Методическая разработка практического занятия по МДК 03.02. «Технологический процесс ремонтного производства» Преподавателя профессиональных дисциплин Конина А.В.

Тема работы: Обкатка

Цели работы: Ознакомить студентов с видами и правилами проведения обкатки.

Оборудование: Методическое пособие, плакаты, учебники, схемы.

1. Общие сведения.

*Обкатка* необходима для обеспечения взаимной приработки \* трущихся поверхностей деталей для подготовки их к работе о нормальной рабочей нагрузкой.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  | **ФАКТОРЫ ПРИРАБОТКИ** |  |  |  |  |   |
|  |  |  |  |
| **КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОС­ТИ ТРЕНИЯ** |  | точность**ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОС­ТЕЙ** |  | точность**СБОРКИ СОПРЯЖЕ­НИЙ** |  | **СКОРОСТЬ СКОЛЬЖЕ­НИЯ** |  | **ТЕМПЕРА. ТУРА ПОВЕР­ХНОСТИ ТРЕ-**ния |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | **УДЕЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ** |  | **УСЛОВИЯ СМАЗЫВАНИЯ** |  | **ПРИСАДКИ МАСЛАМ** |  | **ПРОПУСКА­НИЕ ЭЛЕКТРИ­ЧЕСКОГО ТОКА** |  |

Рис. 45. Факторы процесса приработки сопряженных поверх­ностей.

Изменение геометрии поверхностей трения в процессе прира­ботки происходит в результате изнашивания деталей и соответ­ствует начальному участку типичной кривой изнашивания (см. рис. 23). В результате приработки создается тот микрорельеф поверхности, который соответствует конкретным условиям работы сопряжения и который не может быть однозначно сформирован на предварительных стадиях механической (или какой-либо дру­гой) обработки деталей. Поэтому приработка при обкатке может рассматриваться как управляемый процесс формирования при­способленности трущихся поверхностей к характеру действующих эксплуатационных нагрузок.

Процессом приработки управляют через совокупность факто­ров, приведенных на рисунке 45.

Взаимосвязь ряда факторов, влияющих на процесс прира­ботки, можно проследить на примере анализа работы сопряжения вал — подшипник (рис. 46). Для правильно сконструированного сопряжения кривые износа вала и подшипника будут иметь сим­метричный вид. Зазор в сопряжении, численно равный разности диаметров подшипника и вала, в начальный момент времени оп­ределяется расположением точек *О1* и О2. Расположением точек *А1* и *А2* определяется зазор, достигаемый в конце периода прира­ботки. Этот зазор соответствует началу периода нормальной ра­боты сопряжения и считается поэтому наиболее выгодным. За­зор, определяемый расположением точек *В1* и *В2,* каждая из ко­торых соответствует началу периода аварийного изнашивания, называется *предельным зазором.*

\* Приработка — это изменение геометрии поверхности трения и физико-ме­ханических свойств поверхностных слоев материала в начальный период тре­ния, проявляющееся при постоянных внешних условиях в уменьшений силы трения, температуры и интенсивности изнашивания.

Под геометрией поверхности трения понимается совокупность показателей, характеризующих как шероховатость, т. е. величину и форму выступов и впа­дин, образовавшихся в процессе механической обработки, так и отклонения от правильной геометрической формы (овальность, конусность и т. д).

Под физико-механическими свойствами поверхности понимают совокупность таких характеристик, как твердость, пластичность, структура, коэффициент тре­ния, наличие внутренних напряжений в поверхностном слое.





Рис. 46. Схема изнашивания сопряжения вал — подшипник:

а - характер изменения зазора в сопряжении; б — положение вала в подшипнике; S0 - начальный зазор; SH B — наиболее выгодное значение зазора; Smах - предельное значе­ние зазора; h min - минимальная толщина слоя смазки; *R —* радиус внутренней поверх­ности подшипника; г—радиус вала; *е* — абсолютный эксцентриситет.

