

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРИРАБОТКИ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Д. И. Петровский

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. *Изложены технологические рекомендации по организации обкатки двигателей на ремонтных предприятиях. Приведена методика оценки качества приработки рабочих поверхностей деталей по результатам обкатки двигателей.*

Ключевые слова: *обкатка, приработка, ускорение приработки, качество приработки.*

A METHODOICAL APPROACH TO ASSESSING ENGINE RUN-IN AFTER REPAIR

D. I. Petrovsky

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Annotation. *Technological recommendations on the organization of engine running-in at repair facilities are outlined. A methodology for assessing the quality of running-in of the working surfaces of parts based on the results of engine running-in is presented.*

Keywords: *run-in, running in, run-in acceleration, run-in quality.*

Обкатка является важной частью технологического процесса капитального ремонта двигателей. Во время обкатки происходит приработка трущихся рабочих поверхностей деталей.

Продолжительность и качество приработки зависят в значительной степени от качества сборки (соблюдение установленных в технической документации зазоров, параллельности осей и контактирующих поверхностей).

Нарушение технологической дисциплины при сборке приводит к необходимости увеличения продолжительности процесса приработки.

С учётом изложенного в задачи обкатки двигателей входит: получение высокого качества рабочих поверхностей деталей при минимальном их износе в процессе обкатки; завершение приработки при

минимальной продолжительности обкатки; формирование показателей надёжности отремонтированных двигателей [1].

Под качеством приработки рабочих поверхностей деталей подразумевается совокупность их физико-механических и геометрических свойств: шероховатость, микронеровности размера, остаточные напряжения и др.

Во время приработки трущихся поверхностей деталей двигателя происходит ряд важных изменений. Материал на поверхности деталей деформируется, изменяя свою пластичность и внутренние напряжения. Формируется особый микрорельеф, изменяется структура поверхностного слоя, и, что особенно важно, образуется упрочненный слой. Этот упрочненный слой играет ключевую роль в подготовке двигателя к работе под нагрузкой.

На качество приработки оказывают влияние следующие факторы: нагрузка на трущиеся поверхности; относительная скорость перемещения трущихся поверхностей; температура контактирующих поверхностей; эффективность смазки; ускоренные методы приработки [2, 3].

Одним из наиболее многообещающих направлений увеличения эффективности приработки деталей двигателя в процессе обкатки является применение ускоренных методов, основанных на использовании специализированных присадок. В зависимости от их физико-химического воздействия, прирабочные присадки делятся на несколько категорий: поверхностно-активные вещества, химически-активные вещества и композиции, обеспечивающие избирательный перенос.

Принцип действия этих присадок базируется на усилении адгезионного взаимодействия прирабатываемых поверхностей трения. Наиболее результативными оказываются присадки, которые реализуют эффект избирательного переноса в процессе приработки деталей. Их применение улучшает антифрикционные, противоизносные и противозадирные свойства масел, ускоряет процесс обкатки двигателя, уменьшает износ поверхностей трения, увеличивает площадь приработки и снижает шероховатость трущихся поверхностей [4].

В условиях ремонтного производства отсутствуют рекомендации по прямому измерению качества приработки в процессе обкатки. На практике для оценки качества приработки обычно используют технико-экономические параметры (эффективная мощность, удельный расход топлива, расход масла на угар). Поэтому предложена методика

оценки качества притирка деталей двигателя по нижеприведенным показателям и параметрам:

1. Показатель, учитывающий шероховатость притертых сопряжений:

$$П_{ш} = \frac{L_{пр}^{max}}{L_{эт}^{max}}, \quad (1)$$

где $L_{пр}^{max}$ – наибольшая высота микронеровностей притертых плоскостей, мкм;

$L_{эт}^{max}$ – наименьшая высота микронеровностей притертых плоскостей, взятых как эталон, мкм.

2. Показатель, учитывающий примыкания притертых сопряжений:

$$П_{пр.пл.} = \frac{W_{факт}}{W_{геом}}, \quad (2)$$

где $W_{факт}$ – фактическая площадь контактирующих притертых плоскостей, мм²;

$W_{геом}$ – геометрическая (полная) площадь контактирующих притертых плоскостей, мм².

3. Показатель, учитывающий пластичность притертых сопряжений:

$$П_{п} = \frac{H_{дет.}^{практ.}}{H_{дет.}^{ном.}}, \quad (3)$$

где $H_{дет.}^{практ.}$ – пластическая твёрдость поверхности притертых сопряжений, МПа;

$H_{дет.}^{ном.}$ – пластическая твёрдость поверхности непритертых сопряжений деталей новых или после восстановления, МПа.

4. Показатель, учитывающий износостойкость притертых сопряжений:

$$П_{износ.} = \frac{\Delta I_{практ.}}{\Delta I_{эталон}}. \quad (4)$$

где $\Delta I_{практ.}$ – величина фактического износа поверхности за продолжительность притирания, мкм;

$\Delta I_{эталон}$ – величина фактического износа эталонной поверхности за продолжительность притирания, мкм.

5. Показатель, учитывающий притёртость поверхностей деталей двигателя:

$$P_{\text{прит.}} = \frac{M_{\text{тр.}}^{\text{практ.}}}{M_{\text{тр.эталон}}^{\text{практ.}}}, \quad (5)$$

где $M_{\text{тр.}}^{\text{практ.}}$ – утрата мощности на трение в процессе притирания поверхностей трения, кВт;

$M_{\text{тр.эталон}}^{\text{практ.}}$ – утрата мощности на трение в процессе притирания эталонных поверхностей трения, кВт.

