

Совершенствование приработки отремонтированных автотракторных ДВС

А.В. Дунаев, канд.техн.наук (ФГБНУ ГОСНИТИ,
тел. 8-499-174-81-71; e-mail: dunaev135@mail.ru)

Реферат. *Рассмотрены современные аспекты приработки и обкатки отремонтированных в АПК автотракторных дизелей, которые не учитывались ранее.*

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, притирка, стадии приработ-ки, площадь контактирования, шероховатость, физико-механические свойства поверхностей, антифрикционные свойства сопряжений, трибосоставы, обкатка, испытание.*

В 80-х гг. в журнале «Вестник машиностроения» шла дискуссия о целесообразности обкатки и приработки новых двигателей внутреннего сгорания. Общее настроение в дискуссии было таким: для высокоточного машиностроения при высокой твердости основных деталей ДВС их обкатка в целях приработки не целесообразна, но приработка все же идет в эксплуатации и она длительна.

Иное дело – приработка отремонтированных ДВС в АПК. Здесь она необходима и предложено ее проводиться в три этапа. На первом – это притирка сопряжений для повышения площади их контакта, на втором – оптимизация механических и триботехнических свойств поверхностей трения для обеспечения их высокого ресурса, на третьем – применение современных трибосоставов (профилактических или даже ремонтно-восстановительных) для существенного повышения ресурса отремонтированных агрегатов.

Контроль качества приработки в дополнении к традиционным параметрам момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала, температуре масла и охлаждающей жидкости, предлагается проводить и по расходу картерных газов, по амплитудам их пульсаций, характеризующим пневмоплотность отдельных цилиндров. Для КШМ дополнительно предлагается контроль пульсаций давления масла на минимальных оборотах холостого хода в развертке по углу поворота коленчатого вала, что характеризует зазоры в отдельных его подшипниках. Целесообразно возродить и индукционный контроль содержания железа в маслах, которым характеризуется ход приработки в целом.

Показано, что в качестве притирочных составов на первом этапе притирки возможно использование искусственного бемита производства ГОСНИТИ (гидрооксид алюминия $AlO(OH)$). В то же время применение гексагонального нитрида бора или дорогостоящей «белой сажи», широко внедряемой в трибосоставах Германской фирмы Wagner, сомнительно. Этот слоистый мягкий минерал, расслаивающийся легче графита, инертен, не адсорбируется на поверхностях трения и не образует с ними каких-либо соединений. Поэтому применение «белой сажи», разделяющей поверхности трения как третье тело, просто консервирует их состояние без притирки, поэтому после удаления этого трибосостава потребуется проведение настоящей приработки.

Горячая обкатка ДВС без обкаточно-тормозных стендов с использованием режима свободного ускорения коленчатого вала известна еще с 70-х гг. Аналогично, для испытания обкатанных ДВС предлагается контроль мощности прибором ИМД-ЦМ. Оценка качества ремонта возможна по дымности

отработавших газов, по наличию локальных перегревов дистанционными термометрами или тепловизором, контролем работы клапанов ГРМ, форсунок, ТНВД, зубчатых колес приводов виброметрами, а также контролем масел на обводнение, разжижение и по «капельной пробе».

Приработка (притирка) нового или отремонтированного узла, агрегата - это процесс изменения геометрии, физико-механических и повышения триботехнических свойств сопряжений трения объекта приработки.

Цели приработки:

- 1 - обеспечить максимальное прилегание деталей в сопряжениях,
- 2 - оптимизация их рабочей шероховатости и физико-механических свойств для долговечной работы сопряжений,
- 3 - повышение износостойкости и минимизация трения в сопряжениях трибосоставами.

Недостаточная площадь контакта в сопряжениях узлов, особенно в отремонтированных ДВС, обусловлена отклонениями геометрии поверхностей и взаимного расположения работавших деталей, работавших деталей с новыми и даже новых с новыми, но не приработанными деталями. Это – главная причина длительности эксплуатационной обкатки отремонтированных ДВС, что в 50-80-х гг. имело место и для новых ДВС. При недостаточной площади контакта в стендовой приработке (обкатке) отремонтированных ДВС требуется интенсивная притирка и износ сопряжений, что уменьшает их ресурс.

Факторами режимов приработки считались: физико-механические и триботехнические свойства поверхностей трения; нагрузка, скорость скольжения, температура смазки и поверхностей трения; физико-химические свойства масла, присадок и добавок к нему, обуславливающие различные по природе и интенсивности физико-химические процессы изменения поверхностей. Трудно прирабатываемыми в ДВС считаются детали ЦПГ, ГРМ, приводов, т.е. те, которые имеют высокую твердость. При приработке под действием высокого уровня ее факторов могут происходить, упругие, пластические деформации и изнашивание поверхностей, а по физико-химическим факторам воздействия трибосреды на поверхностях трения происходит физическая и химическая адсорбция компонентов среды, термические, диффузионные и электрические процессы. Быстрее прирабатываются большие шероховатости деталей.

