

УДК 621.004.64

**ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ОТКАЗОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ
ДЕТАЛЕЙ ЦПГ МАЛООБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ****В. П. Сторожев¹**

Приведены результаты исследований интенсивности отказов деталей ЦПГ малооборотных двигателей и их влияние на долговечность.

Ключевые слова: детали цилиндропоршневой группы двигателей, интенсивность, отказы, дефекты, долговечность.

Детали ЦПГ (головки поршней, втулки цилиндров, крышки цилиндров, выпускные клапаны) являются одним из узлов, определяющих долговечность двигателей.

Виды повреждений и отказы деталей двигателя достаточно многообразны и в определенной степени отражены в ряде литературных источников [1, 2, 3].

При эксплуатации деталей машин и механизмов возникают различные дефекты, которые определяют их долговечность.

Долговечность зависит от действующих нагрузок, температур, агрессивности сред, применяемых материалов, технологий ремонта и восстановления, качества изготовления деталей, сборки, монтажа, длительности эксплуатации и др.

Детали двигателя подвергаются изнашиванию, фреттингу, коррозии, эрозии, усталости, выгоранию, трещинообразованию и, в конечном итоге, поломкам.

Детали ЦПГ составляют наиболее ответственную часть узлов двигателя и для устранения различных дефектов и повреждений необходимо применение современных технологий. Это дает возможность повысить их долговечность. Проблема повышения долговечности деталей двигателей, которые применяются в качестве главных энергетических установок на морских судах в настоящее время, является своевременной и актуальной.

Цель данных исследований заключается в определении влияния интенсивности отказов деталей ЦПГ малооборотных двигателей на их долговечность.

В настоящее время более 70 % установленных на судах мирового флота дизелей (по мощности) составляют дизели трех ведущих фирм и их

¹ © Сторожев В.П., д.т.н., профессор, Одесский национальный морской университет.

лицензиатов, это фирмы «Зульцер» (Швейцария), «Бурмейстер и Вайн» (Дания) и «МАН» (Германия).

Опыт эксплуатации малооборотных двигателей показывает, что наибольшие трудозатраты при их обслуживании приходятся на детали цилиндропоршневой группы, которые подвергаются тепловым и механическим нагрузкам. Долговечность узла ЦПГ двигателя оценивается с учетом срока эксплуатации отдельных его элементов. Повреждения различных деталей ЦПГ двигателя являются случайным процессом и в значительной степени зависят от условий эксплуатации.

Поэтому для оценки и прогнозирования заданной долговечности деталей ЦПГ двигателей необходимо использовать обработку данных исследований методом математической статистики.

Важным при этом является обоснование объема выборки. Обычно считают [4, 5], что если объем выборки больше 30, то среднее значение данных измерений достаточно хорошо (достоверно) приближается к его истинному значению.

Для определения наиболее значимых и существенных факторов, таких как различные дефекты и их влияние на долговечность СТС используются диаграммы Парето. Данные диаграммы удобны и просты для применения на практике, они позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных.

Важное преимущество данных диаграмм заключается в том, что они позволяют наглядно представить тенденции изменения заданного параметра и зрительно оценить закон их распределения. Кроме того, диаграмма Парето дает возможность определить разброс и форму распределения измеряемых параметров.

Так на рис. 1-3 представлены диаграммы Парето для различных дефектов головок поршней, крышек цилиндров, втулок цилиндров. Это важно для определения «удельного веса» различных дефектов и возможно обратить внимание на наиболее существенные дефекты и принять соответствующую технологию ремонта либо восстановления исследуемых объектов СТС.

Математическое ожидание и дисперсия (или её относительная величина – коэффициент вариации) являются основными, но не единственными характеристиками выборки. Более полной характеристикой выборки следует считать распределение вероятности безотказной работы, плотность вероятности и интенсивность отказов. Каждый из этих показателей имеет определенное значение для всей выборки данных исследований. Так показателем безотказности деталей является вероятность безотказной работы, т.е. это вероятность того, что в заданном интервале времени не возникнет отказа деталей. Вероятность безотказной работы и вероятность отказа деталей образуют полную группу событий, равной единице, либо 100 %.

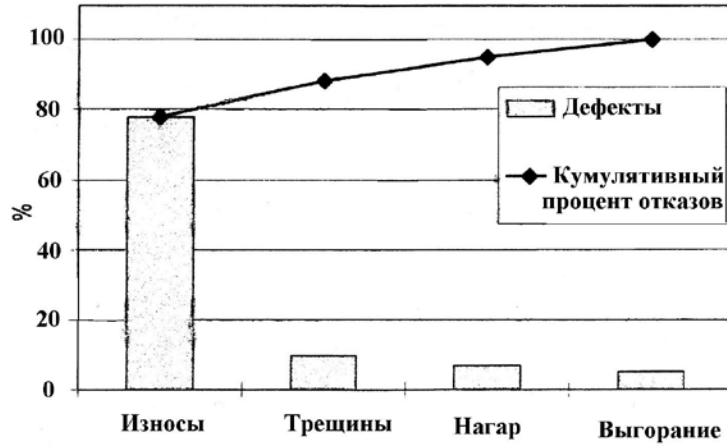


Рис. 1. Диаграмма Парето для основных видов отказов головок поршней двигателей ДКРН