Расчетное определение значения зазора в сопряжении вал — подшипник основано на применении гидравлической теории сма­зывания, согласно которой соотношение между зазором S и тол­щиной слоя смазки в самом узком месте клиновидной щели hmin (рис. 46, *б)* рассчитывается по выражению

hmin=3,26 d2nŋ/рSс (20)

 где *d* — диаметр вала; n - частота вращения вала; *ŋ -* абсолютная вязкость масла; *р* - удельная нагрузка (давление) на вал; с - конструктивный пара­метр, постоянный для данного сопряжения.

Для нахождения предельного значения зазора *Smax* из фор­мулы (20) следует принять, что минимально возможное значение величины hmin не должно быть меньше суммы высот неровностей поверхности подшипника бп и вала бв, т. е.

 hmin=бп + бв=б(21)

С учетом этого условия из выражения (20)

 Smах= 3,26 d2nŋ/рбс (22)

Полученный результат — характерный пример аналитического определения параметров предельного состояния по техническому критерию. В данном случае такой критерий — допустимо мини­мальное значение *hmin* поскольку дальнейшее ее уменьшение при­ведет к нарушению условий жидкостного трения и к возникнове­нию поверхностных контактов, сопровождаемых процессом резко возрастающего изнашивания деталей.

Для определения наиболее выгодного значения зазора SH.B пользуются дополнительным условием, согласно которому сила трения в слоях смазки для рассматриваемого случая минимальна при значении относительного эксцентриситета, равного 0,5. Учи­тывая, что относительный эксцентриситет равен отношению абсо­лютного эксцентриситета *е* к половине зазора, это условие запи­шется соотношением.

 Sн.в = 4е. (23)

Находя на рисунке 46, б связь между *е* и hmin, получим из выражения (20) с учетом формулы (23) соотношение

 SH.B = l,81dnŋ/ рс (24)

Полученное соотношение выражает связь результата прира­ботки (в виде достигнутого наиболее выгодного зазора в сопря­жении) с такими факторами процесса приработки (см. рис. 45), как удельные нагрузки *(р),* скорость скольжения (частота вра­щения *(п)* и вязкость масла (ŋ), которая, в свою очередь, зави­сит от температуры поверхности трения. Перечисленные факто­ры— определяющие для назначения режимов обкатки. Так, для двигателей под режимом обкатки понимается совокупность эта­пов его работы на стенде при определенных нагрузках, частоте вращения вала и показателях его теплового состояния.

Из соотношения (24) можно определить качественный харак­тер режимов обкатки. В частности, отвлекаясь на время от учета возможного изменения вязкости масла (ŋ) и пренебрегая малыми изменениями конструктивных параметров сопряжения *(d* и *с),* по выражению (24) заключаем, что наиболее выгодное значение зазора (Sh.b), достигаемого приработкой сопряжения, опреде­ляется только отношением двух параметров: частоты вращения вала *(п* — кинематический параметр) и механической нагрузки на вал *(р* — динамический параметр). По этому же выражению видно, что неблагоприятным условием для процесса приработки будет уменьшение отношения двух отмеченных параметров. Отсюда следует, что увеличение частоты вращения при переходе от пер­вых этапов приработки к последующим должно опережать нара­стание механических нагрузок. Подтверждение этому — установ­ленные режимы обкатки, например, автомобильных двигателей, где различают четыре последовательные стадии приработки: хо­лодная без нагрузки; холодная под нагрузкой; горячая на холо­стом ходу; горячая под нагрузкой.

При холодной приработке коленчатый вал получает вращение от постороннего источника (например, электродвигателя). Горя­чая приработка происходит на работающем двигателе.

В ка­честве примера в таблице 14 приведены режимы приработки двигателей типа ЯМЗ.

Существенный фактор, определяющий характер процесса из­нашивания в период приработки сопряжений, — условия смазывания.

