

МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩЕЙ ПРИСАДКИ «ГРЕТЕРИН-3» ВО ВРЕМЯ ПРИРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ

Л. И. САВЕНОК, канд. техн. наук

Г. В. БРЕЗГУНОВ, инженер

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Известно, что введение в моторное масло металлоплакирующих (МП) присадок ведет к повышению срока службы автотракторных двигателей, при этом расход масла снижается в 2–18 раз, дымление в 20–30 раз. Улучшаются и другие параметры работы двигателя [1].

Новые или восстановленные детали, из-за неизбежных погрешностей при обработке и сборке, имеют исходную шероховатость, отличающуюся от технологической (образующуюся после приработки). В поверхностном слое металла из-за атмосферных, технологических и производственных условий имеются повреждения кристаллической решетки в виде микротрещин (рис. 1, *а*).

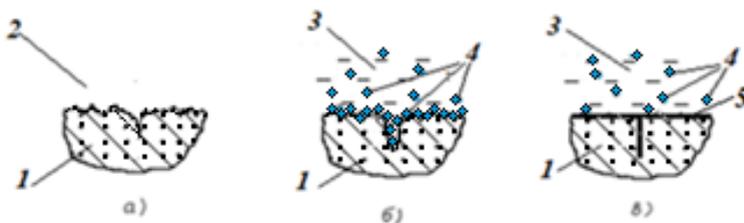


Рис. 1. Схема образования и «залечивания» микротрещин в поверхностном слое в период приработки деталей: *а* – образование микротрещин в поверхностном слое; *б* – попадание молекул ПАВ в микротрещины; *в* – после приработки деталей происходит эффект «самозалечивания» имеющихся микротрещин; 1 – поверхность металла; 2 – воздух; 3 – моторное масло; 4 – молекулы ПАВ; 5 – медная сервоитная пленка.

Во время обкатки в цилиндропоршневой группе (ЦПГ) двигателя происходит формирование оптимальных поверхностей, способных воспринимать максимальные нагрузки. Приработка деталей происходит в два этапа: макроприработка – формирование соответствующей

шероховатости трущихся деталей и микроприработка – получение уплотненного поверхностного слоя.

Все металлы при контакте с воздухом подвергаются окислению. Скорость образования окисной защитной пленки исчисляется долями секунды, образуя на поверхности железосодержащего металла различные виды окисных слоев. Их формирование на зеркале цилиндра происходит постепенно в следующем порядке: Fe_2O_3 ; Fe_3O_4 ; $\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{FeO}$; FeO ; Fe [2]. Эти слои имеют повышенную прочность, твердость и хрупкость, защищая металл от дальнейшего быстрого окисления.

Существенное влияние на процессы деформации и разрушения поверхности твердых тел оказывают смазочные материалы, содержащие в своем составе разное количество поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые значительно понижают сопротивляемость деформированию и начальному разрушению трущихся поверхностей.

В практической деятельности широко используют присадку «Гретерин-3» [1, 3, 4], содержащую хлорид меди, бутиловый спирт и 94,6 % ПАВ (олеиновая кислота, глицерин и неонол), которая вносится в моторное масло, в соотношении 0,5–0,6 % от массы масла. Внесение ее в моторное масло уменьшает изнашивание деталей в режиме приработки в 2...3 раза, а время приработки при этом снижается на 30–40 % [4].

Однако механизм действия ПАВ на трущихся поверхностях деталей до настоящего времени недостаточно изучен, поэтому целью наших исследований является изучение трибологических процессов в цилиндро-поршневой группе двигателей во время их приработки и дальнейшей его эксплуатации на моторном масле, содержащим МП присадку «Гретерин-3».

Механизм действия МП присадки включает следующие физические процессы, которые могут протекать одновременно:

1) предотвращение процесса окисления металла на поверхности трения (разрушение окисных поверхностных слоев и создание защитной (масляной) пленки на поверхности трения);

2) реализация эффекта Ребиндера (пластификация поверхностного слоя и его разрыхление);

3) образование сервовитной пленки на трущихся поверхностях (растворение ионов меди в моторном масле, перенос их на поверхности трения, удержание их в зоне контакта электрическим полем).

В процессе разрушения окисных поверхностных слоев при приработке деталей происходит взаимодействие выступающих микронеров-

ностей, вследствие чего возникают большие знакопеременные нагрузки и высокие температуры, что способствует разрушению окисных слоёв до чистого металла, и на поверхностях образуются новые различного вида микротрещины (рис. 1, б).

Поверхностно-активные вещества (ПАВ), имеющиеся в моторном масле, обволакивают трущиеся поверхности, создавая защитную пленку, препятствующую проникновению кислорода воздуха к месту трения.

ПАВ также способствуют проявлению эффекта Ребиндера [5], заключающегося в том, что поверхностно-активные вещества, проникшие в трещины межкристаллического пространства (рис. 1, б), оказывают механическое, расклинивающее воздействие на их стенки, раздвигают их, приводят к хрупкому растрескиванию поверхностного микрослоя.

В результате этого на исходных поверхностях разрушаются те микронеровности, которые по своей форме и размерам не соответствуют условиям работы трущегося сопряжения, вследствие чего создается оптимальный микрорельеф.

В этот период протекают трибологические взаимодействия соли меди с металлом и ПАВ. В результате химических реакций жирных кислот (глицерина и олеиновой кислоты) с металлической поверхностью образуются мыла [2, 5, 6], снижающие трение.

