

В. К. Азаренко, Н. И. Щерба

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПОДБОРЕ МАСЕЛ ПО ВЯЗКОСТИ ДЛЯ ПОДШИПНИКОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

При решении вопросов смазки подшипников скольжения двигателей внутреннего сгорания основной задачей является правильный выбор сорта масла, важнейшим свойством которого является вязкость. Повышенная вязкость масла отрицательно влияет на работу двигателя: возрастает износ при запуске; затрудняется или становится невозможным запуск, особенно в холодное время; увеличиваются потери на трение и расход топлива; ухудшается прокачиваемость масел и затрудняется обслуживание двигателя; ухудшается очистка масла в фильтрах, увеличивается нагарообразование и количество коксовых отложений, а также температура подшипников, что ведет к повышенному износу.

Следует отметить, что маловязкие масла дешевле в производстве.

Однако вязкость не должна иметь малую величину, так как уменьшается толщина масляной пленки между деталями. При значительном снижении вязкости увеличивается коэффициент трения и, следовательно, температура подшипника.

Многочисленными опытами на различного типа подшипниках установлено, что при постоянных нагрузке и скорости коэффициент трения в них зависит только от вязкости масла. При полужидкостном трении он с увеличением вязкости уменьшается, а при жидкостном — увеличивается. Минимальную величину коэффициент трения имеет на границе перехода от полужидкостного трения к жидкостному.

Проектировать подшипники и выбирать вязкость масла следует так, чтобы коэффициент трения имел минимальную величину, а масляный слой полностью разделял трущиеся поверхности.

Особенность работы подшипников коленчатого вала заключается в динамическом характере нагрузки, вследствие чего вал совершает сложное движение внутри подшипника. При этом толщина масляной пленки и коэффициент трения не являются постоянными величинами и в каждый определенный момент времени зависят от величины и направления нагрузки. В этих условиях кратковремен-

ное нарушение жидкостного трения на отдельных участках подшипника при снижении вязкости масла не вызывает увеличения средней величины коэффициента трения и температуры подшипника. Наоборот, они снижаются вследствие уменьшения коэффициента трения на участке, где вал и подшипник полностью разделены масляным слоем, а также вследствие усиления прокачки масла и улучшения теплоотвода. Возрастание вязкости в таких условиях ведет к некоторому увеличению толщины масляной пленки. Одновременно возрастает средняя величина коэффициента трения и тепловыделение, а прокачка масла и теплоотвод снижаются. В результате этого становится

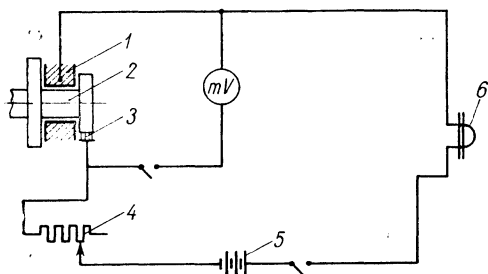


Рис. 1. Электрическая схема замера характера трения в подшипниках

больше температура подшипника, что в свою очередь ведет к уменьшению вязкости в масляном слое, к снижению антикоррозионной стойкости и усталостной прочности материала подшипников и к увеличению их износа. Поэтому оптимальная работа подшипников коленчатого вала будет при минимуме средней величины

коэффициента трения. При этом отдельные участки вала и подшипника могут кратковременно сближаться и трение переходит в полужидкостное.

Влияние вязкости на характер трения в подшипниках проверялось экспериментально на двигателе Д-50 Минского моторного завода методом замера электрического сопротивления масляной пленки. Известно [2], что масляная пленка теряет свои объемные свойства при толщине менее 0,1 мк. Приблизительно при этой толщине [1] происходит резкое падение ее электрического сопротивления. Это дает основание считать такое падение электрического сопротивления масляной пленки критерием перехода к полужидкостному трению.

Замер электрического сопротивления производился по схеме, представленной на рис. 1. Часть напряжения от источника тока 5 гасилась переменным сопротивлением 4. Ток поступал через ртутный токосъемник 3 на коленчатый вал 2 двигателя, а затем через масляную пленку на подшипник 1 и гальванометр 6 осциллографа Н105. Рабочая частота колебаний гальванометра была 300 гц. При такой частоте измерительная схема была не чувствительна к случайным кратковременным пробоям масляной пленки. Напряжение, подаваемое на пленку, не превышало 14 мв, благодаря чему был исключен ее электрический пробой.

