

пользования путем централизации перевозок грузов, в том числе транспортно-экспедиционного обслуживания промышленных, строительных, торговых предприятий; централизованного завоза (вывоза) грузов на железнодорожные станции, в речные и воздушные порты; развития транспортно-экспедиционного обслуживания населения за счет создания специализированных предприятий и новых грузоприемных пунктов; широкого внедрения прогрессивных форм организации перевозочного процесса (бестарной перевозки, доставки грузов в цистернах, автопоездах и др.).

В мероприятиях по совершенствованию процессов управления и повышению эффективности работы автомобильного транспорта важное место отводится разработке и внедрению АСУ для совершенствования оперативного управления перевозочным процессом и производством ТО и ТР подвижного состава на основе широкого внедрения информационно-справочных и диалоговых систем с использованием микроЭВМ и микропроцессорной техники.

Изложенные проблемы и направления развития автомобильного транспорта должны найти отражение в соответствующих проектных разработках, учитываться при подготовке специалистов и повышении их квалификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савченко - Бельский К., Неклюдов Н. Требования эксплуатации и производство грузовых автомобилей // Автомоб. трансп. – 1986. – № 3. – С. 58–59.
2. Чулков А.З. Экономия светлых нефтепродуктов на транспорте. – М., 1985. – 304 с.
3. Экономические проблемы транспорта СССР / С.П. Арсеньев и др. – М., 1985. – 183 с.
4. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. – М., 1982. – 224 с.

УДК 629.113.004

Ф.Н. АВДОНЬКИН

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ КОНТАКТА ДЕТАЛЕЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИХ ИЗНАШИВАНИЯ

Исследования проф. М.М. Хрушова показали, что интенсивность изнашивания деталей изменяется пропорционально давлению на поверхность трения. Такая зависимость справедлива при изменении давления в пределах до 0,4... 0,6 МПа. При большем давлении интенсивность изнашивания деталей увеличивается нелинейно. Основной причиной отклонения практической зависимости от линейной является выделение теплоты на поверхности трения. Для исследования этой зависимости необходимо исключить или хотя бы ослабить влияние других факторов на процесс изнашивания. Изнашивание трущихся поверхностей деталей можно наблюдать только при трении скольжения или качения при их относительном перемещении. Поэтому проверку влияния давления на интенсивность изнашивания деталей следует проводить при минимальной скорости их относительного перемещения и постоянных параметрах среды.

В процессе работы на поверхности деталей в результате трения выделяется теплота, а незначительная часть работы трения расходуется на разрушение по-

верхности деталей. Изменение количества выделившейся теплоты, таким образом, является неизбежным при любом колебании давления в зоне трения трущихся поверхностей или скорости их относительного перемещения. Поэтому при анализе влияния режима работы агрегата на интенсивность изнашивания деталей необходимо учитывать температуру на их поверхности.

Температура рабочей поверхности увеличивается с повышением давления и скорости перемещения деталей друг относительно друга. На рис. 1 [1] приведены результаты измерения температуры в контакте естественной термодпарой, роль которой выполнял сам контакт трущихся элементов, т. е. термодпара работала практически без инерции. По образцу \varnothing 110 мм и толщиной 10 мм из стали Х12Ф1 с полированной поверхностью перемещался индентор из твердого сплава ВК-15 в виде четырехгранной пирамиды с углом при вершине 130° . При малых скоростях скольжения температура в контакте небольшая и с ростом нагрузки повышается незначительно; даже при высоких скоростях скольжения малые нагрузки (кривые 1...6 на рис. 1, а) не вызывают существенного повышения температуры. Увеличение нагрузки и скорости скольжения приводит к значительному повышению температуры в зоне контакта (кривые 7, 8 на рис. 1, а, кривые 13, 14 на рис. 1, б). Эту зависимость можно обосновать на основе закона сохранения энергии. При малой скорости относительного перемещения деталей (до 0,3 м/с) температура в зоне контакта повышается практически линейно.

