

Зависимость долговечности двигателей от технологии обкатки

Dependency of durability engines on technology the breaking-in

Королев А.Е.

канд. техн. наук, доцент кафедры технические системы в АПК
Государственного аграрного университета Северного Зауралья, г. Тюмень
e-mail: alexkorolev72@mail.ru

Korolev A.E.

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of technical systems
in agrarian and industrial complex, Northern Trans-Ural State Agricultural University,
Tyumen
e-mail: alexkorolev72@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается изменение долговечности тракторных дизелей в зависимости от технологии их приработки после ремонта. В аграрном производстве большинство работ выполняется в сжатые сроки. Работоспособность двигателей обеспечивается технологией их ремонта и испытания. Изучение характера и динамики отказов технических систем является основой их эффективного использования. Оценка надёжности объектов наблюдения выполняется по результатам испытаний и вероятностно-статистических расчётов. Проведены производственные и эксплуатационные испытания тракторных дизелей 4 марок. При обработке результатов экспериментов использовались стандартные методики. Показано изменение вероятности безотказной работы и интенсивности отказов двигателей в процессе их эксплуатации. Установлена зависимость интенсивности отказов дизелей от продолжительности испытания после ремонта. Выполнена оценка завершённости процесса приработки двигателей по стабилизации скорости проявления ресурсных отказов. Оптимальная продолжительность стендовых испытаний дизелей на ремонтном предприятии позволяет обеспечить гарантированный уровень их долговечности.

Ключевые слова: двигатель, ремонт, обкатка, эксплуатационные наблюдения, закономерности ресурсных отказов.

Abstract

The article considers the change in the durability of tractor diesels depending on the technology of their running-in after repair. In agricultural production, most work is carried out in a short time. The operability of engines is provided with technology of their repair and test. Studying the nature and dynamics of technical systems failures is the basis for their effective use. Reliability assessment of observation objects is carried out based on the results of tests and probabilistic-statistical calculations. Are carried production and performance tests of the tractor diesels of 4 brands. Standard techniques were used to process the results of the experiments. The probability of failure-free operation and the intensity of engines failures in process their operations are shown. The dependence of the failure rate of diesels on the duration of the test after repair was established. Executed assessment the completion of the process of engines running-in by stabilizing the speed of manifestation of resource failures. The optimal duration of bench tests of diesels at the

repair enterprise allows ensuring a guaranteed level of their durability.

Keywords: engine, repair, running-in, exploitative observations, regularities of resource the refusals

В агропромышленной отрасли большинство работ должно выполняться в ограниченные сроки, поэтому наиболее важной потребительской оценкой качества техники является надёжность. Изучение этих показателей позволяет принимать оптимальные решения по сохранению основных технических характеристик машин в течение требуемого периода в определенных условиях эксплуатации [1]. Методы оценки надёжности технических объектов базируются на результатах испытаний и вероятностно-статистических расчётах [2]. Долговечность двигателей главным образом зависит от исходного состояния комплектующих элементов, отклонения от нормативных требований вызывают повышенный и неравномерный износ сопряжений [3]. Следовательно, временное проявление ресурсных отказов является индикатором уровня технологических процессов ремонтного производства. Проводимые исследования направлены на интенсификацию процесса стендовой приработки двигателей адаптации трущихся поверхностей к внешним условиям [4], но при этом не учитывается их послеремонтная дефектность. В то же время выявлено повышение работоспособности двигателей с увеличением времени их технологической обкатки [5]. По установленной технологии эксплуатационная обкатка тракторов после ремонта составляет 60...120 часов, при этом нагрузка двигателя не должна превышать 50% от номинальной мощности, что сказывается на эффективности их использования [6]. Поэтому зачастую в реальных условиях эти режимы не выдерживаются, а это приводит к отказам и сокращению ресурса двигателей [7]. Отсюда следует, что изучение факторов формирования эксплуатационной долговечности двигателей является актуальной задачей.

Исследования проводились на ремонтных предприятиях и в условиях рядовой эксплуатации по 4 маркам тракторных дизелей, которые были обкатаны по одно-, трех- и пятичасовым режимам, под наблюдением находилось от 20 до 25 двигателей в каждой группе. Расчет показателей надёжности проводился по стандартной методике, а для получения зависимостей использовался метод корреляционного анализа.

