

В. Д. Науменко, В. А. Пресман,  
А. Л. Гутман, В. Л. Шилёнков

## СНИЖЕНИЕ ИЗНОСА ДЕТАЛЕЙ ГИЛЬЗОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ Д-50 ЗА СЧЕТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАСЛЯНО-КОНТАКТНОГО ВОЗДУХООЧИСТИТЕЛЯ

Как известно, абразивный износ является определяющим в работе гильзопоршневой группы тракторных двигателей и характеризуется зависимостью работы сил трения от процессов микропластических деформаций и срезания металла в тонких поверхностных слоях твердыми абразивными частицами.

Износостойкость  $I$  металлов, подверженных абразивному истиранию [1], является в основном функцией предела прочности  $\sigma$  металла, его твердости  $H_B$  и вязкости  $a_K$ .

$$I = f(\sigma_B, H_B, a_K).$$

Эта корреляция верна при одинаковых качествах, идентичных условиях закрепления абразива, температурах, стабильности условий воздействия окружающей среды. Она определяет один из путей повышения долговечности деталей гильзопоршневой группы — улучшение механических свойств используемых материалов. Другой путь открывают исследования изнашивающего воздействия абразивных частиц на металл и разработка на этой основе мероприятий по повышению эффективности воздухоочистителей.

Изучению влияния абразивных частиц на износ деталей двигателя посвящено много исследований, которыми установлено, что абразивные частицы размером 15—30 мкм вызывают наибольший износ деталей гильзопоршневой группы. Такие частицы необходимо отделять от воздуха, направляемого в цилиндры двигателя. Частицы размером 1 мкм и менее не оказывают износного эффекта. Это и определяет требования к воздухоочистителям по тонкости очистки.

Работами НАТИ [2] установлены зависимости между коэффициентом пропуска пыли воздухоочистителем и средним диаметром абразивных частиц, попадающих в двигатель.

В современных воздухоочистителях масляно-контактного типа снижение коэффициента пропуска достигается использованием новых синтетических материалов. На Минском моторном заводе для

воздухоочистителя двигателя Д-50 была разработана фильтрующая набивка переменной плотности, включающая две кассеты из капрновых нитей диаметром 0,41 мм (нижняя — грубой очистки) и 0,27 мм (верхняя — тонкой очистки). Владимирский тракторный завод для двигателя Д-37М применяет в качестве тонкой ступени очистки кассеты из пенополиуретана.

Опыт Минского моторного завода по эксплуатации масляно-контактных воздухоочистителей показывает, что коэффициент пропуска и тонкость очистки недостаточно характеризуют эффективность воздушного фильтра тракторного двигателя.

Важное значение для оценки износозащитных свойств воздухоочистителя имеет пылеемкость.

Малая пылеемкость вызывает необходимость частых технических уходов за воздухоочистителями, вынуждает осуществлять их в неблагоприятных полевых условиях. Это затрудняет высококачественное проведение технического ухода, в результате снижается эксплуатационная надежность узла.

Таким образом, от условий запыленности, в которых работает тракторный двигатель (от 0,01 до 1,0 г/м<sup>3</sup> воздуха), зависит пылеемкость воздушного фильтра как фактор, определяющий его эксплуатационную эффективность. Незначительная пылеемкость некоторых весьма эффективных по коэффициенту пропуска автомобильных воздухоочистителей [3] обуславливает их непригодность для тракторного двигателя.

Капроновая щетина, применяемая для изготовления фильтрующих элементов воздухоочистителя, обладает низкими адгезионными свойствами, поэтому после остановки двигателя масло легко смывает с нитей пылинки, увлекая их за собой, и стекает в поддон, обеспечивая самоочистку фильтрующей набивки и создавая тем самым благоприятные условия для очистки воздуха.

В процессе эксплуатации воздухоочистителей с капроновыми фильтрующими элементами было установлено, что основным фактором, лимитирующим пылеемкость, является не загрязнение фильтрующих элементов, а засорение обоймы из металлической сетки, расположенной под элементами. Повышение силы сцепления загрязнителя с материалом сетки, а также большое количество ячеек способствуют загрязнению металлической сетки, что уменьшает ее живое сечение и приводит к повышению сопротивления, ухудшению самоочистки фильтрующих элементов, а следовательно, к снижению пылеемкости воздухоочистителя.

