

УДК 629.123.62-93

Козьминых Н.А., Василец Д.И.
ОНМА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СУДОВОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Под надежностью обычно понимают свойство объекта сохранять во времени работоспособность в заданных условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Судовые холодильные установки следует считать сложными техническими объектами, специфика эксплуатации которых требует пристального внимания к их надежности, в тоже время необходимо отметить, что проблемы надежности транспортных холодильных установок, в частности и судовых, остаются мало изученными. В этой связи проблема оценки надежности, выбора показателей по которым можно определить состояние судовой холодильной установки в текущий момент эксплуатации, выработка рекомендаций по обеспечению безотказной работы технического объекта такого типа является актуальной особенно для условий морского судна.

В принятой практике рекомендуется рассчитывать надежность объекта на различных стадиях жизненного цикла и соответствующих этим стадиям этапам видов работ, что устанавливается программой обеспечения надежности (ПОН) объекта или документами, ее заменяющими. Для судовых условий эксплуатации к таким документам можно отнести инструкции заводов изготовителей и правила технической эксплуатации утвержденные судовладельцем. Однако в этих документах вопросы надежности холодильной установки рассматриваются только косвенно через определение периодичности различных процедур технического обслуживания и простым перечислением возможных отказов и неисправностей. Кроме того оценка надежности затруднена отсутствием единой терминологии определяющей состояние рассматриваемых объектов.

Для любого технического объекта ПОН должна устанавливать цели расчета на каждом этапе видов работ, применяемые при расчете нормативные документы и методики, сроки выполнения расчета и исполнителей, порядок оформления, представления и контроля результатов расчета.

Для определения надежности объектов необходимо рассмотреть количественные характеристики этого свойства, которые называют показателями надежности. Для холодильного оборудования выбирают показатели надежности характеризующие такие свойства как безотказность, долговечность и ремонтпригодность, что позволяет учесть основные процессы, приводящие к потери работоспособности.

При этом под безотказностью следует понимать среднюю наработку на отказ для ремонтируемых объектов и интенсивность отказов для неремонтируемых объектов; под долговечностью – средние ресурсы до капитального, среднего и текущего ремонта для ремонтируемых объектов, или так называемый гамма-процентный ресурс для не ремонтируемых объектов; под ремонтпригодностью – среднее время восстановления работоспособности, либо объединенную удельную оперативную трудоемкость технического обслуживания и ремонта.

Наибольшее значение при рассмотрении с точки зрения эксплуатации приобретают такие свойства как безотказность и ремонтпригодность.

По принципам определения свойств составляющих надежность и комплексных показателей надежности объектов следует выделить такие методы:

- методы прогнозирования,
- структурные методы расчета,
- физические методы расчета.

Методы прогнозирования основаны на использовании для оценки ожидаемого уровня надежности объекта данных о достигнутых значениях и выявленных тенденциях изменения показателей надежности (ПН) объектов, аналогичных или близких к рассматриваемому по назначению (объектов-аналогов), принципам действия, схемно-конструктивному построению и технологии изготовления, элементной базе и применяемым материалам, условиям и режимам эксплуатации, принципам и методам управления надежностью .

Структурные методы расчета основаны на представлении объекта в виде логической (структурно-функциональной) схемы, описывающей зависимость состояний и переходов объекта, от состояний и переходов его элементов, с учетом их взаимодействия и выполняемых ими функций в объекте, с последующим описанием построенной структурной модели адекватной математической моделью и вы-

числением ПН объекта по известным характеристикам надежности его элементов.

На рис.1 приведена условная схема построения дерева отказов для судовой холодильной установки в самом общем случае.

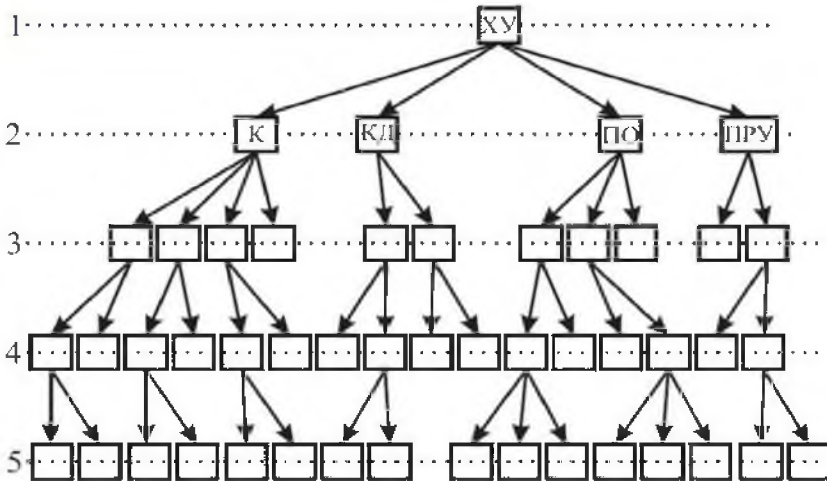


Рис.1 Условная схема дерева отказов для судовой холодильной установки : К- компрессор, КД- конденсатор, ПО- приборы охлаждения, ПРУ- приборы и устройства управления и защиты.

При рассмотрении конкретной холодильной установки число факторов наблюдаемых и действующих на каждом уровне будет меняться в зависимости от конструктивных и эксплуатационных условий.

Физические методы расчета основаны на применении математических моделей, описывающих физические, химические и иные процессы, приводящие к отказам объектов (к достижению объектами предельного состояния), и вычислении ПН по известным параметрам нагруженности объекта, характеристикам примененных в объекте веществ и материалов с учетом особенностей его конструкции и технологии изготовления.