14. Режимы приработки двигателей ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | Нагрузка |  |
| Стадия приработки | Частота вра­щения к иеп-чатого пала. | ЯМЗ-236 | >1МЗ-2!(8 | Время, |
|  |  |  |  | Ml и |
|  | с"1 | мощность, | усилие, | мощность. | \"С!1ЛП J |  |
|  |  | кВт | кН | кВт | **кН** |  |
| Холодная | 8,3 |  |  |  |  | 40 |
|  | **11,7** |   |   |   |   | 30 |
| Горячая: |  |  |  |  |  |  |
| без нагрузки | **16,7** | — | — | — | **—** | 15 |
| под нагрузкой | 18,3 | 28,0 | 350 | 36,8 | 450 | 25 |
|  | **21,7** | 37,5 | 390 | 50,0 | **520** | 20 |
|  | 25,0 | 61,0 | 550 | 81 0 | 730 | 30 |
|  | 28,3 | 93,5 | 750 | **125,1** | **1000** | 20 |

В условиях жидкостного трения важнейшую роль играют свойства применяемого масла, к числу которых относятся: вяз­кость, стабильность, коррозионность, моющее действие и т. д.

Вязкость масел, представленная коэффициентом ŋ в формуле (24), очень чувствительна к изменению температуры. Так, при увеличении температуры от 50 до 100 °С вязкость ряда масел уменьшается в 5...6 раз. Низкая вязкость обеспечивает хорошую прокачиваемость масла через зазоры, способствуя охлаждению поверхности трения и вымыванию продуктов износа. Вместе с тем при низкой вязкости масла повышается опасность наруше­ния масляного клина, разделяющего поверхности трения, вслед­ствие чего возможно появление металлического контактирования поверхностей с последующим схватыванием, задирами и другими нежелательными явлениями. Из этого следует, что по показателю вязкости масла нельзя сделать однозначного заключения о необ­ходимости его понижения или, наоборот, о полезности достиже­ния более высоких его значений. Оптимальное значение вязкости масла должно наилучшим образом способствовать качественному протеканию процесса приработки.

Оптимальные условия смазывания сопряжений в период их приработки находят опытным путем. При этом одновременно подбирают соответствующие сорта масел. При изменении состава масла прибегают к использованию соответствующих присадок. Специальная приработочная присадка ДК-8 относится к извест­ной группе противозадирочных присадок. Соответствующее дей­ствие данной присадки объясняется наличием в ней слабосвязан­ных атомов серы, которые, выделяясь в зоне контакта сопряжен­ных поверхностей, образуют защитную сульфидную пленку, пре­дотвращающую схватывание металлов.

Об эффективности использования присадки ДК-8 свидетельствуют, напри­мер, результаты, полученные при стендовой обкатке двигателей ЗМЗ-53 (рис. 47). Ее присутствие в масле (1,1%) и топливе (1,5%) обеспечивает значитель­ное снижение мощности механических потерь и расхода топлива, а также уско­рение процесса приработки примерно **в** 3 раза. Долговечность двигателей после такой обкатки возросла на 23,7%.



Рис. 47. Зависимость мощности меха­нических потерь и удельного

расхода топлива от времени испытания двига­телей:

*1,3 —* обкатка по обычной технологии: *2,4 —*обкатка

 с испотьзован-ием лриработочнойприсадки ДК-8;

 Nm — мошность механинеских потерь; *ge* — удельный расход

 топлива;τ - продолжительность обкатки на ис­пытательном стенде.

Управлять процессом прира­ботки можно по каждому из фак­торов, приведенных на рисунке 45. Причем, по таким факторам,как точность сборки сопряжений и точность обработки поверхностей, управление фактически сводится к повышению качества выполнения соответствующих ремонтно-технологических опера­ций. В связи с этим обкатку машин часто рассматривают еще и как их испытание. Однако обкатка, кроме выполнения неизбежно присутствующих элементов оценочно-испытательного характера, имеет главную задачу — формирование сопряжений до состояния эксплуатационной готовности. В этом плане проведение прира­ботки сопряжений особенно важно для отремонтированных объ­ектов, поскольку их сборочные единицы комплектуют деталями повышенной неоднородности (новые, восстановленные или по­вторно используемые). Одновременно с этим в процессе прира­ботки может достигаться сглаживание ряда дефектов обработки деталей и сборки агрегатов. Отсюда появляется возможность при­менения различных методов интенсификации приработки сопря­жений. Кроме рассмотренного ранее метода, основанного на при­менении приработочных присадок к маслам, для интенсификации процесса приработки используется пропускание электрического тока через контактирующие тела, образующие пару трения. Ме­ханизм воздействия электрического тока связывается с эрозион­ным съемом металла с прирабатываемых поверхностей деталей.