Зависимость температуры поверхности трения от давления и скорости относительного перемещения деталей изменяется от линейной до экспоненциальной затухающей.

При повышении температуры рабочей поверхности деталей (см. рис. 1) с увеличением нагрузки интенсивность изнашивания деталей возрастает, а при сопутствующем увеличении температуры рабочей поверхности она еще более повышается. При давлении ниже предела текучести материала деталей, разовой подаче смазочного материала и скорости скольжения 0,7 м/с интенсивность изнашивания их при нормализованной (300 HV) и закаленной (550 HV) стали 45 возрастает экспоненциально. О влиянии температуры на интенсивность изнашивания рабочей поверхности деталей свидетельствует и увеличение коэффициента трения при повышении нагрузки в зоне контакта.

Если же и при большом давлении можно сохранять постоянной температуру в зоне контакта трущихся поверхностей, то пропорциональность изменения интенсивности изнашивания давлению сохраняется даже при значительном давлении (до 120 МПа). Эта зависимость линейная и при трении без смазочного материала и при наличии морской воды и нефти в сопряжении, скорости скольжения 0,01...0,3 м/с (рис. 2) [2].

При возвратно-поступательном или возвратно-вращательном движении деталей и неизменном давлении на рабочей поверхности с увеличением скорости их относительного перемещения температура рабочей поверхности повышается, как и при повышении давления в зоне трения. С изменением скорости относительного перемещения деталей давление в зоне контакта остается постоянным, поэтому изменение процесса трения влияет на количество выделяющейся теплоты.

Таким образом, на основе проведенного анализа можно сделать вывод, что интенсивность изнашивания сопряженных деталей увеличивается пропор-

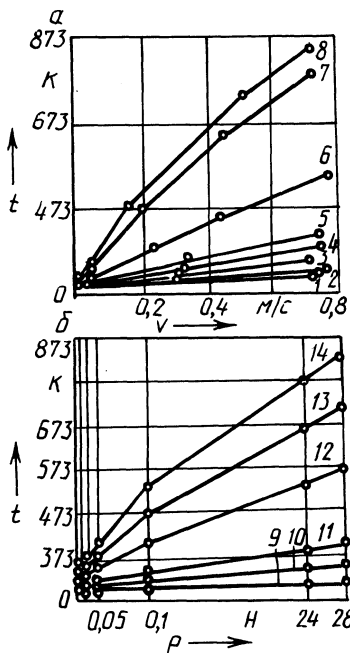


Рис. 1. Зависимость контактной температуры t_k от скорости скольжения деталей v (а) и нагрузки P (б):

1-8 - давление $P = 0,05; 0,2; 0,5; 1; 2; 7; 24$ и 28 Н соответственно; 9-14 - скорость относительного перемещения $v = 0,005; 0,05; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7$ м/с соответственно [1]

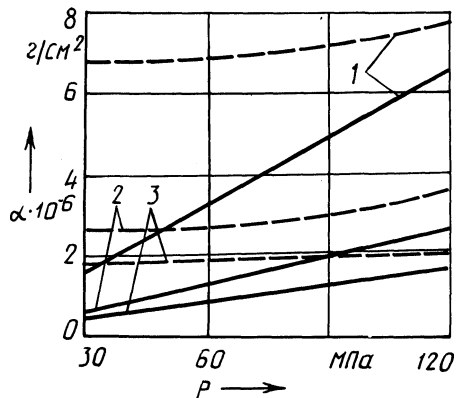


Рис. 2. Экспериментальная зависимость интенсивности изнашивания α (сплошные линии) и коэффициента трения f (штриховые линии) от давления p :

1-3 - трение соответственно без смазочного материала, в морской воде и нефти [3]

ционально нормальному давлению в зоне контакта. Другие формы зависимости являются следствием влияния сопутствующего изменения температуры рабочей поверхности деталей при изменении давления или других факторов, прежде всего скорости относительного перемещения трущихся поверхностей при постоянном давлении в зоне контакта. Поэтому необходимо при исследовании влияния какого-либо фактора на интенсивность изнашивания трущихся поверхностей температуру на рабочей поверхности по возможности поддерживать постоянной или хотя бы одинаковой для экспериментальной и эталонной пар образцов при испытании их по методике параллельных испытаний. Температуру на поверхности контакта желательно измерять с помощью естественных термопар. В противном случае может быть допущена погрешность.

