

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОТОРНЫХ МАСЕЛ НА ИЗНАШИВАНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Д.П. Журавель, д.т.н.,

*Таврический государственный агротехнологический университет
имени Дмитрия Моторного, г. Мелитополь, Украина*

Постановка проблемы. Износ деталей узлов и агрегатов приводит к ухудшению функциональных свойств мобильной техники, и уменьшению ее первоначальной стоимости [1].

Двигатель внутреннего сгорания (ДВС) является основной частью энергетического средства, от которого зависит безотказная работа сельскохозяйственной техники в целом. При неправильной эксплуатации в результате общего износа, средняя потеря мощности ДВС составляет 10-15%, или более 100 млн. кВт. В общей сложности за время эксплуатации ДВС, его ремонтируют не менее пяти раз, при этом ресурс работы отремонтированного двигателя в среднем составляет 30 % нового [2]. Проблемы уменьшения трения, коррозии и общего износа основных сопряжении автотракторных двигателей тесно связаны между собой.

Основные материалы исследования. Установлено, что примерно 62 % от общей энергии, получаемой двигателем внутреннего сгорания от сжигания топлива, расходуется на термические потери (отходящие газы, охлаждения цилиндров). На аэродинамические и гидродинамические потери – 6 %, от трения – 7 % и полезные затраты – 25 % [1].

На цилиндро-поршневую группу двигателя приходится – 67% механических потерь на трение, на вспомогательные агрегаты – 16 % и гидравлические потери, связанные с прокачкой масла – 17 % [1,2].

Исходя из вышесказанного можно заключить, что из рабочих поверхностей ДВС более всего подвержены износу стенки цилиндров и поршневые кольца. Менее изнашиваются подшипники, клапаны, направляющие клапанов, кольца, вкладыши и т.д. Износ стенок цилиндров и поршневые кольца, оказывают сильное влияние также на износ других деталей двигателя. Существует взаимосвязь износа отдельных частей и поверхностей двигателя.

Температура водяной рубашки, которая непосредственно влияет на температуру стенок цилиндра (50-60 °С и ниже) является главной причиной увеличения износа.

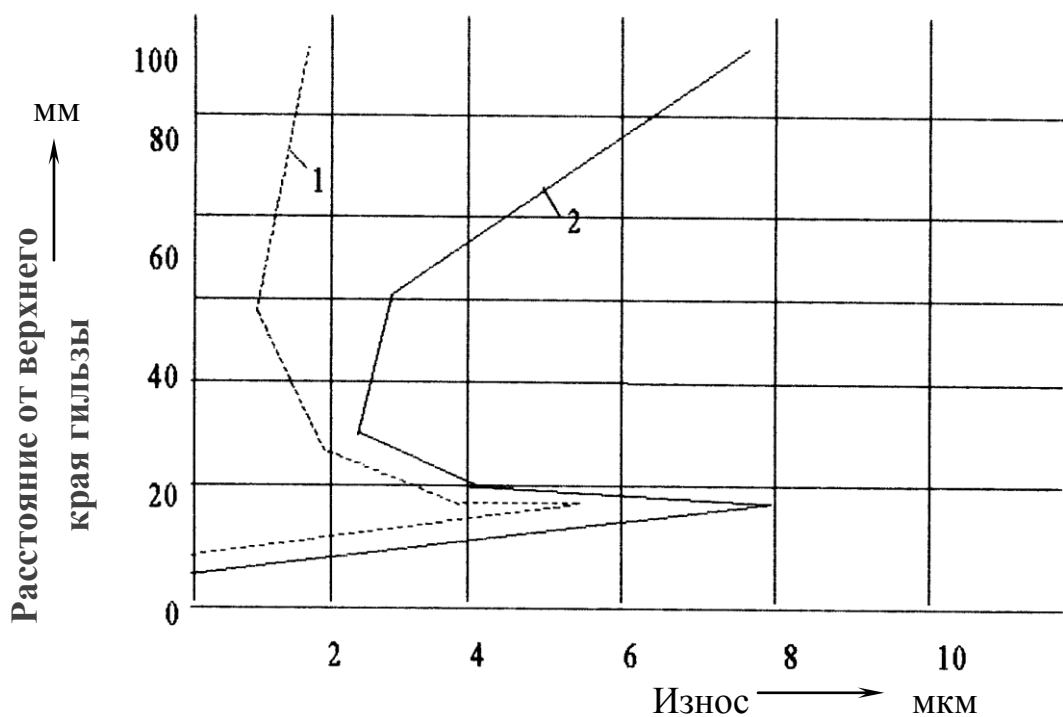
Результаты моторных испытаний, которые проводились на двигателе без контроля температуры системы охлаждения и на двигателе с установленным термостатом, причем двигатель с

термостатом показал износ, равный 1/3-1/4 величины износов, получаемых без термостата [1].

