

УДК 621.432.3

Технологический коэффициент готовности двигателей

Королев Александр Егорович, кандидат технических наук, доцент
Государственный аграрный университет Северного Зауралья (г. Тюмень)

Аннотация. В статье рассмотрено изменение безотказности двигателей в процессе технологической обкатки. Надежность является универсальной оценкой функционирования технической системы и наиболее информативный в ее составе показатель - это коэффициент готовности. Данный показатель по физической сущности отражает степень работоспособности объекта. Обкатка двигателей - это заключительный этап процесса ремонта изделия, проводится с целью обнаружения и устранения скрытых дефектов, стабилизации технических характеристик и подготовки поверхностей трения к восприятию рабочих нагрузок. Этот процесс осуществляется в малой степени на ремонтном предприятии, а в большей части в эксплуатационных условиях. Устранение неисправностей на стадии приработки двигателей позволяет снизить до минимума вероятность возникновения отказов в процессе эксплуатации. Особенность этого периода состоит в том, что интенсивность отказов представляет собой монотонно убывающую зависимость. Проведены производственные испытания дизельных двигателей Д-240 и установлены закономерности распределения технологических отказов. Проанализированы отказы по системам и механизмам дизелей. Обработка исходной информации выполнялась стандартными методами. Полное устранение дефектов ремонта достигается к пяти часам обкатки двигателей.

Ключевые слова: двигатель, системы и механизмы, ремонт, технологическая обкатка, коэффициент готовности, закономерности и количество отказов

Technological coefficient of willingness the engines

Korolev A. E. candidate of technical sciences, associate professor
Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen)

Abstract. The article considers the change in the reliability of engines in the process of technological running-in. Reliability is a universal evaluation of the functioning of the technical system, the most informative indicator being the coefficient readiness. This indicator on physical essence reflects the degree of the operability of the object. Running-in engines - this is the final stage of the process of repairing the object, is conducted to detecting and eliminating of latent defects, stabilization of technical characteristics, preparation of friction surfaces to the perception of workloads. This process is carried out in a small degree at the enterprise for repair, and for the most part in operational conditions. Elimination of malfunctions at the stage of running-in of engines minimizes the likelihood of refusals during operation. The peculiarity of this period is in the fact that failure rate is a monotonically decreasing dependence. Production tests of diesel D-240 engines are carried out and established patterns of distribution of technological refusals. Failures on systems and mechanisms of diesel engines are analyzed. Data processing was performed by standard methods. Complete removal of defects the repair is achieved after five hours of running-in the engines.

Keywords: engine, systems and mechanisms, repair, technological running-in, coefficient of willingness, regularities and number of refusals

Надежность служит универсальной оценкой качества технической системы и наиболее информативным в ее составе показателем является коэффициент готовности, который одновременно характеризует безотказность и ремонтпригодность объекта. Данный показатель по физической сущности отражает долю времени, когда машина находится в работоспособном состоянии. Оценка технических объектов на основе обобщения статистической информации позволяет выявить вероятностные закономерности и факторы, определяющие их [1]. При ремонте машин возможно проведение технологических мероприятий по повышению их надежности [2]. Обкатка двигателей - это заключительный этап ремонта изделия проводится с целью обнаружения и устранения скрытых дефектов, стабилизации технических характеристик, выполнения полной приработки отдельных элементов, повышения его эксплуатационной безотказности [3]. Протекание технологической приработки зависит от исходного состояния поверхностей трения, качества сборки сопряжений, значений нагрузок, скоростей и температур. Этот процесс осуществляется в малой сте-

пени на ремонтном предприятии, а в большей части в эксплуатационных условиях [4]. В тоже время способность изделий повышать безотказность в эксплуатации определяется реализацией именно этого периода [5]. Если технология ремонта не стабильна, то разброс наработок на отказ от изделия к изделию будет значительным.

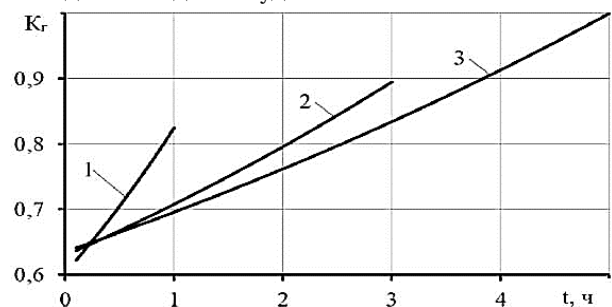


Рис. 1. Изменение коэффициента готовности двигателей Д-240 в процессе технологической обкатки по одно- (1), трех- (2) и пятичасовым (3) режимам

Эксперименты выполнялись на ремонтном предприятии путем непрерывных наблюдений. Двигатели Д-240 после ремонта обкатывались по существующему трехчасовому, а также по одно- и пятичасовым режимам. Продолжительность изменялась пропорционально на этапах холодной и горячей под нагрузкой приработки. Сбор исходной информации в период стендовой приработки осуществлялся по 64..67 двигателям в каждой группе, что обеспечило проведение испытаний с доверительной вероятностью не ниже 0,9 и относительной ошибкой не выше 6

%. Обработка опытных данных проводилась методами статистического и корреляционного анализа. В процессе технологической обкатки коэффициент готовности двигателей постоянно возрастает (рис. 1).