На основе проведённых экспериментов определены основные показатели долговечности объектов наблюдения. На примере двигателей Д-240 показана дифференциальная функция распределения отказов (рис. 1).

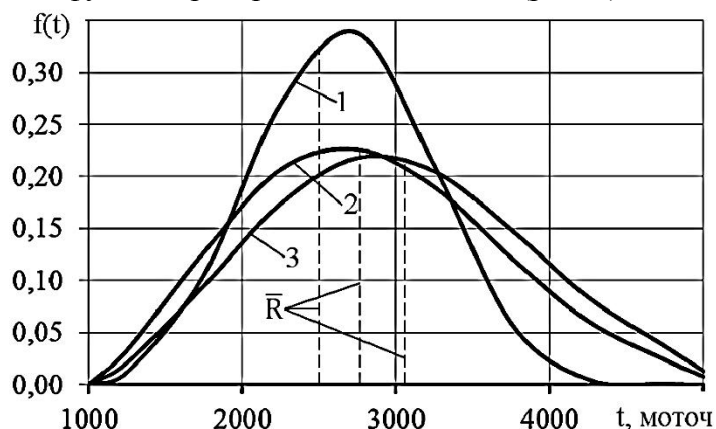


Рис. 1. Плотность вероятности ресурсных отказов двигателей Д-240, обкатанных по одно- (1), трех- (2) и пятичасовым (3) режимам

Отказы подчиняются закону распределения Вейбулла (коэффициент вариации находится в пределах 0,39...0,45), что свидетельствует о нестабильности

процесса ремонта двигателей. Первые ресурсные отказы происходят после 1000 моточасов. Все дизели первой группы достигают предельного состояния к 4000 моточасов, а двигатели второй и третьей групп исчерпывают ресурс к 5000 моточасов. На каждый час увеличения продолжительности послеремонтной обкатки средний ресурс возрастает на 100 моточасов или в относительной оценке на 9%. Также эти группы отличаются скоростью проявления отказов (рис. 2).

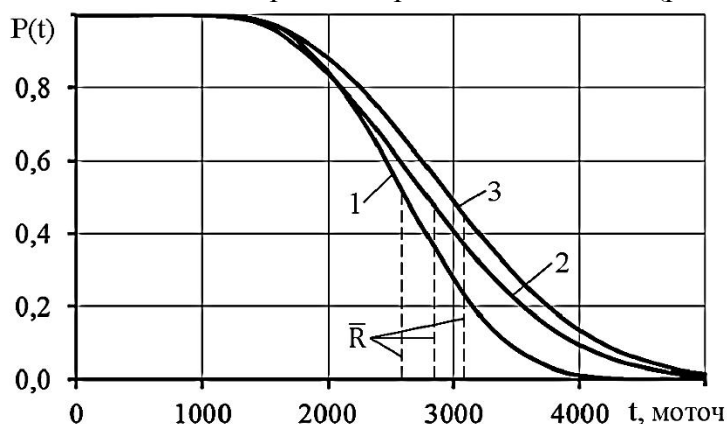


Рис. 2. Вероятность безотказной работы двигателей Д-240, обкатанных по одно- (1), трёх- (2) и пятичасовым (3) режимам

Вначале показатель изменяется незначительно и резко начинает увеличиваться после среднего ресурса, это связано не столько с ростом числа отказов, а сколько с тем, что в данном периоде количество работоспособных двигателей остаётся всё меньше. Интенсивность отказов показывает вероятность выхода из строя технического объекта на этапах жизненного цикла, иными словами характеризует изменения качества изделия в процессе эксплуатации. Этот параметр аналитически определяется отношением плотности отказов к вероятности безотказной работы. Аналогично по всем маркам дизелей были рассчитаны показатели долговечности и скорректированы исходя из нормативов надёжности для получения сопоставимых результатов. Таким образом, была установлена закономерность изменения средней интенсивности отказов (рис. 3).