Многофакторность процесса приработки свидетельствует о чрезвычайной сложности явлений, происходящих на первом этапе изнашивания сопряжений. Оптимальное формирование гео­метрии и физико-механических свойств поверхностных слоев со­пряженных деталей может быть достигнуто только при соответ­ствующем управлении самим процессом. Наибольшее число уп­равляемых систем приработки разработано для проведения стен­довой обкатки двигателей. На рисунке 48 приведена схема автоматизированного управле­ния приработкой автотракторных двигателей. Главное здесь — электрические тормозные стенды, которые в равной степени ис­пользуют как для испытаний двигателей, так и диагностирования их технического состояния. С помощью балансирной машины *4* нагружают обкатываемый двигатель *6.* Параметры нагрузки (момент сопротивления и частота вращения коленчатого вала) опре­деляют с помощью соответствующих устройств, входящих в состав измерительного блока 3 электротормозного стенда. Управ­ляют загрузкой двигателя через жидкостной реостат 2 (потреби­тель энергии, вырабатываемой электрической балансирной маши­ной 4). Командная информация на исполнительный механизм (реостат 2) поступает с пульта 11 управления, а подготавли­вается эта информация в блоке 10 управления и регистрации.

В рассматриваемой схеме управления приработкой сопряже­ний двигателя предусмотрено регулирование температуры масла и охлаждающей жидкости с помощью преобразователей, разме­щенных в соответствующих местах 7 двигателя. В заданных пре­делах температура поддерживается устройством 8, а пределы ре­гулирования задаются с пульта управления по информации с блока управления и регистрации. Расход топлива контролируется топливомером 9, а управляют расходом с пульта управления (и. блока 10) с помощью исполнительного механизма 5.

Пульт 11 предназначен для проведения приработки с управлением в ручном режиме. В автоматическом режиме управление происходит через блок 10, в программирующем устройстве кото­рого последовательно переключаются этапы приработки в соот­ветствии с заданной программой, а также обеспечиваются уста­новленные стадии приработки и автоматическое поддержание требуемых значений контролируемых параметров.

После стендовой обкатки отремонтированные объекты подвер­гаются испытаниям на том же стендовом оборудовании

Машины и агрегаты кроме стендовой подвергают еще эксплуа­тационной обкатке. Причем она более длительная.



Рис. 48- Общая схема автоматизированного управления приработкой двигате­лей; 1— электросиловой шкаф; *2* — жидкостный реостат; *3 —* измерительный блок электротор­мозного стенда; *4* балансирная электромашина; *5* — исполнительный механизм управле­ния заслонкой карбюратора (рейкой топливного насоса); *6 —* обкатываемый двигатель; 7 —место расположения преобразователей для измерения температуры масла и воды; *8* - установка регулирования температуры масла и воды; *9* — расходомер топлива; *10* — блок управления; 11 — пульт управления.

Эксплуатационную обкатку проводят в хозяйствах при использовании машин на облегченных режимах по рекомендациям ремонтных пред­приятий. 3)ти рекомендации предусматривают обкатку двигателя на холостом ходу в течение 2...3 ч, обкатку машины без на­грузки— в течение 8...10 ч, под облегченной нагрузкой — 30...60 ч. После каждого этапа эксплуатационной обкатки машины прохо­дят соответствующее техническое обслуживание.

Отчет по работе: Записать тему, цели занятия; зарисовать схемы, ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Назначение и цели обкатки?

2. Через что управляют процессом приработки?

3. Факторы, влияющие на процесс приработки?

4. Что такое приработка?

5. Как определяется качественный характер режимов обкатки?

6. Как управляют процессом приработки?

7. Какое оборудование используется для обкатки?