Установлено, что при попадании воды в масло, увеличивается до пяти раз вероятность задиров деталей цилиндро-поршневой группы, при исследовании работы двигателей ЯМЗ на форсированном нагрузочном и температурном режимах.

При работе ДВС на обводненном масле износ вкладышей подшипников коленчатого вала в полтора раза выше, чем при работе на обезвоженном масле [6].

Повышенный износ цилиндров наблюдается с увеличением конденсата воды в масле, в основном в нижней и средней частях цилиндров, наиболее обильно смазываемых маслом. Так при работе отсека двигателя Д-240, на низкотемпературном режиме принудительное введение воды вызвало увеличение износа цилиндров в нижней зоне в 4,7 раза (рис.1).



1 – без воды; 2 – с подачей воды в картер

Рис. 1. Эюра износа гильзы цилиндра отсека двигателя Д-240Л при его работе с принудительным введением воды в масляный картер

Температура стенок ниже или около 66 °С благоприятствует коррозионному износу, так как при этой температуре происходит конденсация из отработанных газов влаги коррозирующих веществ.

По мере перемещения пленки масла в верхнюю зону вода интенсивно испаряется, и поэтому ее влияние на износ средней и особенно верхней зоны цилиндра существенно меньше.

Проведенные исследования [1] показали, что при добавлении в масло с присадками до 3 % (масс.) воды их эксплуатационные показатели резко ухудшились, в то время как в масле без присадок (табл.1) такое ухудшение наблюдалось в значительно меньшей степени.

Таблица 1

Влияние обводнения моторных масел на их эксплуатационные свойства при проведении 100-часовых испытаний

Показатели	Масло М-10 без присадки		Масло М-10Г ₂		Масло М-8В ₂	
	без воды	с водой	без воды	с водой	без воды	с водой
1	2	3	4	5	6	7
Износ втулки цилиндра, мкм	2,70	3,00	1,78	3,00	1,02	1,09
Износ поршневых колец, г	0,385	0,4153	0,1697	0,5302	0,085	0,2014
Суммарный износ вкладышей, г	0,013	0,0524	0,0136	0,0236	0,029	0,1710
Нагаро- и лакообразование, баллы	3,5	3,6	1,6	2,3	2,3	2,6
Масса отложений на фильтре, г	85	235	25	180	65	315
Щелочность масла, мг КОН/г	-	-	8,1	5,1	2,2	1,0

В обезвоженном масле (табл. 2) указанные ранее кислоты не представляют большой опасности, но появление даже следов воды в масле увеличивает скорость коррозии под влиянием этих кислот более чем в 20 раз. Моторные масла содержат в своем составе воду, что приводит их микробиологическому заражению.

Вода стимулирует развитие и размножение большинства микроорганизмов, существующих в углеводородной среде. При обезвоживании масла рост и размножение микроорганизмов практически не происходит. В обводненном же масле происходит интенсивный рост микроорганизмов. и сопровождается образованием больших количеств продуктов их жизнедеятельности - пирогенных веществ. Это обстоятельство влияет на физико-химические и эксплуатационные свойства масел, ухудшая их, изменяя вязкость и уменьшая смазывающие способности.

Таблица 2

Влияние состава загрязнений в моторном масле на интенсивность его окисления

Состав загрязнений	Время окисления, ч		Кислотное число, мг КОН/г	
	без воды	с водой	без воды	с водой
Загрязнений нет	3500	3500	1,7	9,0
Железо	3500	400	6,5	81,0
Медь	3000	100	8,9	112,0

Износ трущихся деталей двигателя происходит за счет абразивного действия пыли, грязи и твёрдых частиц, которые попадают в него со всасываемым воздухом [1,3]. Если двигатель средней мощности всасывает от 1,5 до 9,0 л воздуха в 1 мин., пыль и грязь, попадающие в него, могут иметь значительный объём, если воздухоочиститель недостаточно эффективен или неисправен. С химическим составом пыли непосредственно связан её гранулометрический состав, а от него зависит способность пыли находиться в атмосфере во взвешенном состоянии. Частицы менее 5 мкм могут находиться в атмосфере достаточно долго, а для более крупных частиц время пребывания их во взвешенном состоянии уменьшается с увеличением размера и зависит от скорости и направления воздушных потоков.

