэтому при нагружении пары трения действуют большие давления, что вызывает значительную пластическую деформацию. Неровности поверхности частично сминаются и частично разрушаются. Срабатывание и сглаживание микронеровностей поверхностей сопровождается увеличением несущей поверхности, интенсивность изнашивания снижается. Продукты износа в направлении относительной скорости поверхностей создают новые неровности, ориентированные вдоль направления движения. По истечении определенного времени при неизменных условиях работы создается стабильная шероховатость поверхностей трения. К концу приработки сопрягаемые поверхности приобретают определенную шероховатость в данных условиях трения, а их микротвердость стабилизируется. Происходит переформирование поверхности и изменение ее физико-механических свойств.

Износ деталей может существенно изменять свойства сопряжения. Увеличение зазоров ухудшает условия жидкостной смазки и может повысить фактор динамичности, способствующий большему истиранию цементированного или закаленного слоя.

Изменения в макрогеометрии поверхностей также являются причинами ухудшения условий трения. Эти и подобные им факторы могут вызвать при дальнейшей работе сопряжения увеличение интенсивности изнашивания.

подавляющее большинство пар трения работают с перерывами вследствие остановки машины. Скорости изнашивания в периоды остановки и запуска выше,

чем при установившемся режиме. В ряде случаев износ за один пуск машины может оказаться равнозначным износу за несколько часов ее работы на установившемся режиме (рис. 1).

Ступенчатая ломаная может быть заменена прямой. Однако ее угловой коэффициент, равный средней скорости за определенное время работы сопряжения, будет выше скорости

изнашивания при непрерывном установившемся режиме. Рассматривая механизм изнашивания нельзя не сказать про особенность распределения износа между поверхностями пары трения. При одинаковых материалах и прочих равных условиях их износ будет одинаковым, а при разных материалах деталей износ по геометрии и массе будет различным. Интенсивность изнашивания каждой детали определяется его видом. Исследования показали, что при одинаковых материалах деталей их износы по массе различны: большая поверхность теряет больше массы. Соотношение линейных износов зависит от соотношения поверхностей трения.

На рис. 2 приведены диаграммы износов образцов, вырезанных из поршневых пальцев и бронзовых втулок двигателей, испытанных на машине трения МИ по схеме «ролик-колодочка» после обычной и вибрационной раздачи. По средней величине потери массы ролика и колодочки делалась оценка интенсивности износа.

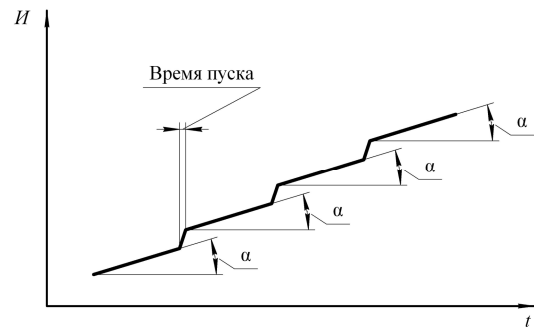


Рис. 1. Кривая изнашивания в период нормальной эксплуатации машины с перерывами в работе

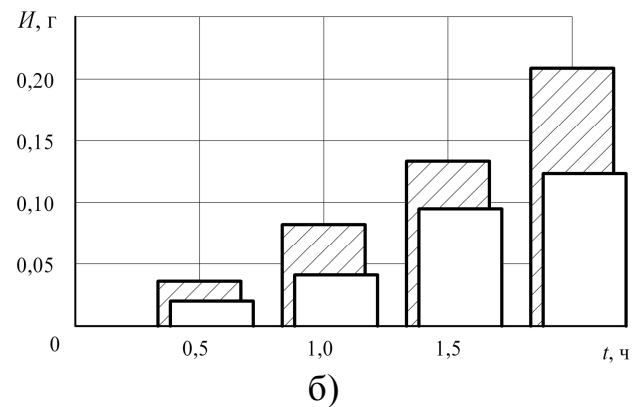
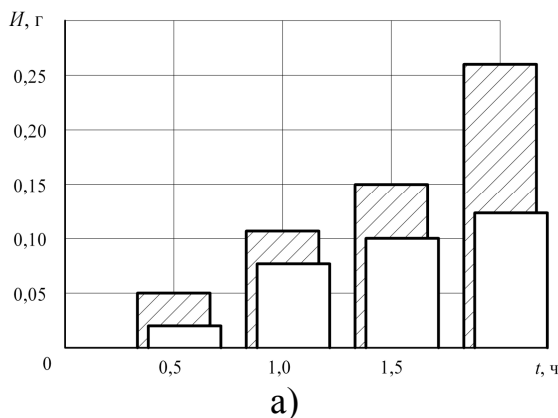


Рис. 2. Диаграммы износа колодочки –и ролика – при: а) обычном и б – вибрационном деформировании

При вибрационном деформировании износ ролика в 1,15, а колодочки в 1,21 раза меньше, чем при обычном. Меньшая величина износа при вибрационной обработке свидетельствует о более высокой износостойкости деталей, восстановленных методом вибрационного деформирования.

