

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2023-34-27-30>

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИРАБОТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Королев А.Е.

*Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень,
Россия*

Ключевые слова: двигатель, ремонт, обкатка, износ, технические показатели, прогнозирование.

Аннотация. В статье рассматриваются методы реализации нагрузочно-скоростных режимов приработки двигателей. Проведены стендовые испытания тракторных дизелей, в результате которых установлены закономерности их изнашивания. Выявлен диапазон рассеивания контролируемых параметров двигателей после технологической обкатки. Представлена методика и результаты прогнозирования технических характеристик двигателей на основе динамики их изменения.

ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL RUNNING-IN OF ENGINES

Korolev A.E.

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Keywords: engine, repair, running-in, wear, technical indicators, forecasting.

Abstract. The article discusses the methods of implementing load-speed modes of engine running-in. Bench tests of tractor diesels were carried out, as a result of which regularities of their wear are established. Dispersion range of controlled parameters of engines after a technological running-in is revealed. The technique and results of forecasting the technical characteristics of engines based on the dynamics of their change are presented.

Общеизвестно, что качественно приработанные сопряжения обеспечивают эксплуатационную надёжность двигателей [1]. В свою очередь полнота реализации этого процесса зависит от комплекса организационно-технологических факторов производства [2]. Соответственно второй важной задачей обкатки является выявление максимально возможного количества дефектов составных элементов. Общепринято также при проведении этой операции постепенное повышение на 10...15% скоростей и нагрузок до 80...90% от номинального режима работы двигателей [3]. Однако дискуссионным остаётся мнение о ступенчатом или бесступенчатом выполнении этапов приработки [4].

Для изучения этого вопроса на специализированном ремонтном предприятии были проведены стендовые испытания двух групп дизелей Д-243 по ступенчатому и непрерывному изменению нагрузочно-скоростному режиму обкатки. Выходным параметром служил суммарный износ деталей, определяемый спектральным анализом картерного масла. Характер изнашивания двигателей показан на рисунке 1.

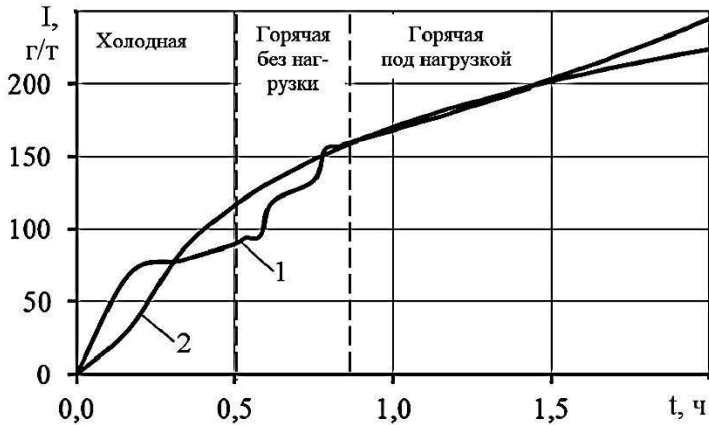


Рис. 1. Изменение износа двигателей Д-243 в процессе ступенчатой (1) и бесступенчатой (2) приработки

При первом варианте в начале каждого этапа наблюдается кратковременное повышение износа, а при обкатке под нагрузкой износ нарастает практически линейно. При втором варианте интенсивность изнашивания постепенно снижается. По этапам приработки износы в среднем распределились следующим образом: холодная – 35%, горячая без нагрузки – 16%, горячая под нагрузкой – 49%. Применение обеих технологий не обеспечивает стабилизацию износа, для этого необходимо увеличить продолжительность испытания дизелей ещё на 0,5...0,7 часа. Отличие в износе двигателей при ступенчатой и бесступенчатой обкатке составляет 9%, что не имеет принципиального значения. Следовательно, приработанность сопряжений не технологией реализации режимов нагружения, а их величиной и продолжительностью.

В процессе испытания двигателей после обкатки фиксировались основные рабочие параметры с приведением их к стандартным атмосферным условиям. Выявлено, что они имеют достаточно широкий диапазон рассеивания (рис. 2).

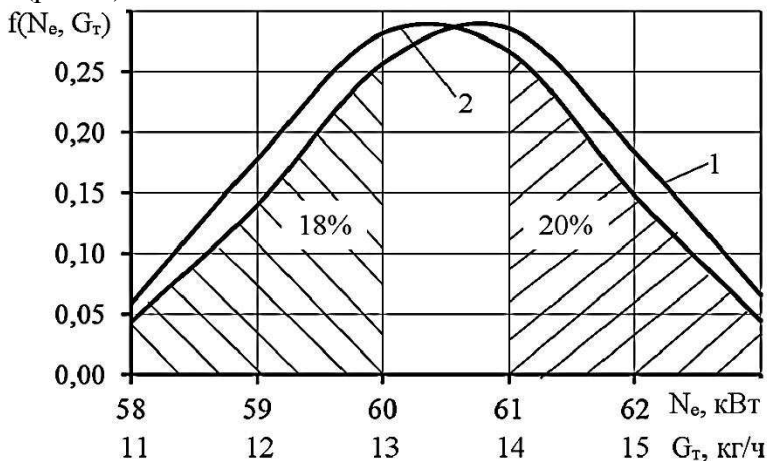


Рис. 2. Распределение эффективной мощности (1) и часового расхода топлива (2) двигателей Д-243

Около 20% двигателей по техническим параметрам не соответствуют нормативам в связи незавершённостью их приработки, а часть отклонений может быть устранена соответствующими регулировками.