Химический состав атмосферной пыли в некоторых областях Украины приведён в таблице 1,4 [7]. Кроме того, в пыли (табл.3) содержится также до 1% органических веществ

Таблица 3

Химический состав атмосферной пыли

Местность	Содержание, % (масс.)					
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al ₂ O ₃	CaO	MqO
Херсонская обл.	68,0	-	-	14,0	4,0	2,0
Винницкая обл.	82,6	2,4	0,1	7,3	1,25	0,7
Запорожская обл.	69,2- 70,9	1,8- 2,3	0,1- 0,6	8,8- 9,4	2,5-5,4	1,7

Общепризнанно, что абразивный износ деталей зависит, прежде всего, от твердости и количества в масле продуктов неорганического происхождения.

Исследованиями [4,5] установлено, что если твердость минеральной частицы выше твердости контактирующего с ней металла, износ последнего интенсивен и мало зависит от границы

твёрдости металла и минеральной частицы.

Воздействие, оказываемое содержащимися в масле неорганическими загрязнениями на суммарный износ деталей поршневого двигателя, значительно превышает влияние загрязнений, попавших в двигатель другими путями. Износ гильз цилиндров и подшипников коленчатого вала происходит, очевидно, в результате суммарного воздействия загрязнений как неорганического, так и органического происхождения.

В таблице 4 приведены данные, подтверждающие влияние содержащихся в масле твёрдых неорганических загрязнений на износ деталей поршневого двигателя.

Таблица 4

Износ деталей поршневых двигателей при различных вариантах очистки воздуха

Детали	Износ деталей при эксплуатации двигателей, мм		
	без фильтра и без воздухоочистительного фильтра	с воздухоочистителем	
		без масляно-очистительного фильтра	с полнопоточным масляным фильтром
Гильзы	0,298	0,070	0,005
Поршни	0,097	0,025	0,018
Подшипники коренные	0,850	0,160	0,004
Шейки вала коренные	0,071	0,054	не обнаружено
Шейки вала шатунные	0,130	0,097	не обнаружено

Экспериментальные данные [1] показывают, что максимальный износ зеркала цилиндров и поршневых колец в поршневых двигателях ДВС наблюдается при частицах размером 15-30 мкм, а при увеличении размера частиц износ этих деталей несколько снижается. Износ подшипников и шеек коленчатого вала вызывается частицами, размер которых соизмерим с минимальной толщиной масляной пленки между этими деталями.

Для тракторных двигателей отечественного производства толщина масляной плёнки в смазываемых узлах коленчатого вала, составляет примерно 10 мкм [2-5].

Непосредственные измерения толщины слоя масла в коренных подшипниках коленчатого вала работающего двигателя показали, что она колеблется от 8 до 15 мкм [4]. Имеются данные, что в зависимости от условий работы двигателя толщина масляной плёнки составляет 15-75% от среднего зазора в подшипниках нового двигателя.

Выводы. При заправке в систему смазки поршневых ДВС масла, следует учитывать степень его очистки, так как размерный диапазон частиц существенно влияет на интенсивность изнашивания трибосопряжений.

Недостаточность требуемой толщины масляной плёнки приводит к так называемому «масляному голоданию», а это способствует эрозийному износу.

Условия «масляного голодания» относятся к поршню и зоне поршневых колец в момент холодного запуска двигателя. В момент запуска и первые минуты после запуска, когда двигатель работает при низких скоростях и температурах, свежее масло не успевает создать плёнку на стенках цилиндра, единственным смазывающим материалом является масло, частично оставшееся на стенках цилиндра и кольцах от предыдущей работы.

Список литературы

1. Гавриш В.І. Забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів у аграрному секторі економіки: теорія, методологія, практика: монографія. Миколаїв: МДАУ, 2007. 283 с.
2. Журавель Д.П. Моделювання процесів зміни кількісних і якісних показників моторних масел при їх використанні. *Праці ТДАТА*. Вип.2, т.14. Мелітополь, 2000. С. 37-40.
3. Журавель Д.П. Эффективность использования восстановленных моторных масел в тракторных двигателях. *Труды ТГАТА*. Вип.1, т.18. Мелітополь, 2001. С. 24-28.
4. Журавель Д.П. Исследование смазочной способности масел в сопряжениях автотракторных двигателей. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып. 2, т.1. Мелітополь, 1997. С. 46-48.
5. Журавель Д.П. Моделирование триботехнических процессов в сопряжениях автотракторных двигателей. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып. 1, т.6. Мелітополь, 1998. С. 38-43.
6. Журавель Д.П. Метод оценки состояния триботехнических свойств моторных масел. Отраслевое машиностроение. *Труды ТГАТА*. Вып.1, т.13. Мелітополь, 1999. С. 65-67.
7. Топливо смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов и др. Тамбов.: Из-во Тамб. гос. техн. у-та, 2008. 304 с.