Наличие активного элемента меди в составе присадки в моторном масле ведет к протеканию процесса металлоплакирования (избирательного переноса). На трущихся поверхностях деталей ЦПГ начинает формироваться тонкая сервовитная плёнка.

После того когда шероховатость поверхности достигает оптимального значения, заканчивается начальный период приработки деталей поршневой группы – макроприработка. Когда величина выступания микровыступов достигает оптимального (минимального) значения, наступает завершающий этап приработки. В поверхностном слое происходят процессы микроуплотнения.

На трущихся поверхностях окончательно формируется медное защитное покрытие (сервовитная пленка) с продуктами износа (чистая медь и другие металлы). Она химически активна и имеет пористую структуру.

Образующиеся частицы имеют электрический заряд и покрываясь адсорбционным слоем ПАВ накапливаются в трещинах, затем под действием электрических, электрофоретических и др. процессов пе-

реносятся с одной поверхности на другую (схватываются), не вызывая повреждения этих поверхностей.

В поверхностном слое металла микротрещины постепенно исчезают, происходит «самозалечивание» (рис. 1, в).

Анализ литературных источников [5, 7] и наши исследования [2, 6] позволяют выдвинуть гипотезу повышения эффективности внесения составляющих присадки «Гретерин-3» в два приема:

1) сначала делается финишная антифрикционная обработка (ФАБО) зеркала гильз цилиндров в металлоплакирующей среде, содержащей хлорид меди и олеиновую кислоту, с получением сервовитной пленки на поверхности зеркала цилиндров;

2) внесение при обкатке двигателя в моторное масло остальных составляющих присадки (глицерин, бутиловый спирт и неол).

В подтверждение этому нами были проведены исследования на деталях ЦПГ двигателя Д-240. Зеркало гильзы цилиндров предварительно обрабатывали на вертикально-хонинговальном станке ЗГ833, при следующем режиме хонингования: частота вращения шпинделя 155 мин^{-1} , скорость возвратно-поступательного движения 8 м/мин, сила прижатия брусков 0,8 МПа, продолжительность обработки 30 с.

В состав смазочно-охлаждающей жидкости вводили глицерин и хлорную медь. Для нанесения покрытия хонинговальные бруски заменили резиновыми накладками [8].

Износостойкость образцов исследовали на машине трения возвратно-поступательного действия 77МТ-1.

В качестве образцов использовали вырезанные части гильз цилиндров (с покрытием и без него) и первого компрессионного кольца.

Износостойкость образцов, работающих в условиях с отдельным внесением составляющих присадки «Гретерин-3», выше для гильз на 10,6 % и колец на 14 % по сравнению с существующей технологией внесения присадки в моторное масло.

Заключение. Введение в моторное масло металлоплакирующей присадки «Гретерин-3» в два приема наиболее эффективно, так как способствует повышению износостойкости деталей ЦПГ двигателя (для гильз – на 10,6 %, для колец – на 14 %).

ЛИТЕРАТУРА

1. Стрельцов, В. В. Ресурсосберегающая ускоренная обкатка отремонтированных двигателей / В. В. Стрельцов, В. П. Попов, В. Ф. Карпенков. – Москва: Колос, 1995. – С. 258.

2. Савенок, Л. И. Предпосылки к улучшению качества приработки деталей цилиндропоршневой группы двигателя / Л. И. Савенок, Г. В. Брезгунов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – Брянск: Брянский ГАУ, 2020. – С. 119–124.

3. Рекомендации по применению металлолакирующих присадок в составе автотракторных масел при заводской обкатке капитально отремонтированных сборочных единиц сельскохозяйственной техники. – Москва: ГОСНИТИ. – 1991. – С. 19.

4. Гребенюк, М. Н. Исследование медьсодержащей присадки Гретерин-3, направленной на реализацию избирательного переноса в процессе приработки двигателей: научное издание / М. Н. Гребенюк, В. В. Терегера // Insycont 90. – Krakow, 1990. – С. 667–674.

5. Гаркунов, Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – Москва: Машиностроение, 1986. – 424 с.

6. Брезгунов, Г. В. Теоретическое обоснование способа внесения составляющих присадки Гретерин-3 для повышения интенсивности приработки деталей автотракторных двигателей / Г. В. Брезгунов // Наука – образованию, производству, экономике. – Минск: УП «Технопринт». – 1998. – Т. 1. – С. 194–200.

7. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей / В. Ф. Карпенков [и др.]; МГАУ им. В. П. Горячкина, акад. проблем качества Рос. Федерации. – Пушкино: МГАУ, 1996. – 105 с.

8. Брезгунов, Г. В. Изучение износостойкости сопряжения гильза-поршневое кольцо на машине трения 77MT-1, работающих в масле, содержащем присадку «Гретерин-3» / Г. В. Брезгунов, Л. Ф. Баранов // Ресурсосбережение и экология в сельском хозяйстве. – Горки: БГСХА, 2004. – С. 181–183.

Аннотация: Описана модель взаимодействия поверхностно-активных веществ, входящих в металлолакирующую присадку «Гретерин-3» с поверхностью зеркала цилиндра во время приработки деталей.

Приведены результаты лабораторных исследований образцов по существующей технологии внесения присадки, а также внесение ее в два приема: (финишная антифрикционная обработка зеркала гильз цилиндров в металлолакирующей среде, содержащей хлорид меди и олеиновую кислоту) с последующим дополнительным внесением в моторное масло остальных компонентов.

Ключевые слова: приработка, цилиндропоршневая группа, металлолакирующая присадка, микротрещина, поверхностно-активные вещества.