Опыт эксплуатации большинства механизмов, аппаратуры и приборов показывает, что наиболее общим для определения интенсивности отказов является распределение Вейбула. Согласно этому

распределению плотность вероятности момента отказа может быть определена из зависимости:

$$f(\tau) = \lambda \delta \tau (\delta - 1) e^{-\lambda \tau};$$

где: δ – параметр формы, который определяется по экспериментальным данным путем выбора закона распределения,

λ – параметр масштаба.

Интенсивность отказов определяется выражением:

$$\lambda(\tau) = \lambda \delta \tau^{(\delta-1)};$$

вероятность безотказной работы:

$$P(\tau) = \int_0^{\tau} e^{-\lambda(\tau) d\tau} = e^{-\lambda \tau};$$

средняя наработка до отказа:

$$P(\tau) d\tau = \int_0^{\infty} e^{-\lambda \tau} d\tau$$

При $\delta < 1$ интенсивность отказов монотонно убывает, что соответствует периоду приработки, а при $\delta > 1$ – монотонно возрастает, что соответствует периоду интенсивного износа. Одновременно следует отметить, что при:

$\delta = 1$ распределение Вейбулла переходит в экспоненциальное, а при $\delta = 2$ – в распределение Рэлея.

Различные формы плотности при распределении Вейбулла при $\delta = 0$ показаны на рис. 2

Расчет надежности объекта на определенном этапе эксплуатации, соответствующем некоторой стадии его жизненного цикла, может производиться в следующих целях:

- обоснование количественных требований по надежности к объекту или его составным частям;

- проверка выполнимости установленных требований и оценка вероятности достижения требуемого уровня надежности объекта в установленные сроки и при выделенных ресурсах, обоснование необходимых корректировок установленных требований;

- сравнительный анализ надежности вариантов схемно-конструктивных построений объекта и обоснование выбора рационального варианта;

- определение достигнутого (ожидаемого) уровня надежности объекта и его составных частей, в том числе расчетное определение ПН, параметров распределения характеристик надежности составных

частей объекта, в качестве исходных данных для расчета надежности объекта в целом;

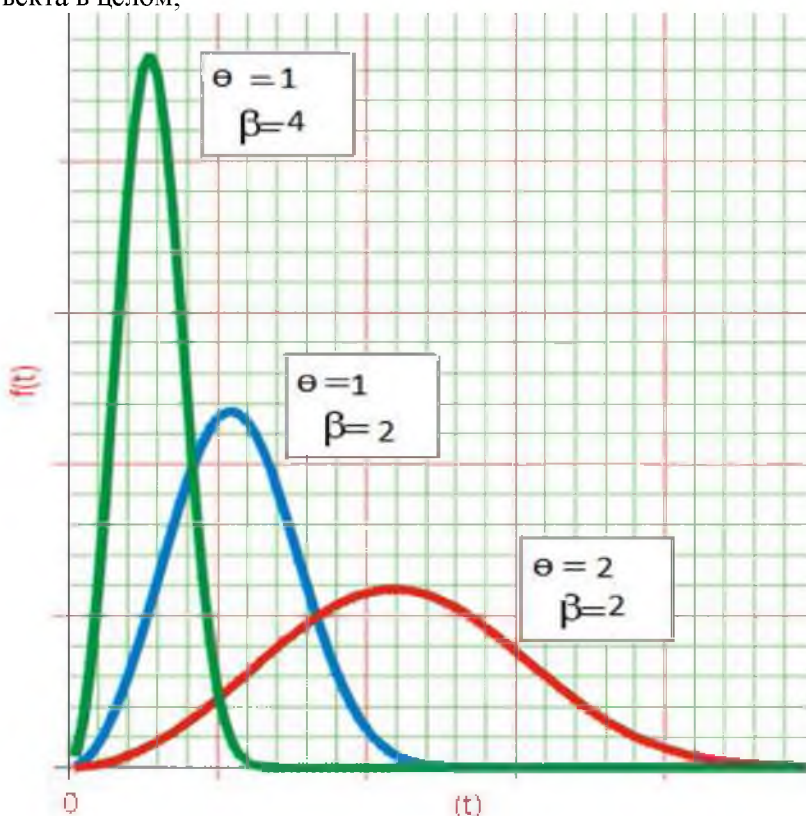


Рис. 2. Различные формы плотности при распределении Вейбулла при $\delta=0$

- обоснование и проверка эффективности предлагаемых (реализованных) мер по доработкам конструкции, технологии изготовления, системы технического обслуживания и ремонта объекта, направленных на повышение его надежности;

- решение различных оптимизационных задач, в которых показатели надежности выступают в роли целевых функций, управляемых параметров или граничных условий, в том числе таких, как оптимизация структуры объекта, распределение требований по надежности, между показателями отдельных составляющих надежности (например безотказности и ремонтпригодности), расчет комплектов ЗИП, оптимизация систем технического обслуживания и ремонта, обосно-

вание гарантийных и назначенных сроков службы (ресурса) объекта и др.;

- проверка соответствия ожидаемого (достигнутого) уровня надежности объекта установленным требованиям (контроль надежности), если прямое экспериментальное подтверждение уровня надежности невозможно технически или нецелесообразно экономически.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козьминых Н.А., Андрианов Д.В. Методы оценки надежности судовых холодильных установок в процессе эксплуатации // Судовые энергетические установки: нуч.-техн.сб.-2011.-Вып.28.-Одесса: ОНМА. - С.68-72.

2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

3. Танирбергенова А.А. Расчет надежности многоэлементных систем. -Сб. Трудов Кар.ГТХ, 2011, с.с. 83-85.

4. Военный справочник по стандартизации США MIL-HDBK-472. Прогнозирование ремонтпригодности.