
УДК 621.431

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ТРИБОСОПРЯЖЕНИИ

Егоров Н.А., студент 1 курса инженерного факультета
Научный руководитель – Хохлов А.Л., доктор технических наук,
профессор
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: присадка, трение, избирательный перенос, трибоузел, изнашивание.

В работе рассматриваются физико-химические явления в трибосопряжении. На основании проведённого анализа следует, что в период стендовой обкатки необходимо снижение приработочного износа. Это можно осуществить путём правильного выбора режимов обкатки двигателей, использованием новых технологий, применением приработочных присадок.

Введение. По ГОСТУ, приработка - процесс формирования оптимальной микро-геометрии и физико – механических свойств поверхностных слоёв материала в начальный период трения. Необходимость приработки новых двигателей и после ремонта была установлена ещё в 1902 году.

В настоящее время на машиностроительных и ремонтных предприятиях обязательно проводят обкатку двигателей, а также всей машины в начальный период её эксплуатации. Однако, некоторые специалисты считают, что главный взгляд на приработку деталей как на обязательное явление, нельзя считать правильным. Такое мнение у некоторых специалистов возникло под влиянием успехов, достигнутых в машиностроении в области получения поверхностей с шероховатостью, близкой к оптимальной. Однако даже при условии получения с помощью финишных операций оптимального качества поверхностных слоёв трущихся деталей, приработка сопряжений необходима, так как она устраняет

- погрешности механической обработки деталей (овальность, конусность и др.);

- неточности взаимного расположения поверхностей деталей образующиеся при сборке и искажения их геометрической формы при затяжке болтовых соединений;
- неравномерное изменение формы деталей, вызванное повышением температуры на начальном этапе работы соединений;
- неравномерность взаимного прилегания и значительная разница в шероховатости и физико-механических свойствах поверхностных слоёв деталей. Таким образом, приработка пар трения является обязательным технологическим процессом, имеющим большое значение для получения износостойких поверхностей и, как следствие, продления межремонтного ресурса двигателей.

Материалы и методы исследования. Приработка – сложный процесс, протекающий под влиянием большого числа различных факторов, согласно рисунку 1.

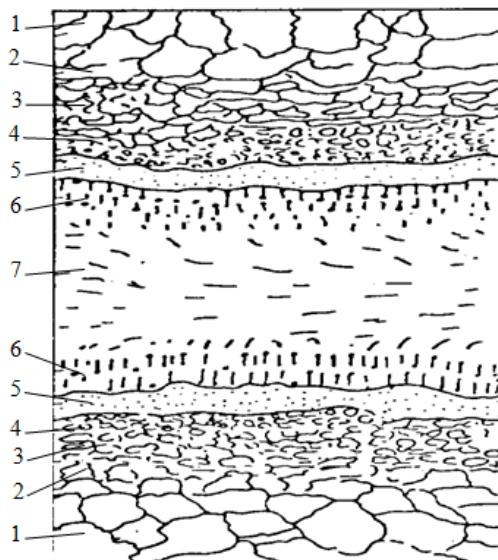


Рис. 1. Физико-химические явления в трибосопряжении

1 - основной материал; 2 - зона упругих деформаций; 3 - зона пластических деформаций; 4 - текстурированный слой; 5 - слой окислов и поверхностных соединений; 6 - граничный слой; 7 - гидродинамическая зона; 1-6 – в твердом теле; 7 – в жидкости.

Весь процесс приработки, который длится 30...60 часов, можно разбить на три периода:

1-й характеризуется повышенными начальными износами. В этот период происходит оптимизация качества поверхности трущихся пар, т.е. микрогоометрическая приработка, сопровождающаяся сглаживанием и срезанием неровностей на поверхностях деталей, значительным износом деталей и увеличением сборочных зазоров;

2-й характеризуется снижением величины износа, уменьшением механических потерь на трение, упрочнением поверхностей, геометрическим выравниванием деталей относительно друг друга. Этот период можно назвать периодом начальной макрогоометрической приработки;

3-й характеризуется стабилизацией всех основных показателей двигателя:

износа деталей, расхода топлива, механических потерь, давления масла, прорыва газов в картер, температуры и т.д. Такие факторы, как: шероховатость, форма поверхностей, площадь фактического контакта, напряжённое состояние, условия смазки и другие, непрерывно изменяются. Неблагоприятное сочетание влияющих факторов может затруднить приработку. К такому результату приводят: высокие нагрузки; слишком большие или очень малые скорости скольжения; повышенная температура; недостаток смазки и другие. Поэтому двигатель в период обкатки необходимо нагружать постепенно, стараться обеспечить эффективное охлаждение и смазывание поверхностей трения. Чем больше зазор, тем меньше ресурс этих соединений в эксплуатации и, соответственно, долговечность двигателя в период работы. Межремонтный ресурс сопряжения τ_p в этом случае определяется уравнением (1).