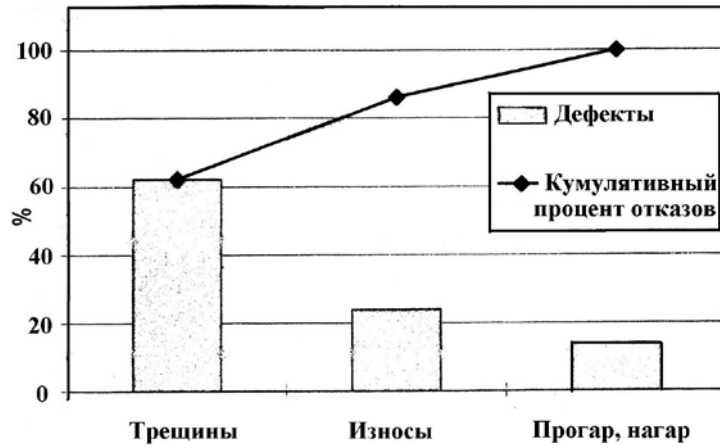


Рис. 2. Диаграмма Парето для основных видов отказов втулок цилиндров двигателей ДКРН

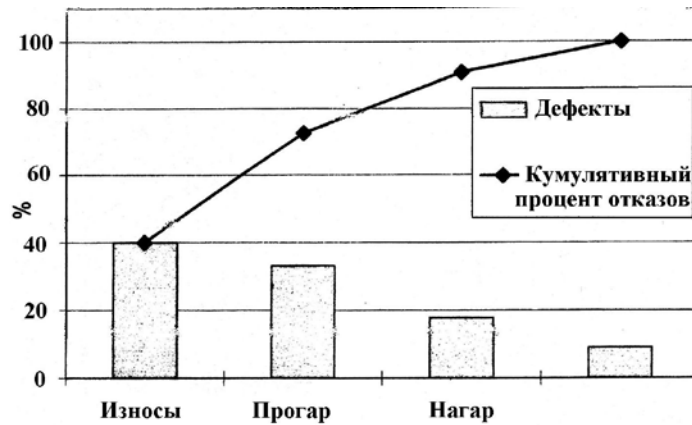


Рис. 3. Диаграмма Парето для основных видов отказов крышек цилиндров двигателей ДКРН

Основным показателем долговечности деталей является его срок службы до отказа. Долговечность такого узла как ЦПГ оценивается с учетом срока службы его отдельных элементов

Данные, приведенные на диаграммах Парето, свидетельствуют об количестве различных деталей, вышедших из строя из-за развития вполне определенных дефектов и повреждений.

Износ и другие виды эксплуатационных повреждений формируют наступление отказов или неработоспособного состояния деталей в рассматриваемой цилиндропоршневой группе дизелей. Полученные данные измерений позволили построить диаграммы Парето для головок поршней, цилиндровых втулок, крышек цилиндров, с помощью которых весьма наглядно видна роль основных дефектов в формировании массива отказов. Так, по рис. 1 можно сделать вывод, что наибольшее влияние на работоспособность головок поршней двигателей ДКРН оказывает их износ, затем трещины, нагар и выгорание. Для цилиндровых втулок на первом месте стоит трещинообразование, а затем износ (рис. 2). Велико влияние процесса образования трещин на отказы крышек цилиндров, как это следует из рис. 3.

Ранее нами были опубликованы данные по определению закономерностей износов и других дефектов как отделано взятых деталей ЦПГ двигателя, так и узла в целом для различных типов малооборотных двигателей.

В данной работе приведены данные наших исследований по влиянию интенсивности отказов на долговечность деталей ЦПГ двигателей (рис. 4).

Кривые интенсивности потока отказов деталей различны, это говорит о том, что в каждый i -й момент времени может произойти отказ узла цилиндропоршневой группы двигателя по причине отказа детали, у которой вероятность отказа наибольшая. С течением времени порядок влияния интенсивности отказов различных деталей узла цилиндропоршневой группы двигателя изменяется.

Так, при наработке 5 тыс. часов (сечение I-I) наибольшая интенсивность отказов у головок поршней, а затем у втулок цилиндров, при наработке 15 тыс. часов (сечение II-II) наибольшая интенсивность отказов тоже у головок поршней и втулок цилиндров, при наработке 25 тыс. часов (сечение III-III) наибольшая интенсивность отказов тоже у головок поршней и втулок цилиндров, но при наработке 35 тыс. часов (сечение IV-IV) наибольшая интенсивность отказов у крышек цилиндров и головок поршней. Интенсивность отказов выпускных клапанов постоянна, на уровне 0,07 и практически не зависит от времени.

