

ИЗВЕСТИЯ ИРКУТСКОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИНСТИТУТА

А.В. ТАШКИНОВ,  
Г.А. ТАШКИНОВ.

ИЗНОС ГИЛЬЗ И ПОРШНЕВЫХ КОЛЕЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА

Из литературных источников известно, что при эксплуатации двигателей зимой, в условиях низких температур и практически отсутствующей запыленности воздуха износ деталей двигателя увеличивается. Известно, также, что долговечность двигателя в значительной степени зависит от срока службы сопряжения гильза-колец. Поэтому выяснение причин, ускоряющих изнашивание гильз цилиндров и поршневых колец при эксплуатации двигателей зимой представляет значительный интерес.

Исследование влияния температуры окружающего воздуха на скорость изнашивания сопряжения гильза-кольца нами было выполнено на тракторном двигателе СМД-14А. Определение износа двигателя широко распространенным методом "по железу в масле" в нашем случае было неприемлемым, так как указанный метод дает картину суммарного износа двигателя. Метод искусственных баз для измерения износа колец требует разборки двигателя, а последующая переприработка искажает картину износа. Поэтому определение износа производилось косвенно, спектральным анализом золы проб масла, взятых из системы смазки до и после десятичасовой работы дизеля. Спектральный анализ позволил параллельно определять также износ вкладышей подшипников коленчатого вала, поршней, втулок верхних головок шатунов и шеек коленчатого вала.

Спектральный анализ дает суммарное количество железа, снятого с трущихся деталей. Эксперименты показали, что несмотря на поддержание постоянной температуры в системе

смазки, температура окружающего воздуха и тепловой режим двигателя влияют на скорость изнашивания шеек коленчатого вала. Поэтому из общего количества железа в масле необходимо было исключить железо, снятое с шеек коленчатого вала. Последнее было достигнуто определением износа шеек коленчатого вала, исходя из соотношения скорости изнашивания шеек и вкладышей (1). Износ вкладышей, в свою очередь, определялся по содержанию в масле свинца.

Таким образом, количество железа, поступившее в масло от изнашивания поршневых колец, гильз цилиндров и других деталей, получено вычитанием железа, снятого с шеек коленчатого вала из суммарного его количества. Количество железа, снятого с других деталей (например, детали механизма газораспределения), скорость изнашивания которых относительно невелика, давало некоторую постоянную ошибку, не нарушая картину изнашивания сопряжения гильза-кольца при различных температурах воздуха.

Известно, что при эксплуатации тракторов в зимний период тепловой режим двигателей колеблется в широких пределах (2), поэтому исследование износа гильз цилиндров и поршневых колец было проведено для тепловых режимов от  $55^{\circ}\text{C}$  до  $105^{\circ}\text{C}$  при температурах воздуха от плюс 25 до минус  $35^{\circ}\text{C}$ . Известно также (3), что при неизменной регулировке топливной аппаратуры мощность двигателя меняется в зависимости от температуры воздуха и теплового режима двигателя. Поэтому исследование износа производилось по двум вариантам: при поддержании постоянной мощности двигателя и постоянном положении рейки топливного насоса. Первоначальное положение рейки топливного насоса соответствовало номинальной мощности двигателя при температуре воздуха плюс  $25^{\circ}\text{C}$ , тепловом режиме  $80^{\circ}\text{C}$  и для второго варианта опытов оставалось неизменным для всех тепловых режимов и при различной температуре воздуха. Для первого варианта неизменное положение рейки оставалось только при температуре воздуха плюс  $25^{\circ}\text{C}$ . С понижением температуры воздуха

рейка перемещалась в целях поддержания постоянной мощности при данном тепловом режиме.

на графике (рис.1) показано изменение скорости изнашивания сопряжения гильза-кольца в зависимости от температуры окружающего воздуха для различных тепловых режимов двигателя. Сплошными линиями показана скорость изнашивания при постоянном положении рейки, штриховыми - при постоянной мощности. Скорость изнашивания характеризуется изменением содержания железа в картерном масле в миллиграммах за час работы двигателя. Из графика видно, что с понижением температуры воздуха скорость изнашивания увеличивается. С понижением температуры воздуха от плюс 25° до минус 35°С при работе двигателя на тепловом режиме 80°С и неизменном положении рейки топливного насоса увеличение скорости изнашивания сопряжения гильза-кольца составляет 65 процентов, то есть 11 процентов на каждые 10°С снижения температуры. Если двигатель работает при температуре воздуха минус 35°С и тепловой режим его при этом снизится до 55°С, то за счет снижения теплового режима часовой износ сопряжения гильза-кольца увеличится еще на 100 процентов. Таким образом, снижение температуры воздуха от плюс 25 до минус 35°С с одновременным понижением теплового режима двигателя от 80 до 55°С увеличивает скорость изнашивания сопряжения гильза-кольца в 2,6 раза.