Для форсирования приработки цилиндропоршневой группы использовали присадки к топливу, к горючей смеси из соединений хрома, алюминия и кремния, из которых при сгорании образуются мелкодисперсные абразивы. Пропускание электрического тока между поверхностями трения также форсирует притирку, но вызывает проплавление шероховатостей, образование оксидов и шлаков, абразивный износ, что пригодно только для притирки грубых сопряжений.

Для приработки качественных узлов, агрегатов целесообразны поверхностно-активные вещества (ПАВ), обуславливающие адсорбционный эффект понижения прочности поверхностей (поверхностный эффект Ребиндера), облегчающие пластифицирование поверхностных слоев и ускорение приработки нормально прилегающих деталей. Здесь же применимы химически активные соединения (с серой, хлором, фосфором), которые при температурных вспышках способствуют образованию легкоизнашиваемых пленок.

Аналогично используют вещества, которые в ходе трибореакций выделяют атомы металлов, диффундирующих в поверхности деталей, понижают температуру их плавления и сглаживают шероховатости без износа. Высокоадгезионные вещества типа фторкарбонатных смол, трибополимеризующие

составы ЭФ-357, ЭФ-262, металлоплакирующие добавки к маслам, растворы ПТФЭ, суспензии высокодисперсных порошков мягких металлов образуют пленки, сглаживающие шероховатость поверхностей. А суспензии мягких веществ типа графита, белой сажи, безводного дисульфида молибдена и его аналогов лишь разделяют поверхности трения, выполняя роль третьего тела, и затрудняют приработку. А вот влажный дисульфид молибдена, образующий серную кислоту, работает трибохимически.

Возвращаясь к главному, приработка ДВС должна решить задачи:

1. На первом этапе - увеличить площадь зон контакта и снизить в них удельные давления. Здесь могут использоваться притирочные составы и/или масла, или режим граничной смазочной пленки без обильной подачи масла в ДВС. Здесь ведущими видами изнашивания могут быть абразивный или коррозионный внесенными веществами, но не сухое трение без «третьего тела». Подчеркиваем, что здесь из-за высокого приработочного износа в некачественно отремонтированных ДВС, необходима последующая трибообработка, которая позволит приблизить ресурс отремонтированных агрегатов к ресурсу новых.

На первом этапе особенно важно назначить правильный нагрузочно-скоростной режим и особую подачу приработочного состава. Так, в холодной обкатке на минимальной частоте вращения требуемый притирочный износ сопряжений ДВС достигается быстрее, чем на режимах с высокой подачей масла. Отсюда рекомендовали предварительную холодную приработку КШМ в режиме граничной смазки без подачи масла в ДВС, или при снижении его давления, или с подачей отработанного масла. А режим гидродинамической смазки КШМ без должного взаимодействия поверхностей обуславливает длительность приработки.

2. На втором этапе необходимо обеспечить оптимальные рабочую шероховатость и физико-механические свойства поверхностей за счет окислительного или иных видов не интенсивного изнашивания.

3. В конце приработки целесообразно методами триботехники создать покрытия деталей, обеспечивающие профилактическими составами высокие, а ремонтно-восстановительными составами - даже экстремальные антифрикционные свойства.

Применение серпентиновых трибосоставов при обкатке двигателей апробировано на кафедре ДВС С.-Петербургского политехнического университета. А ранее, с участием проф. кафедры ЭМТП МГАУ Чечета В.А., на автомобильных и на тракторных дизелях, на агрегатах силовой передачи автомобилей апробирован, так названный трехстадийный «избирательный способ ремонта», в котором трибосоставы вначале вводят в картерное масло, а после подконтрольной эксплуатации и последующей частичной разборки – с пластичной смазкой непосредственно в ресурсоопределяющие сопряжения ДВС и агрегатов силовой передачи.

В отремонтированных ДВС наибольшую потребность в приработке имеет цилиндропоршневая группа, а в меньшей степени - кривошипно-шатунный механизм. До сих пор оптимизация их приработки и повышение их антиизносных свойств трибосоставами остается актуальным.

Исследователи в основном изыскивают режимы приработки, позволяющие сократить время и обойтись минимальным приработочным износом, а влияние режимов приработки на ресурс ДВС рассматривалось недостаточно.

В приработке, например, ДВС, в основном контролируют момент сопротивления вращению коленчатого вала, температуру масла и охлаждающей жидкости, давление масла в главной масляной магистрали, особенно прогретого ДВС на минимальной частоте вращения, расход топлива, редко

– расход картерных газов, угар масла, еще реже - интенсивность изнашивания, например, по концентрации металлов в масле.