С целью повышения пылеемкости масляно-контактного воздухоочистителя с капроновыми фильтрующими элементами на ММЗ была разработана конструкция опорной обоймы (решетки) из литьевого пластика, которая устанавливается вместо металлических сеток.

Обойма 12 (рис. 1) представляет собой диск с кольцевыми 9 и радиальными 11 ребрами, высота которых больше ширины. Ребра имеют положительный угол встречи потока воздуха, движущегося в корпусе воздухоочистителя снизу вверх. Живое сечение

обоймы, ограниченное кольцевыми и радиальными ребрами, больше живого сечения металлической сетки.

Применение обоек из литьевого пластика с низкими адгезионными свойствами (равными адгезионным свойствам материала фильтрующих элементов) обеспечивает, как показали стендовые

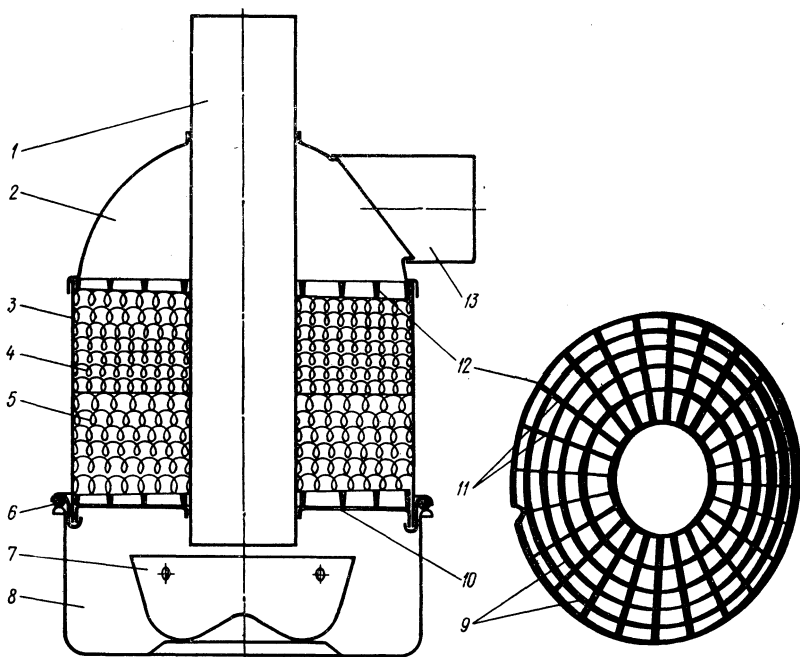


Рис. 1. Усовершенствованный воздухоочиститель двигателя Д-50:

1 — центральная труба; 2 — головка; 3 — корпус; 4 — верхний фильтрующий элемент; 5 — нижний фильтрующий элемент; 6 — уплотнительное кольцо; 7 — чашка; 8 — поддон; 9 — кольцевые ребра; 10 — замыкающая обойма; 11 — радиальные ребра; 12 — опорная обойма (решетка); 13 — патрубок отводящий

испытания, хорошую самоочистку фильтрующих элементов и опорной обоймы, а также выравнивание скоростей движения воздуха в набивке — все это существенно повышает пылеемкость воздухоочистителя.

На рис. 1 показана усовершенствованная конструкция воздухоочистителя двигателя Д-50. Воздушный фильтр состоит из корпуса 3, головки 2, центральной трубы 1 и поддона 8. Внутри корпуса 3 между опорными обоймами 12 установлены два фильтрующих элемента 4 и 5 из капроновой щетины. Фильтрующие элементы с решетками 12 фиксируются от осевых перемещений при помощи замыкающей обоймы 10, завальцованной в нижней части корпуса воздухоочистителя. Для направления потока воздуха на фильтрующие элементы к поддону 8 приварена чашка 7. Уплотнение поддона и корпуса осуществляется резиновым кольцом 6.