Снижение температуры воздуха в указанных пределах при работе двигателя на постоянной мощности увеличивает скорость изнашивания на 45 процентов, а снижение теплового режима при этом от 80 до 55°С увеличивает скорость изнашивания дополнительно на 95 процентов. То есть, для указанных условий работы двигателя снижение температуры воздуха до минус 35°С и теплового режима до 55°С увеличивает скорость изнашивания сопряжения гильза-кольца в 2,4 раза.

В связи с тем, что на графике (рис.1) абсолютные значения скорости изнашивания сопряжения гильза-кольца нес-

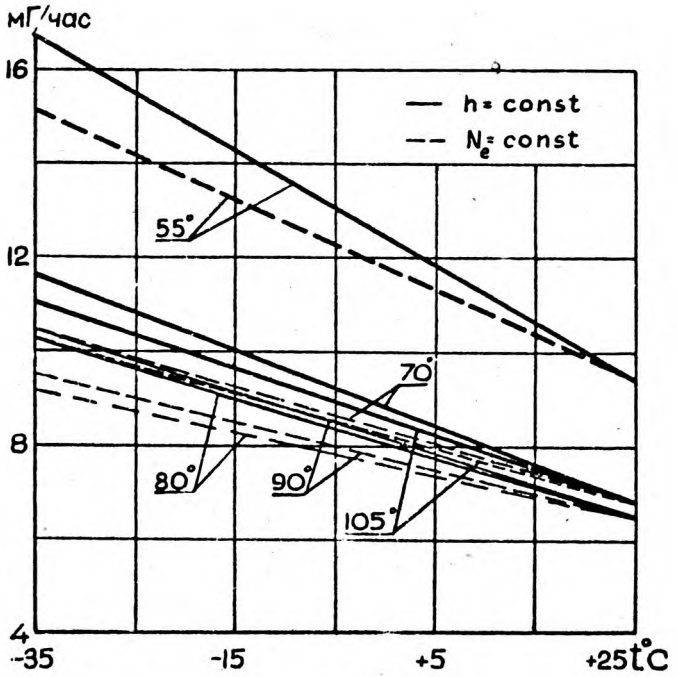


Рис. 1

колько завышены, так как при ее определении учитывалось также железо, снятое с других деталей (кроме шеек коленчатого вала), то найденные величины относительного увеличения скорости изнашивания от снижения температуры и теплового режима являются минимальными.

Увеличение скорости изнашивания сопряжения гильза-кольца по мере понижения температуры окружающего воздуха объясняется следующими причинами.

Анализ параметров, характеризующих протекание рабочего процесса при различных температурах окружающего воздуха показал, что снижение температуры воздуха сопровождается увеличением весового наполнения цилиндра, которое вызывает увеличение индикаторной мощности и среднего индикаторного давления даже при поддержании эффективной мощности постоянной. В этом случае механический коэффициент полезного действия понижается.

При работе двигателя с постоянным положением рейки топливного насоса снижение температуры воздуха вызывает повышение цикловой подачи топлива из-за увеличения его плотности, что в сочетании с повышенным весовым наполнением цилиндра увеличивает не только среднее индикаторное давление и индикаторную мощность, но и эффективную мощность, при одновременном снижении механического коэффициента полезного действия. Кроме того, снижение температуры воздуха увеличивает период задержки воспламенения и скорость нарастания давления (жесткость работы). Таким образом, причиной увеличения скорости изнашивания сопряжения гильза-кольца при понижении температуры окружающего воздуха является повышение давления газов в цилиндре и скорости нарастания их давления, то есть повышение нагрузок на детали кривошипно-шатунного механизма.

Влияние на скорость изнашивания сопряжения гильза-кольца теплового режима двигателя при его работе с посто-

янным положением рейки и различной температуре воздуха представлено на графике (рис.2).

Из графика видно, что оптимальным тепловым режимом, с точки зрения наименьшего износа сопряжения, является  $80^{\circ}\text{C}$ . Увеличение скорости изнашивания при повышении теплового режима от  $80^{\circ}$  объясняется ухудшением условий смазки. Согласно существующему мнению при работе двигателей на тепловых режимах выше оптимального поршневые кольца и гильзы подвергаются контактному изнашиванию из-за более интенсивного испарения, сгорания и сдувания смазки с зеркала цилиндров.