Окончание приработки ДВС определяют, в основном, по стабилизации момента трения, температуры масла и расхода топлива на холостом ходу. Многие другие диагностические параметры состояния ЦПГ, КШМ (утечки воздуха, температура ОГ, пульсация давления масла, содержание металлов в маслах, виброакустические параметры) практически не используются. При детальном исследовании контролируют динамику геометрических и физико-механических параметров поверхностей трения: площадь пятен контакта, параметры шероховатостей, микротвердость, микроструктуру поверхностей трения.

Следует остановиться на применении трибосоставов фирмы «WAGNER», содержащих высокодисперсный порошок широко известного слоистого гексагонального нитрида бора или дорогостоящую «белую сажу». Она мягче графита, расслаивание легче, как и графит инертна, не образует каких-либо соединений с поверхностями и не адсорбируется на них. Есть опасение, что разделяя поверхности трения, эта сажа консервирует их состояние, предотвращая приработку, и после её слива из ДВС приработку придется возобновлять.

В противовес «белой саже» канд.техн.наук Сергеевым Н.Н., как притирочный состав, хотя только на качественном дизеле Д-243 и без решения задач 2-го и 3-го этапов, удачно апробирован бемит (оксигидрооксид алюминия, $AlO(OH)$) производства ГОСНИТИ [1].

Что же возможно оперативно применять для контроля качества приработки ДВС в ремонтном производстве АПК? Здесь целесообразен контроль расхода картерных газов, а особенно его пульсаций в картерном пространстве, которые позволяют оценивать приработку отдельных цилиндров. Для кривошипно-шатунного механизма целесообразен дополнительный контроль пульсаций давления масла, также позволяющий дифференцировать приработку подшипников вала. Следует возродить контроль индукционными датчиками содержания железа в маслах, которое интегрально характеризует ход приработки.

Кроме контроля приработки, необходима проверка и функционирования отремонтированного ДВС. При отсутствии обкаточно-тормозных стендов и невозможности стандартного контроля топливно-энергетических показателей целесообразны приборы ИМД-ЦМ для определения мощности ДВС в режиме свободного ускорения коленчатого вала. Имеется масса портативных виброметров, которые в дополнении к контролю приработки позволяют оценивать и качество работы клапанов ГРМ, форсунок, зубчатых колес приводов, топливных насосов и др. А дистанционные термометры (или тепловизоры) позволяют контролировать локальный перегрев ДВС.

Таким образом, имеются все предпосылки для совершенствования приработки отремонтированных ДВС в ремонтном производстве АПК.

Improving earnings renovated automotive internal combustion engine

A. V. Dunayev, Ph. D. GOSNITI,

Annotation. *Modern aspects of running-in and running out mounted in the agribusiness automotive diesel engines, which were not addressed previously.*

Keywords: *internal combustion engine, lapping, stage perabotkey, contact area, roughness, physical and mechanical properties of surface, frictional properties of interfaces, tribolistas, run, testedtion.*

In 80-ies in the journal "Vestnik mashinostroeniya" there was a discussion about appropriate the difference between the running-in and running-in of new internal combustion engines. The overall mood of the discussion was: for high-precision engineering with high hardness of the main parts of their engine running in order burnishing is not appropriate, but still goes that extra maintenance and longer.

Other business – running-refurbished ice in APK. Here it is necessary and suggested that it be conducted in three stages. The first is lapping mates to increase their area of contact, on the second – optimized mechanical and tribological properties of the friction surfaces, to ensure high resource, the third – the use of modern tribolistas (preventive or even repair) for a dramatic increase in the refurbished rooms with resource-based units.

Quality control run-in addition to the traditional parameters of the moment of resistance to the spinning of the crankshaft, the oil temperature and the cooling-giving liquid, it is proposed to conduct and flow of crankcase gases, the amplitude-tudum their pulsations that characterize pneumologist individual cylinders. For crank mechanism optional control pulsation of oil pressure for minimal-found idle in the scan angle of rotation of the crankshaft, which characterizes the gaps in its bearings. It is expedient to revive and in-guccioni control of iron content in oils, which is characterized by speed running in General.

It is shown that as the lapping compositions at the first stage lapping the who-can use synthetic boehmite production (aluminum hydroxide $AlO(OH)$). At the same time, the use of hexagonal boron nitride or a costly "white carbon", widely carried tribolistas Valter Wagner, doubtful. This layered soft mineral exfoliating lighter than graphite, inert and is not adsorbed on the surfaces of friction and doesn't make them any connections. Therefore, the use of "white soot" that separates the surface friction as a third body, just preserves their condition without lapping, which is why-after the removal of tribalista would require the present of p-processing.

Hot running engine without tire running machines using free acceleration of the crankshaft is known since the 70s. Similarly, for the test run of the internal combustion engine is proposed a power control device IMD-CM. Assessment of the quality of repair possible by the opacity of exhaust gases, in the presence of local overheating remote thermometer or a thermal imager, con-LEM performance valve timing, injectors, fuel pump, gear drives vibrometers and control oils for flooding, liquefaction and "drip test".