Формирование изнашиваемой поверхности происходит в результате суммирования различных по интенсивности и видам элементарных актов разрушения и изменений механических и физико-химических свойств материала

под воздействием таких факторов, как среда, температура, давление, вид трения, скорость относительного перемещения поверхностей и др. Совокупность явлений в процессе трения определяет вид изнашивания и его интенсивность. Вследствие разнообразия исходных материалов деталей пар трения и условий их работы виды изнашивания чрезвычайно разнообразны (рис. 3).



Рис. 3. Классификация процессов изнашивания

Исследование процессов изнашивания показывает, что интенсивность их протекания зависит от скорости процесса разрушения поверхностных микрообъемов материала при каждом элементарном акте взаимодействия пятен контакта.

По скорости процессов разрушения фрикционных связей виды изнашивания можно разделить на три группы: быстро протекающие, средней скорости и медленные процессы (табл.).

Быстро протекающие процессы характеризуются тем, что уже при первых взаимодействиях происходит отделение частиц изнашивания. Эти явления приводят к большому изнашиванию, которое, как правило, относится к недопустимым видам повреждения.

Процессы средней скорости отделения элементарных микрообъемов материалов характерны при циклических видах разрушения, интенсивность которых может изменяться в достаточно широких пределах.

Медленные процессы разрушения микрообъемов происходят, когда для отделения частиц износа требуется большое число циклов (усталостное и окислительное изнашивания) или при стабилизации процесса взаимодействия.

Таблица. Классификация процессов изнашивания

Скорость элементарных процессов разрушения	Вид изнашивания		Вид повреждения
	механические	коррозионно-механическое	
Быстро протекающие	Абразивное изнашивание	Фреттинг-коррозия	Недопустимый
Средней скорости	Усталостное малоцикловое изнашивание (при хрупком разрушении)	Окислительное изнашивание (3-я форма)	Недопустимый
Медленные процессы	Усталостное изнашивание	Окислительное изнашивание (1-я и 2-я форма)	Допустимый

Выводы

Для управления процессом изнашивания и оценки степени износа сопряжений необходимо знать закономерности его протекания для допустимых

видов и условия, приводящие к возникновению нежелательных видов повреждения.

Список литературы: 1. *Fink*. Wear Oxidation a New Component of Wear, «Technik» 2, Heft 4, 1947. S. 171 – 176. 2. *Крагельский И.В.* Трение, изнашивание и смазка / Крагельский И.В., Алисин В.В. – М.: Машиностроение, 1978. – 400 с. 3. *Ramech K.T.* Nanomaterials Mechanics and Mechanisms. – 2008. – 300 p. 4. *Белый В.В.* Трибология в СССР и США. Исследования и приложения. – М.: машиностроение, 1991. – 225 с. 5. *Фляйшер Г.* К вопросу о количественном определении трения износа. – М.: Наука, 1982. – 296 с. 6. *Хрущов М.М.* Абразивное изнашивание / Хрущов М.М., Бабичев М.А., – М.: Наука, 1986. – 252 с.

Поступила в редколлегию 16.11.2011

УДК 621.43.052

Р. МААМРИ, докторант, Университет Квебека в Труа-Ривьер, Канада

Ф.И. АБРАМЧУК, докт. техн. наук, доц., зав.каф., ХНАДУ, Харьков

А.Н. КАБАНОВ, канд.техн.наук, доц., ХНАДУ, Харьков

М.С. ЛИПИНСКИЙ, асп., ХНАДУ, Харьков

И. ДУБЕ, Ph. D., проф., Университет Квебека в Труа-Ривьер, Канада

Л. ТЮБАЛЬ, Ph. D., проф., Университет Квебека в Труа-Ривьер, Канада

А. КОДЖО Ph. D., проф., Университет Квебека в Труа-Ривьер, Канада

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ С НАДДУВОМ, КОНВЕРТИРОВАННОГО ИЗ ДИЗЕЛЯ

Приведены результаты исследования газового двигателя с наддувом, конвертированного из дизеля. Для данного типа двигателей уточнена математическая модель процесса сгорания с переменным показателем сгорания Вибе.

Ключевые слова: токсичность, наддув, газовый двигатель.

Наведені результати дослідження газового двигуна з наддувом, конвертованого з дизеля. Для даного типу двигунів уточнена математична модель процесу згорання зі змінним показником згорання Вібе.

Ключові слова: токсичність, наддув, газовий двигун.

Results of investigation of gas engine with supercharging converted from diesel have been given. For this type of engines math model of combustion process with variable Viebe combustion factor has been specified.

Key words: toxicity, supercharging, gas engine.

1. Введение

Конвертирование дизелей грузовых автомобилей в газовые двигатели с искровым зажиганием в настоящее время является актуальной задачей [1]. Однако решение этой задачи связано с рядом трудностей. Так, в дизеле детали камеры сгорания не рассчитаны на тепловую нагрузку, создаваемую в камере сгорания аналогичного газового двигателя с искровым зажиганием. Это, а также постоянное ужесточение экологических требований к автомобильным ДВС