6. Показатель, учитывающий механические потери:

$$P_{\text{мех.пот.}} = \frac{W_{\text{испыт.}}}{W_{\text{эталон}}}, \quad (6)$$

где $W_{\text{испыт.}}$ – угловая скорость коленвала (на номинальном режиме) отремонтированного двигателя, рад/с;

$W_{\text{эталон}}$ – угловая скорость коленвала (на номинальном режиме) нового двигателя, рад/с.

7. Показатель, учитывающий фактическую мощность:

$$P_{\text{м}} = \frac{H_{e_{\text{практ.}}}}{H_{e_{\text{эталон}}}}, \quad (7)$$

где $H_{e_{\text{практ.}}}$ – номинальная мощность отремонтированного двигателя, кВт;

$H_{e_{\text{эталон}}}$ – номинальная мощность нового двигателя, кВт.

8. Показатель, учитывающий расход топлива на единицу мощности на номинальном режиме:

$$P_{g_e} = \frac{p_{e_{\text{практ.}}}}{p_{e_{\text{эталон}}}}, \quad (8)$$

где $p_{e_{\text{практ.}}}$ – расход топлива отремонтированного двигателя на единицу мощности на номинальном режиме, г/кВт·ч;

$p_{e_{\text{эталон}}}$ – расход топлива нового двигателя на единицу мощности на номинальном режиме, г/кВт·ч.

9. Показатель, учитывающий давление масла:

$$P_{\text{дм}} = \frac{D_{\text{масла}_{\text{практ.}}}}{D_{\text{масла}_{\text{эталон}}}}, \quad (9)$$

где $D_{\text{масла}_{\text{практ.}}}$ – давление масла отремонтированного двигателя на номинальном режиме, МПа;

$D_{\text{масла}_{\text{эталон}}}$ – давление масла нового двигателя на номинальном режиме, МПа.

10. Показатель, учитывающий расход масла на угар:

$$P_{\text{масла}_{\text{угар}}} = \frac{\Delta P_{\text{масла}_{\text{практ.}}}}{\Delta P_{\text{масла}_{\text{эталон}}}}, \quad (10)$$

где $\Delta P_{\text{масла}_{\text{практ.}}}$ – утрата угоревшего масла за десятичасовой период работы отремонтированного двигателя, кг/ч;

$\Delta P_{\text{масла}_{\text{эталон}}}$ – утрата угоревшего масла за десятичасовой период работы нового двигателя, кг/ч.

11. Эффективная мощность мотора в течение притирки сопряженных деталей:

$$H_e = \frac{M_{\text{крут.}} \cdot n}{9550}, \quad (11)$$

где $M_{\text{крут.}}$ – развиваемый двигателем крутящий момент, Н·м;

n – частота вращения с⁻¹.

12. Израсходование топлива по массе:

$$I_{\text{топлива}} = 3,6 \cdot \frac{G_{\text{топлива}}}{t}, \quad (12)$$

где $G_{\text{топлива}}$ – количество топлива, потраченного двигателем за период контроля, г;

t – время контролирования, с.

13. Масса израсходованного топлива, отнесенная к мощности:

$$g_e = \frac{1000 \cdot I_{\text{топлива}}}{H_e}, \quad (13)$$

14. Крутящий момент:

$$M_{\text{крут.}} = \frac{9550 \cdot H_e}{n}, \quad (14)$$

На практике применение методических рекомендаций оценки эффективности и качества притирки деталей двигателей по итогам стендовых испытаний даст возможность обоснованно подобрать оптимальные режимы обкатки, которые обеспечат требуемую степень приработки, при которой двигатель будет готов к приёмо-сдаточным испытаниям.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология ремонта машин / В. М. Корнеев, И. Н. Кравченко, В. С. Новиков и др. – М. : РГАУ-МСХА, 2019. – 266 с.
2. Некрасов, С. С. Послеремонтная обкатка двигателя / С. С. Некрасов, В. В. Стрельцов, П. И. Носихин // Агропромышленный комплекс России. – 1989. – №1. – С. 38-39.
3. Крапенко, М. А. Интенсификация процесса приработки двигателей УМЗ применением присадок в масло с поверхностно-активными и химически-активными веществами : специальность 05.20.03 «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» : автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. А. Карпенко. – Пенза, 2002. – 18 с.
4. Повышение качества приработки дизелей в процессе обкатки с помощью присадок к топливу / Ю. А. Микутенко, А. М. Данилов, В. В. Сердюк, Л. А. Ашкинази // Двигателестроение. – 2000. – № 4. – С. 25-26.
5. Математическая модель процесса сгорания и тепловыделения в цилиндре газового двигателя / М. Н. Ерохин, О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Р. Т. Хакимов // Чтения академика В.Н. Болтинского (115 лет со дня рождения) : сборник статей семинара, Москва, 22-24 января 2019 года / Под редакцией М. Н. Ерохина. – М. : ООО «Мегаполис», 2019. – С. 19-28.
6. Патент № 2266527 С1 Российская Федерация, МПК G01L 3/24, G01M 15/00. Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания : № 2004122376/28 : заявл. 21.07.2004 : опубл. 20.12.2005 / Н. В. Щетинин, А. Г. Арженовский, Д. О. Мальцев [и др.] ; заявитель ФГБОУ ВПО АЧГАА.
7. Чепурин, А. В. Организация фирменного сервиса отечественной сельскохозяйственной техники / А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарера // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 40-43. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-4-40-41-42-43.
8. Техническая диагностика тракторов / В. А. Чечет, В. В. Егоров, Н. А. Майстренко [и др.]. – М. : Редакция журнала «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 2018. – 100 с.
9. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.

Об авторе:

Петровский Дмитрий Иванович, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, petrovsky@rgau-msha.ru.

About the author:

Dmitry I. Petrovsky, Cand. Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, petrovsky@rgau-msha.ru.