Испытания модернизированного воздухоочистителя проводились на безмоторном стенде, соответствующем требованиям ГОСТа 8002—62. Показатели фильтров определялись при запыленности воздуха  $0,5 \text{ г/м}^3$  кварцевой пылью с удельной поверхностью  $5600 \text{ см}^2/\text{г}$  и постоянном расходе воздуха  $196 \text{ м}^3/\text{ч}$ . В процессе

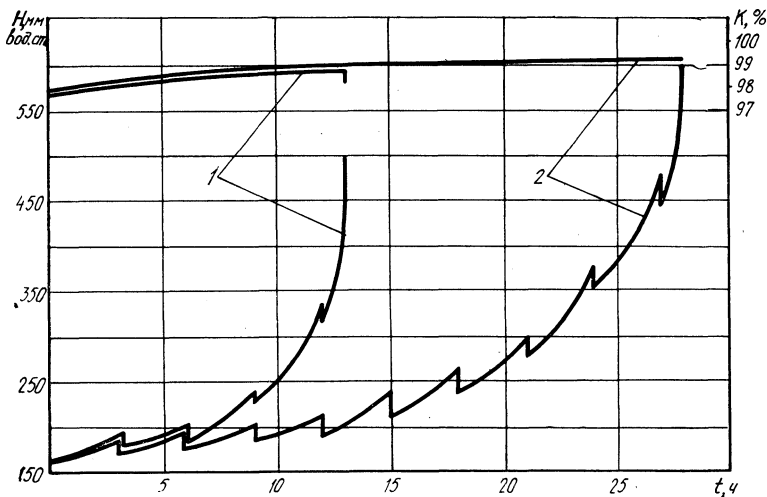


Рис. 2. Характеристики воздухоочистителей двигателей Д-50 по пылеемкости:

1 — воздухоочиститель с капроновыми фильтрующими элементами и опорными обоймами из металлической сетки; 2 — воздухоочиститель с капроновыми фильтрующими элементами и опорными обоймами из литвеего пластика

испытаний через 30 мин работы измерялось сопротивление воздухоочистителей, а через 3 ч следовала остановка, необходимая для заполнения дозатора пылью, для замены абсолютного фильтра и определения коэффициента очистки.

На рис. 2 представлены характеристики воздухоочистителей двигателя Д-50 по пылеемкости. Из графика видно, что пылеемкость фильтров с капроновыми обоймами составляет 28 ч против 13 ч у воздухоочистителей с металлическими сетками. Соответственно было задержано пыли 2740 г и 1270 г. Причем воздухоочиститель с капроновыми обоймами работал до предельного сопротивления 600 мм вод. ст., а в воздухоочистителе с металлическими сетками уже при сопротивлении 500 мм вод. ст. наблюдался унос масла из поддона.

Кривая сопротивления 2 (рис. 2) наглядно выражает способность масляно-контактного воздухоочистителя с капроновыми фильтрующими элементами и пластмассовыми решетками к самоочистке, т. е. к восстановлению после непродолжительной остановки сопротивления, близкого к начальному.

Необходимо отметить, что в связи со значительным увеличением пылеемкости и ростом коэффициента очистки  $K$  по мере за-

грязнения фильтра средний коэффициент очистки воздухоочистителей с пластмассовыми обоймами выше среднего коэффициента очистки воздухоочистителя с металлическими сетками.

Начальное сопротивление воздухоочистителей двух вариантов практически одинаково и составляет 160 мм вод. ст.

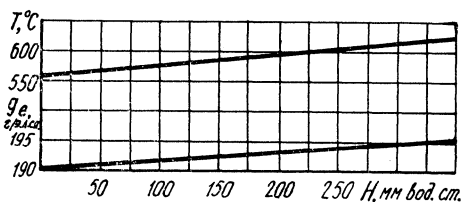


Рис. 3. Зависимость удельного расхода топлива и температуры выхлопных газов двигателя Д-50 (при  $p_e = 6,3 \text{ кг/см}^2$ ) от сопротивления воздухоочистителя

Тенденция повышения мощности серийных двигателей за счет форсирования по оборотам обостряет проблему выбора минимальной эффективности и допустимых сопротивлений воздухоочистителей для тракторов. Компоновка современного пропашного трактора «Беларусь» практически исключает возможность увеличения объемов воздушного фильтра.