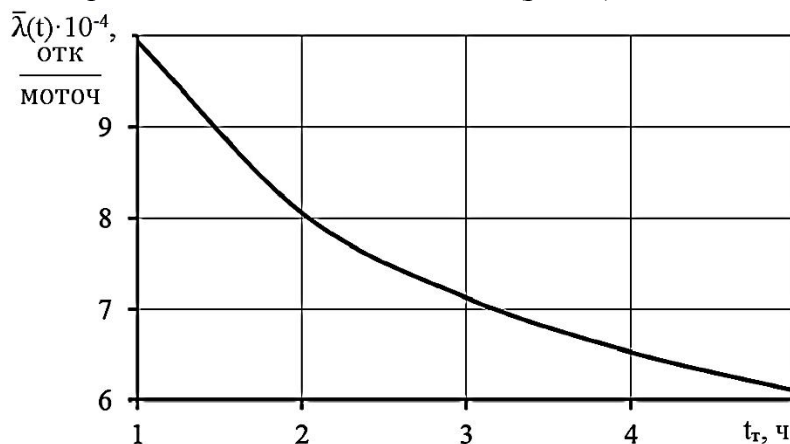


Рис. 3. Влияние продолжительности обкатки на среднюю интенсивность отказов дизелей

С увеличением длительности испытания двигателей на ремонтном предприятии с 1 до 5 часов $\bar{\lambda}(t)$ снижается в 1,6 раза. Далее была проведена оценка экономической эффективности результатов исследования (рис. 4), за базу сравнения принят одночасовой режим приработки.

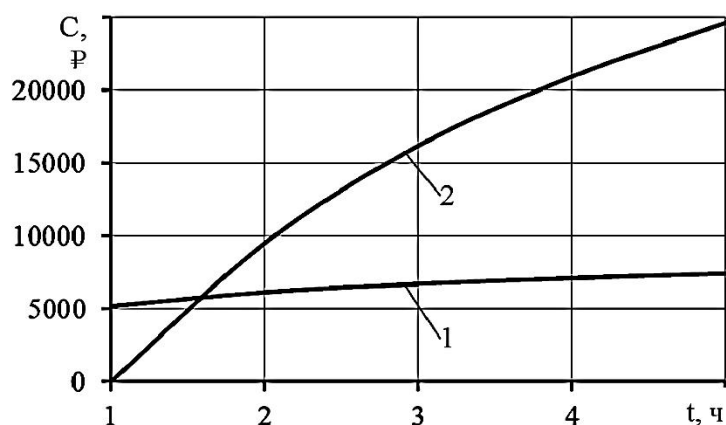


Рис. 4. Зависимость производственных затрат (1) и эксплуатационного экономического эффекта (2) от продолжительности обкатки двигателей Д-240

Для сравнения, при пятичасовом режиме затраты при ремонте увеличиваются на 1750, а в эксплуатационные издержки снижаются на 25 000. По остальным маркам экономия изменяется в диапазоне 29 000...62 000. Следовательно, варьирование продолжительности стендовых испытаний дизелей позволяет обеспечить гарантированный уровень их долговечности при соответствующей стоимости капитального ремонта.

Литература

1. *Королев А.Е.* Формирование эксплуатационной безотказности двигателей / А.Е. Королев // *Colloquium-journal*. – 2019. – Ч. I. – №2. – С. 30–32.
2. *Анилович В.Я.* Прогнозирование надежности тракторов / В.Я. Анилович. – Москва: Машиностроение. 1986. – 224 с.
3. *Лукинский В.С.* Прогнозирование надежности автомобилей / В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев. – Л.: Политехника, 1991. – 224 с.
4. *Синёв А.Н.* О совершенствовании технологии обкатки двигателей внутреннего сгорания / А.Н. Синёв, А.С. Яшин // *Современные наукоемкие технологии*. – 2014. – № 5-2. – С. 76–76.
5. *Королев А.Е.* Технологические факторы приработки двигателей / А.Е. Королев // *Интеграция наук*. – 2019. – Т. 2. – №4. – С. 98–101.
6. *Лялякин В.П.* К вопросу сокращения продолжительности послеремонтной эксплуатационной обкатки трактора / В.П. Лялякин, Р.Д. Соловьев, А.К. Ольховацкий // *Труды ГОСНИТИ*. – 2012. – Т. 110. – Ч. 2. – С. 38–42.
7. *Варнаков Д.В.* Оптимизация системы технического сервиса путём внедрения обслуживания по фактическому состоянию машин / Д.В. Варнаков // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2017. – №2. – С. 168-173.