Опыты показали, что электрическое сопротивление масляной

пленки на постоянном режиме работы двигателя не является стабильным. Это видно из рис. 2 (а, б), где представлены отдельные участки осциллограмм, записанные при работе двигателя на номинальном режиме. Опыты проводились с изменением вязкости, давления и температуры подачи масла.

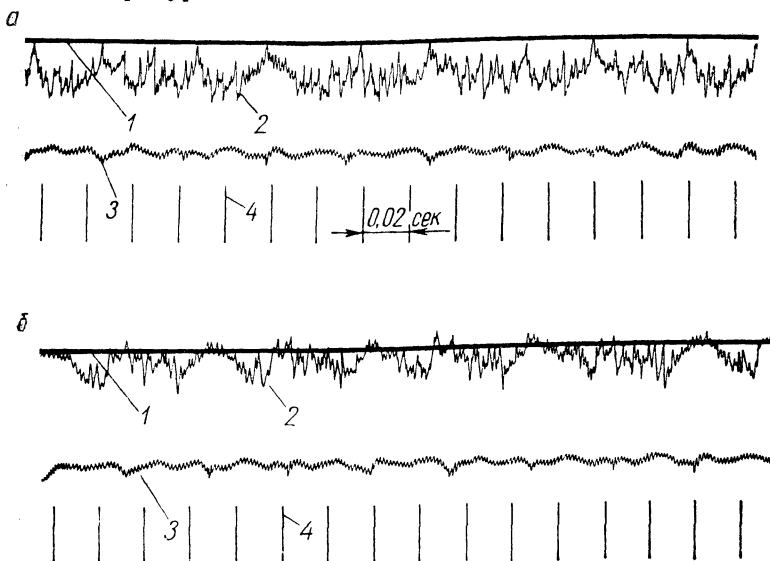


Рис. 2. Состояние смазочного слоя при номинальном режиме работы двигателя Д-50:

1 — отметка, соответствующая контакту вала с подшипником; 2 — состояние смазочного слоя при работе двигателя; 3 — отметка верхней мертвой точки в первом цилиндре; 4 — отметка времени

Во всех случаях отмечалось резкое падение электрического сопротивления масляной пленки (рис. 2, б). Это говорит об отсутствии в подшипниках чисто жидкостного трения и наличии на отдельных участках полужидкостного, которое необходимо принимать во внимание при назначении оптимального режима работы смазочного слоя подшипников. В этих условиях для снижения вязкости применяемого масла необходимо, во-первых, уменьшить коэффициент трения на участках подшипника с полужидкостным трением, во-вторых, предотвратить возможность образования полужидкостного трения. В первом случае важен правильный выбор материала подшипников и коленчатого вала, повышение качества смазки (маслянистость), применение высокоэффективных присадок.

Для предотвращения образования полужидкостного трения основную роль играет увеличение жесткости деталей двигателя, уменьшение допусков на их макрогеометрические отклонения

(овальность, конусность, бочкообразность), улучшение очистки масла и повышение качества технического обслуживания двигателей.

Вязкость в большой степени зависит от температуры. Поэтому совершенствование системы охлаждения масла и поддержание температуры его на уровне ($70 \div 75^\circ\text{C}$) также влияет на оптимальную величину вязкости и возможность ее снижения.

Анализ факторов, от которых зависит оптимальная величина вязкости, показывает, что проведение более совершенных конструктивных, технологических и эксплуатационных мероприятий, связанных со снижением коэффициента трения и уменьшением возможности образования полужидкостного трения, позволит снизить вязкость применяемого масла и этим увеличить долговечность двигателей и уменьшить затраты при их эксплуатации. Поэтому с развитием двигателестроения более широко используются маловязкие масла.

В современных двигателях внутреннего сгорания осуществляется центробежная очистка масла, как правило, устанавливаются радиаторы для его охлаждения, используются новые антифрикционные материалы и присадки к маслам, уменьшаются допуски на макрогеометрические отклонения деталей, кроме того, улучшается качество технического обслуживания. Все эти мероприятия позволили снизить вязкость применяемого масла.

В довоенные годы для дизельных двигателей применялось масло с вязкостью 15 *сст* при 100°C в летних условиях и 11,5 *сст* зимой. В настоящее время применяются масла с вязкостью соответственно $11 \pm 0,5$ и $8 \pm 0,5$ *сст* при 100°C . Долговечность двигателей за это время увеличилась в несколько раз.

Л и т е р а т у р а

1. Елин Л. В., Захаржевская В. Н. Электрическое сопротивление пленок смазочного масла «машинное-2» и трансформаторного. Научн. тр. Одесск. ин-та инженеров морского флота, вып. VIII, 1949.
2. Крагельский И. В. Трение и износ. М., 1959.