Полное выявление дефектов ремонта достигается только к 5 часам приработки. Распределение отказов по системам и механизмам (табл. 1) свидетельствует о том, что их число в малой степени зависит от технологии обкатки, а определяется в основном качеством выполнения операций ремонта деталей и сборки узлов двигателей.

Таблица 1. Распределение отказов двигателей

Наименование систем и механизмов	Среднее число отказов для двигателей, обкатанных по режиму, отк/дв		
	1 час	3 часа	5 часов
Система питания	0,56	0,82	1,09
Система смазки	0,15	0,17	0,19
Система охлаждения	0,01	0,02	0,02
Газораспределительный механизм	0,08	0,10	0,14
Кривошипно-шатунный механизм	0,01	0,01	0,01
Цилиндропоршневая группа	0,02	0,02	0,02
Герметичность соединений	0,24	0,26	0,26

Как видно, большинство отказов приходится на топливную аппаратуру (58%) и плотность соединений (19%), а на ресурсопределяющие сопряжения только около 2%. Первые вызваны в основном дефектами ремонта, вторые проявляются вследствие изменяющихся нагрузок и вибраций двигателей на переходных режимах в процессе обкатки.

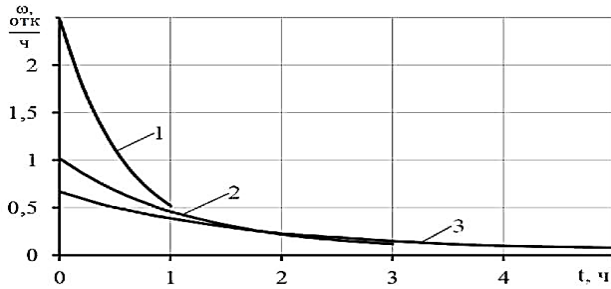


Рис. 2. Изменение параметра потока отказов двигателей Д-240, обкатанных по одно- (1), трех- (2) и пятичасовым (3) режимам

Корреляционным методом получены аппроксимирующие зависимости параметра потока отказов (рис. 2).

Характер проявления неисправностей определяется периодом включения в работу соответствующих элементов технической системы. На этапе холодной обкатки имели место в основном отказы систем смазки и охлаждения, при горячей обкатке на холостом ходу в работу вступают топливная аппаратура и газораспределительный механизм, а под нагрузкой происходили отказы ресурсопределяющих деталей. Работы по подтяжке соединений и замене прокладок проводились практически равномерно по всему периоду приработки. Отказы носят внезапный характер вследствие нестабильности технологического процесса ремонта двигателей. С увеличением времени обкатки наблюдается тенденция стабилизации количества выявленных дефектов. Выявлено, что с увеличением продолжительности испытания двигателей уровень их безотказности повышается (табл. 2), но при этом возрастает и количество выявленных отказов.

Таблица 2. Показатели технологической безотказности двигателей

Наименование показателей	Значение показателей, обкатанных по режиму		
	1 час	3 часа	5 часов
Средний параметр потока отказов, отк/ч.дв.	1,44	0,46	0,34
Средняя наработка на отказ, ч/отк.	0,70	2,16	2,94
Среднее число отказов за период обкатки, отк/дв.	1,07	1,43	1,72

По трудоемкости устранения отказы делятся на три группы сложности: 1- отказы, устраняемые заменой или ремонтом легкодоступных деталей; 2 - отказы, устраняемые заменой или ремонтом легкодоступных агрегатов и механизмов без их разборки с возможным раскрытием внутренних полостей; 3 - отказы, устраняемые разборкой или расчленением основных агрегатов. Отказы первой группы составили 60%, они вызваны нарушениями технологической дисциплины при сборке двигателей, отказы второй группы - 38%, их проявление объясняется недостаточностью испытания отдельных узлов и систем, отказы третьей группы - 2%, это ошибки при входном контроле ресурсопределяющих деталей. Средняя сложность отка-

зов составила 1,4. Следует отметить, что сложные отказы проявляются после трех часов испытаний, т.е. за пределами существующей технологии. Продолжительность эксплуатационной обкатки тракторов составляет 60 часов. Расчетами установлено, что для достижения вероятности безотказной работы 0,95 следует увеличить технологический прогон двигателей первой группы на 3,8 ч, второй - на 1,5 ч, а третьей - можно уменьшить на 0,4 ч. Дальнейшие наблюдения за этими двигателями показали, что при повышении длительности испытания двигателей на ремонтном предприятии в 1,5 раза приводит к сокращению эксплуатационных отказов на 25..30%.

Литература:

1. Болотин, В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций / В.В. Болотин. - М.: Машиностроение, 1984. - 312 с.
2. Осипов К.Н. Совершенствование приемосдаточных испытаний ДВС / К.Н. Осипов, Е.А. Первухина, Ю.Л. Рапацкий // Двигатели внутреннего сгорания. - 2012. - № 1. - С. 99-103.
3. Королев А.Е. Технологический прогон ремонтируемых изделий / А.Е. Королев // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. - 2015. - №4. - С. 105-109.
4. Королев А.Е. Взаимозависимость показателей надежности технических систем / А.Е. Королев // Modern Science. - 2017. - № 11. - С. 183-186.
5. Андруш В.Г. Выбор рационального режима обкатки двигателей после ремонта / В.Г. Андруш // Агропанорама. - 2008. - № 5. - С. 39-44.