Информация об износах и технических показателях при обкатке двигателей имеет статистический характер, поэтому правомерно рассматривать соответствие друг другу законов и параметров распределений этих величин. Для оценки взаимосвязи характеристик требуется установить двумерный совместный закон их распределения. В данном случае покажем возможность прогнозировать эффективную мощность двигателей на основе их износных испытаний. Эти параметры аппроксимируются степенными временными зависимостями:

$$N_e = A \cdot t^\alpha \text{ и } I = B \cdot t^\beta,$$

где A и B – случайные коэффициенты; α и β – неслучайные и постоянные для определённой марки двигателей показатели степени.

После преобразования формул получаем функциональное отношение между указанными параметрами: $N_e = C \cdot I^\gamma$. Обозначив $I^\gamma = J$, имеем $N_e = C \cdot J$. По экспериментальным данным находим выборочные статистические оценки математического ожидания и среднего квадратического отклонения: m_{N_e} , σ_{N_e} , m_J , σ_J . Тогда моменты коэффициента C составят:

$$m_c = m_{N_e} / m_J,$$

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{m_J^2 \cdot \sigma_{N_e}^2 - m_{N_e}^2 \cdot \sigma_J^2}{m_J^2 \cdot (\sigma_J^2 + m_J^2)}},$$

$$V_c = \sigma_c / m_c.$$

Следовательно, вероятность получения нормативной эффективной мощности в зависимости от величины износа двигателей можно определить по формуле:

$$P(I) = F_0 \left[\frac{m_c - (N_{eH} / I^\gamma)}{\sigma_c} \right],$$

где F_0 – функция нормального закона распределения.

Испытанием дизелей Д-243 установлено: $m_{N_e} = 60,67$, $\sigma_{N_e} = 1,36$, $m_J = 1,36$, $\sigma_J = 0,31$, а расчетами – $m_c = 44,55$, $\sigma_c = 10,19$, $V_c = 0,229$. Окончательно функция вероятности имеет вид

$$P(I) = F_0 \left[\frac{44,55 - (60 / I^{0,06})}{10,19} \right]$$

и приведена на рисунке 3.

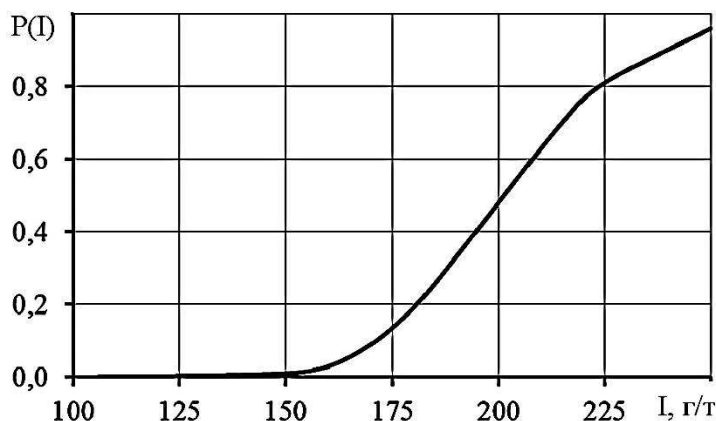


Рис. 3. Вероятность достижения нормативной эффективной мощности при обкатке тракторных дизелей Д-243

Из полученных результатов следует, что для гарантированного получения нормативных показателей двигателей необходимо увеличить продолжительность их приработки на ремонтном предприятии.

Список литературы

1. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В.Л., Чернявский И.Ш. Прогнозирование надёжности тракторов. – М.: Машиностроение, 1986. – 224 с.
2. Королев А.Е. Технологическое формирование эксплуатационной годности двигателей // The Scientific Heritage. – 2020. – Т. 1, №45. – С. 42-45.
3. Волченков А.В. Исследование и разработка триботехнически обоснованных режимов обкатки двигателей после капитального ремонта // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1. – С. 136-137.
4. Королев А.Е. Характер процесса приработки двигателей // Научный аспект. – 2020. – Т. 4, №4. – С. 433-437.

References

1. Anilovich V.Ya., Grinchenko A.S., Litvinenko V.L., Chernyavsky I.Sh. Forecasting the reliability of tractors. – M.: Mechanical Engineering, 1986. – 224 p.
2. Korolev A.E. Technological formation of operative fitness of engines // The Scientific Heritage. 2020, vol. 1, no. 45, pp. 42-45.
3. Volchenkov A.V. Research and development of tribotechnically substantiated regimes of running-in engines after major repairs // Modern problems of science and education. 2015, no. 1-1, pp. 136-137.
4. Korolev A.E. The nature of the running-in process of engines // Scientific aspect. 2020, vol. 4, no. 4, pp. 433-437.

Королев Александр Егорович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Технические системы в АПК»

Korolev Alexander Egorovich – candidate of technical sciences, associate professor of department "Technical systems in agrarian and industrial complex"

alexkorolev72@mail.ru

Received 11.01.2023