$$\tau_p = S_{max} - S_{nach} / \operatorname{tg} \beta, \quad (1)$$

где S_{max} – максимально допустимый зазор в соединении, мкм; S_{nach} – зазор после приработки, мкм; $\operatorname{tg} \beta = dS/dt$ – скорость изнашивания деталей. Одним из факторов, влияющий на качество приработки и в целом на ресурс соединения, является величина начального зазора S_{nach} , которая зависит от множества факторов отраженных в формуле (2):

$$S_{nach} = f(P_m \eta T_t C K \epsilon m d S c b), \quad (2)$$

где **P** – нагрузка на трущиеся детали, Н; **n** – частота вращения (скорость перемещения), мин⁻¹; **η** – вязкость смазки, м²/с; **T** – температура деталей, К; **τ**-время приработки, ч; **C**–геометрические параметры деталей соединения, мм; **K** – качество смазки; **ε** - энергетические потери; **m** – износостойкость деталей сопряжения; **d** – способность рабочих слоёв подвергаться поверхностно-пластическому деформированию; **Scб** – сборочный зазор, мм.

Износ деталей в процессе приработки может достигать значительных величин. Исследованиями получено, что в результате, проведённого ремонта двигателей возрастает скорость изнашивания деталей, по сравнению с новыми. Так, М.А. Кагарманов отмечает, что у нового и отремонтированного двигателей увеличение зазора составило соответственно 5,6 и 10 процентов от предельного зазора в шатунном подшипнике [1-8].

Заключение. На основании проведённого анализа следует, что в период стендовой обкатки необходимо снижение приработочного износа. Это можно осуществить путём правильного выбора режимов обкатки двигателей, использованием новых технологий, применением приработочных присадок.

Библиографический список:

1. Салахутдинов, И.Р. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с изменёнными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы II Междунар. НПК.– Ульяновск: УГСХА, 2010. – Том III. – С. 107-116.
2. Патент 2439211 РФ, МПК C25D11/08 C25D11/26 F02F3/12. Способ обработки поршней двигателей внутреннего сгорания из алюминия, титана и их сплавов / И.А. Казанцев, А.О. Кривенков, С.Н. Чугунов, А.Л. Хохлов, В.А. Степанов, К.У. Сафаров. - №2010140537/02; заяв. 04.10.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.
3. Салахутдинов, И.Р. Перспективные технологии технического обслуживания автомобилей: лабораторный практикум / И.Р.

Салахутдинов, А.А. Глушенко, А.Л. Хохлов. – Ульяновск: УГСХА, 2015.

4. Глушенко, А.А. Влияние биметаллизации на смазывающую способность рабочей поверхности гильзы цилиндра / А.А. Глушенко, И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2011. – №4. – С. 32-34.

5. Марьин, Д.М. Теоретическое обоснование снижения износа деталей сопряжения «поршневая канавка – поршневое кольцо» /Д.М. Марьин, А.Л. Хохлов, А.А. Глушенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №4 (32). – С. 178-182.

6. Патент 129247 РФ, G01N3/56. Машина для испытания цилиндкопоршневой группы на трение и износ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глушенко, А.А. Хохлов, А.А. Гузяев, А.С. Егоров. - № 2012153334/28; заяв. 10.12.2012; опубл. 20.06.2013, Бюл. 17.

7. Теоретическое обоснование применения различных металлов для снижения износа деталей ЦПГ / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глушенко, К.У. Сафаров // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2010. - №3. – С. 127-131.

8. Теоретическое обоснование применения антифрикционных материалов для снижения износа деталей ЦПГ / А.Ш. Нурутдинов, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов и др. // Вестник Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова. – 2014. - №3. – С. 62-65.

PHYSICOCHMICAL PHENOMENA IN TRIBOSUPPOSITION

Egorov N.A.

Scientific supervisor – Khokhlov A.L.

Ulyanovsk SAU

Keywords: additive, friction, selective transfer, tribological unit, wear.

The paper examines physical and chemical phenomena in tribocoupling. Based on the analysis, it follows that during the bench running-in period, it is necessary to reduce the running-in wear. This can be achieved by correctly selecting engine running-in modes, using new technologies, and applying running-in additives.