На это необходимо обратить внимание при техническом осмотре и последующем ремонте и восстановлении этих деталей, а с учетом характера и величины интенсивности отказов необходимо назначить соответствующую технологию восстановления. Эти графики дают наглядное

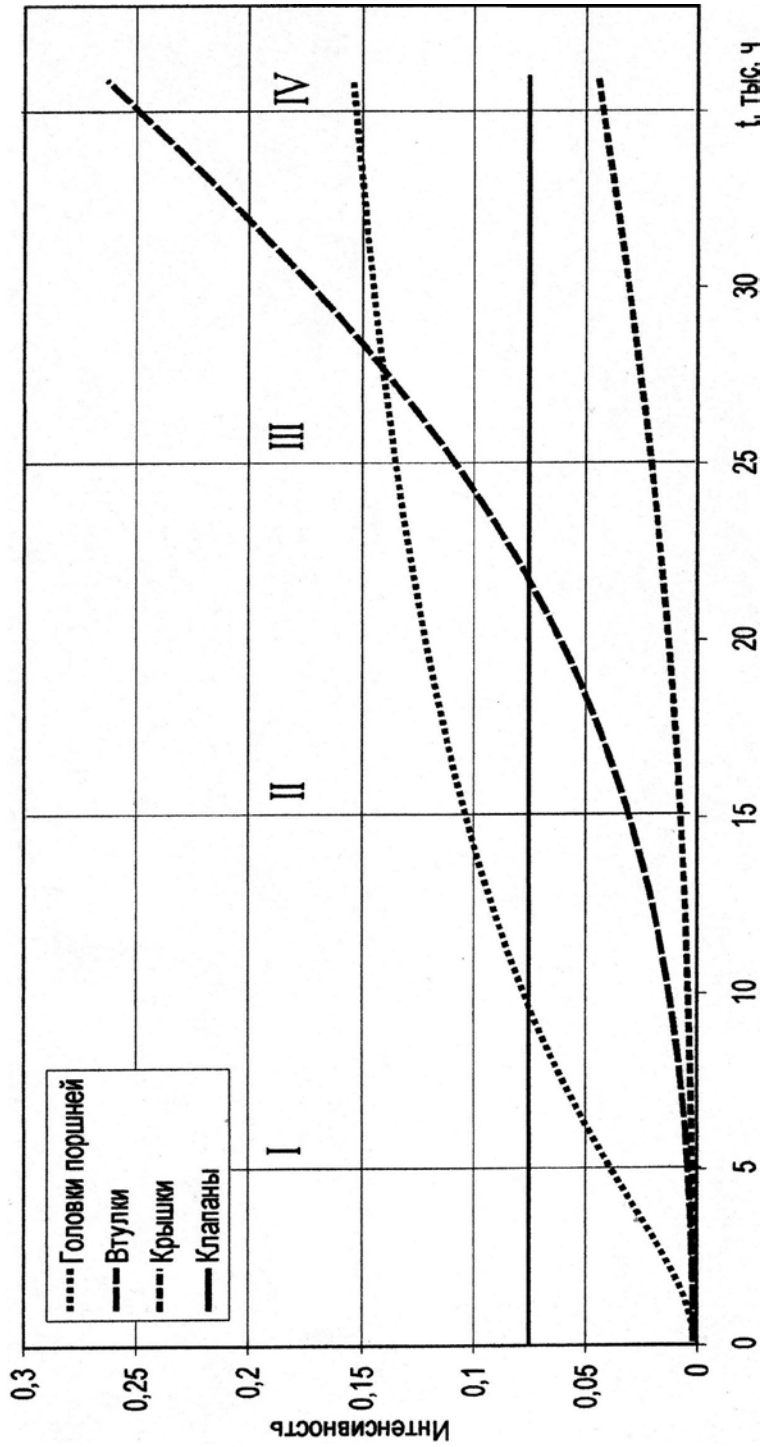


Рис. 4. Графік залежності від часу інтенсивностей потоку отказов деталей двигателя ДКРН

представление о влиянии процессов старения и износа на длительности безотказной работы деталей. С их помощью можно прогнозировать темпы износа деталей и промежутки повышенной опасности отказов.

Количество обследованных деталей: головок поршней 47, крышек цилиндров 45, втулок цилиндров 43.

Выводы

1. На основе статистической обработки экспериментальных данных получены характеристики, раскрывающие влияние повреждений и интенсивности отказов ЦПГ двигателей на их долговечность.
2. По результатам проведенных нами научных исследований разработаны практические рекомендации, которые могут быть использованы на судоремонтных заводах и на судах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сторожев В. П. Причины и закономерности постепенных отказов триботехнических объектов энергетической системы судна и повышение их ресурса. – Одесса, 2001. – 341 с.
2. Шишкин В. А. Анализ неисправностей и повреждений судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1986. – 192 с.
3. Кондратьев Н. Н. Отказы и дефекты судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1985. – 152 с.
4. Ефремов Л. В. Практика инженерного анализа надежности судовой техники. – Л.: Судостроение, 1980. – 176 с.
5. Финни Д. Введение в теорию планирования экспериментов / Пер. с англ. – М.: Наука, 1980. – 288 с.

Рукопись поступила в редакцию 12.12.2012 г.