Снижение теплового режима от  $80^{\circ}\text{C}$  увеличивает вязкость масла на стенках цилиндра, что уменьшает контактное изнашивание. Исходя из этого скорость изнашивания сопряжения гильза-кольца при этом должна уменьшаться. На самом деле (рис.2) при снижении теплового режима от  $80^{\circ}$  скорость изнашивания резко возрастает. Это происходит в результате возникновения коррозионного изнашивания, которое накладывается на контактное. На графике разделение скоростей коррозионного и контактного изнашивания произведено экстраполированием кривых контактного изнашивания (штриховые линии).

График показывает, что с понижением температуры окружающего воздуха скорость коррозионного изнашивания (зона над штриховыми линиями) возрастает.

Известно, что условием возникновения электрохимической коррозии является образование конденсата водяных паров на стенках цилиндров. Водяные пары в цилиндре образуются из влаги воздуха и в результате окисления водорода топлива при сгорании. Появление конденсата в цилиндре возможно в случае, если температура поверхности его стенок снижается до температуры насыщения, что и имеет место при работе двигателя на тепловых режимах ниже  $80^{\circ}\text{C}$ .

Снижение температуры воздуха вызывает весьма существен-

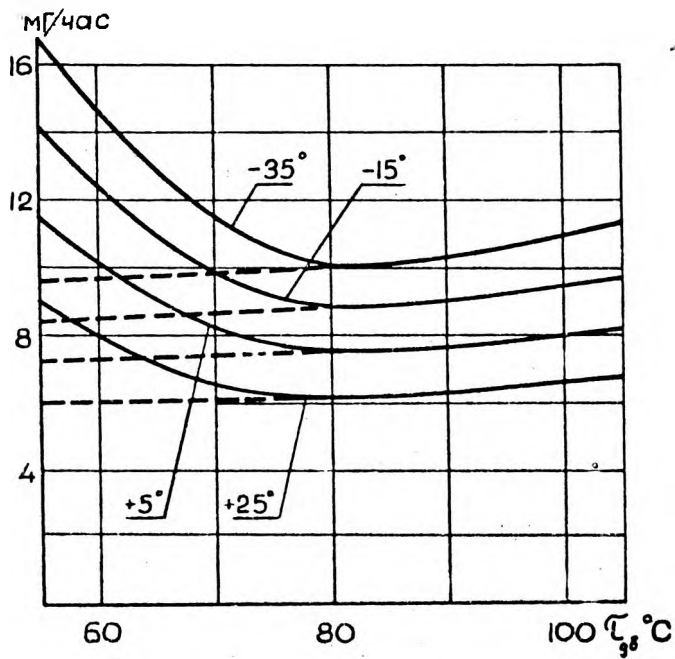


Рис. 2

венное снижение температуры рабочей поверхности гильзы, о чем можно судить по значительному уменьшению температур отработавших газов (на  $220^{\circ}$  при температуре воздуха минус  $35^{\circ}$  и тепловом режиме  $55^{\circ}\text{C}$ ). Это приводит к большой интенсивности конденсации паров воды, что и обуславливает увеличение коррозионного изнашивания при низких температурах воздуха по сравнению с летними условиями.

#### В Ы В О Д Ы

1. Наименьший износ сопряжения гильза-кольцо для дизельных двигателей наблюдается при тепловом режиме  $80^{\circ}\text{C}$ . Поэтому с точки зрения достижения минимального износа тепловой режим  $80^{\circ}\text{C}$  является оптимальным при любой температуре окружающего воздуха.

2. Скорость изнашивания сопряжения гильза-кольцо увеличивается на 10-11 процентов при снижении температуры окружающего воздуха на  $10^{\circ}\text{C}$  при работе двигателя на оптимальном тепловом режиме.

3. Изменение теплового режима двигателя на  $10^{\circ}$  ниже оптимального увеличивает износ сопряжения гильза-кольцо на 20-25 процентов.

4. При температуре окружающего воздуха минус  $35^{\circ}\text{C}$  и тепловом режиме двигателя  $55^{\circ}\text{C}$  скорость изнашивания сопряжения гильза-кольцо в 2,5 раза выше скорости изнашивания при температуре воздуха плюс  $25^{\circ}\text{C}$  (запыленность воздуха отсутствует) и тепловом режиме  $80^{\circ}\text{C}$ .

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. И.А.КОВАЛЬ и др. Исследование и доводка дизелей. М. 1966.
2. А.М.БОРОДИЧ, А.В.ТАШКИНОВ. О тепловом режиме тракторного дизеля при низких температурах. Известия ИСХИ, вып.25, том 1, Иркутск, 1966.
3. Г.А.Ташкинов, Ф.Т.УСЛЫЦЕВ, А.М.БОРОДИЧ. Некоторые особенности работы тракторного двигателя в условиях зимней эксплуатации. Исследование, эксплуатация и ремонт поршневых двигателей. Труды Ангарского филиала Иркутского политехнического института, вып.2, Ангарск, 1969.