Для выбора технических характеристик воздухоочистителя двигателя Д-50 на ММЗ проведены специальные исследования, позволившие определить зависимость экономических показателей двигателя и температуры выхлопных газов (рис. 3) от сопротивления воздухоочистителя, а также зависимость износа деталей гильзопоршневой группы (рис. 4) от эффективности воздухоочистителя.

Ухудшение удельного расхода топлива и повышение температуры выхлопных газов на двигателе при  $p = 6,3 \text{ кг/см}^2$  прямо пропорционально повышению сопротивления воздухоочистителя.

С увеличением эффективности воздухоочистителя интенсивность изнашивания деталей гильзопоршневой группы уменьшается. Износ поршневых колец, определенный по накоплению продуктов изнашивания в смазочном масле двигателя методом нейтронно-активационного анализа, как видно из графика (рис. 4), выражается нелинейной зависимостью от коэффициента пропуска пыли  $\epsilon$ . Износ гильз выражается аналогичной зависимостью. Резкое увеличение износов поршневых колец наблюдается при коэффициенте пропуска, превышающем 2,5%. За 100 ч работы двигателя с воздухоочистителем, имеющим коэффициент пропуска 1%, отмечен износ гильз на 28,5% меньший, чем при работе с воздухоочистителем, коэффициент пропуска которого 2,5%.

Практически требуемую долговечность деталей гильзопоршневой группы обеспечивают воздухоочистители с коэффициентом пропуска менее 1,5%.

Эксплуатационные испытания большой партии двигателей на тракторах с воздухоочистителями, коэффициент пропуска которых составлял 0,8—1,5% при пылеемкости 26—30 ч, показали доста-

точную надежность и эффективность системы очистки воздуха, обеспечивающую долговечность моторов 5000 моточасов. В связи с повышением пылеемкости изменена периодичность обслуживания серийных воздухоочистителей, что наряду с повышением долговечности обеспечило значительный экономический эффект.

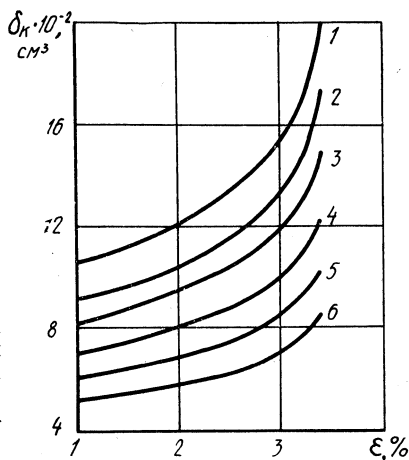


Рис. 4. Зависимость износа поршневых колец двигателя Д-50 от коэффициента пропуска воздухоочистителя:

1 — 120 ч работы двигателя; 2 — 160 ч; 3 — 80 ч; 4 — 60 ч; 5 — 40 ч; 6 — 20 ч

### Выводы

1. Зависимость износа гильз и поршневых колец от коэффициента пропуска пыли описывается нелинейным законом. Износы деталей гильзопоршневой группы двигателя резко возрастают при увеличении коэффициента пропуска воздухоочистителя более 2,5%.

2. Средний коэффициент пропуска масляно-контактного воздухоочистителя тракторного двигателя долговечностью в пределах 4500—5000 моточасов должен быть не более 1,5%.

3. Применение опорных решеток из материала с низкими адгезионными свойствами в масляно-контактном воздухоочистителе существенно повысило его эксплуатационную эффективность и снизило трудоемкость технических уходов.

### Литература

- [1] Костецкий Б. И. Износостойкость деталей машин. М., 1950. [2] Маев В. М. Исследование воздухоочистителей тракторных двигателей с целью обоснования допустимой эффективности очистки. Автореф. канд. дис. М., 1964. [3] Корнев М. С. Автомобильные воздухоочистители. М., 1961.