В реальных узлах агрегатов автомобиля при их работе с определенным смазочным материалом интенсивность изнашивания деталей может реже снижаться по мере увеличения температуры в зоне контакта трущихся поверхностей. Масло большой вязкости плохо поступает в зону контакта при смазывании окунамием, его там мало и поэтому оно легко разогревается. По мере разогрева масла в картере и снижения вязкости его поступление в зону контакта

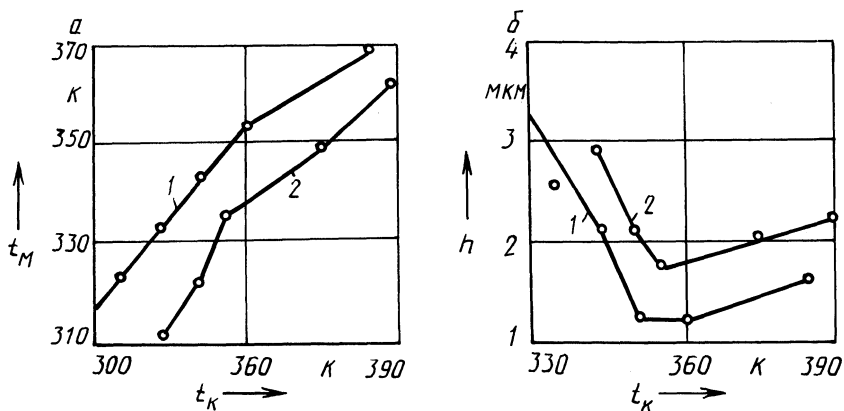


Рис. 3. Влияние контактной температуры t_K зубьев шестерен на температуру масла в картере t_M (а) и износ зуба шестерен h (б)

увеличивается, интенсивность изнашивания рабочих поверхностей снижается до оптимальной. На рис. 3, б приведены результаты измерения износа зуба шестерни по начальной окружности при стендовых испытаниях под постоянной нагрузкой коробки передач 1 автомобиля ГАЗ-21 и редуктора 2 ведущего моста автомобиля КамАЗ [3].

Результаты измерения температуры масла в зоне контакта зубьев и в картере приведены на рис. 3, а. Прежде чем исследовать влияние давления в зоне контакта на интенсивность изнашивания рабочей поверхности деталей, необходимо было провести длительные испытания на износостойкость шестерен при постоянном давлении в зоне контакта и результаты использовать для последующей их корректировки.

Неизбежное повышение температуры с увеличением давления в зоне контакта обуславливает рост интенсивности изнашивания материала, например из сплава СОС-6-6 (подшипниковый антифрикционный сплав). В зону трения подавали под давлением 0,19 МПа горячее (85 °С) масло. Температурный режим поддерживался стабилизатором, дозирующим смазочный материал.

На рис. 4 [3] показано влияние эквивалентного нагрузочного режима работы двигателя на интенсивность изнашивания верхних компрессионных колец (рис. 4, а), поршней (рис. 4, б), второго шатунного подшипника (рис. 4, в) и второго коренного подшипника (рис. 4, г). При стационарном нагружении деталей интенсивность их изнашивания увеличивается почти пропорционально давлению (кривая 5 на рис. 4, в). Это справедливо и для шатунно-кривошипной и цилиндропоршневой групп двигателя автомобиля. С повышением нагрузки интенсивность изнашивания деталей возрастает (температура в зоне контакта повышалась с увеличением давления).

Изменение нагрузки и особенно скорости относительного перемещения деталей влияет на интенсивность изнашивания поверхности трения главным образом за счет увеличения температуры рабочей поверхности, которая зависит от продолжительности нагрева.

Поверхностные слои деталей автомобиля имеют заданные конструктором

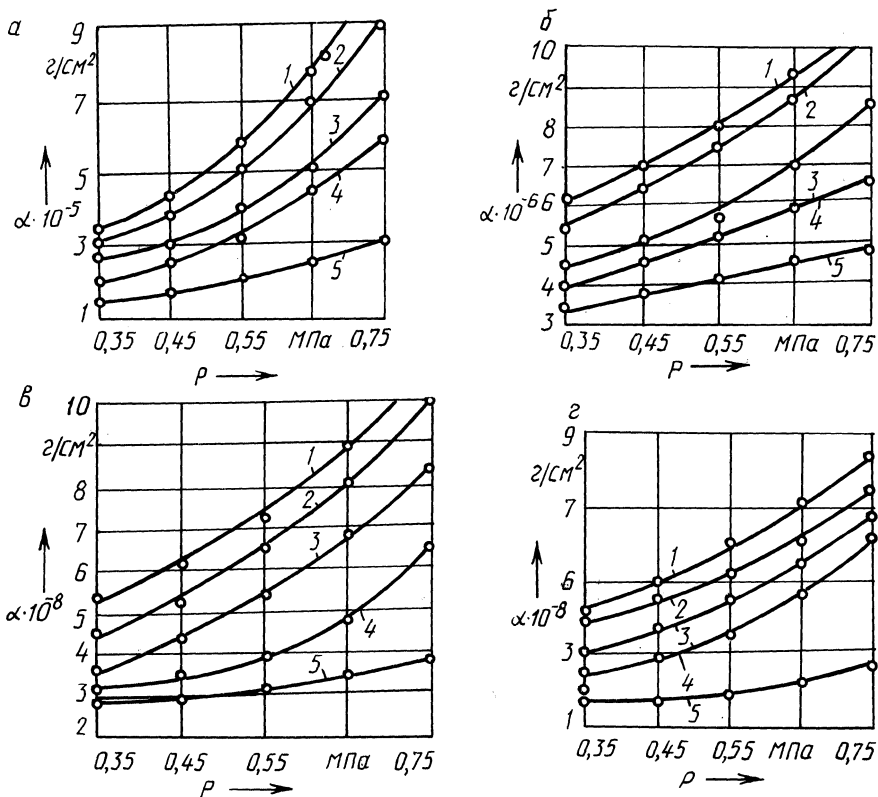


Рис. 4. Влияние эквивалентного нагрузочного режима работы двигателя на интенсивность изнашивания деталей при изменении концентрации элементов в масле за 10^5 оборотов коленчатого вала верхних компрессионных колец (а), поршней (б), второго коренного подшипника (в) и второго коренного подшипника (г) при изменении нагрузки:

1 - 0,15 МПа/с; 2 - 0,10; 3 - 0,05; 4 - 0,01 МПа/с; 5 - нуль

и технологом исходные физико-химические свойства. В процессе эксплуатации они изменяются в зависимости от режима нагружения, особенно скорости их относительного перемещения.

Зависимость интенсивности изнашивания деталей от скорости их относительного перемещения и других параметров режима нагружения может иметь закономерный характер. Такие закономерности существуют между изменением температуры поверхностного слоя, режимом нагружения, его изменением и интенсивностью изнашивания деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов В.С., Брыков Н.Н., Пугачев Г.А. К методике исследования сопротивляемости материалов изнашиванию // Завод. лаб. - 1984. - № 11. - С. 76-78.
2. Слободяников Б.А., Бордубанов В.Г., Лившиц Л.С. Установка для оценки износостойкости покрытия тяжело нагруженных узлов трения // Завод. лаб. - 1985. - № 3. - С. 76-77.
3. Богданов С.А. Разработка метода определения изменения технического состояния агрегатов автомобиля по их теплонагруженности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Саратов, 1987. - 146 с.