

УДК 621.64:351.745
DOI 10.33082/2226-1915 -2-2019-127-134

ДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛОБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В.А. Кузнецов

аспирант кафедры «Технического обеспечения и ремонта судов»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. На основе статистических данных проведен анализ характерных дефектов деталей ЦПГ малооборотных двигателей морских судов. Опытным путем было доказано что при диагностировании технических средств определяются оценка его технического состояния, обнаружение и определение места дефектов и повреждений, прогнозирование остаточного ресурса исследуемых объектов. Также диагностика является частью технического обслуживания энергетических установок, вспомогательных механизмов, различных устройств и систем судна. Ее цель заключается в получении своевременной информации о техническом состоянии отдельных деталей, узлов, механизмов двигателя в целом на основе проведения измерений и анализа результатов измерений различных параметров. Важным критерием уровня безопасности плавания судов, а также их надежность во многом зависит от качества и своевременного диагностирования технического состояния информационными оценками, результатами анализа выполненных работ. В основном объектом диагностирования на судне является главная энергетическая установка, вспомогательные механизмы, судовые системы, устройства и др. Определены основные объекты малооборотных двигателей лимитирующие их техническое состояние.

Ключевые слова: малооборотные двигатели, дефект, отказ, ремонт, надежность, мониторинг, диагностика, повреждение, прогнозирование, анализ, износ, эксплуатация, дефектация.

УДК 621.64:351.745
DOI 10.33082/2226-1915 -2-2019-127-134

ДІАГНОСТИКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАЛОБОРОТНИХ ДВИГУНІВ

В.А. Кузнецов

аспірант кафедри «Технічного забезпечення та ремонту суден»

Одеський національний морський університет

Анотація. На основі статистичних даних проведено аналіз характерних дефектів деталей ЦПГ малооборотних двигунів морських суден.

Досвідченим шляхом було доведено що при діагностуванні технічних засобів визначаються оцінка його технічного стану, виявлення і визначення місця дефектів і пошкоджень, прогнозування залишкового ресурсу досліджуваних об'єктів. Також діагностика є частиною технічного обслуговування енергетичних установок, допоміжних механізмів, різних пристроїв і систем судна. Її мета полягає в отриманні своєчасної інформації про технічний стан окремих деталей, вузлів, механізмів двигуна в цілому на основі проведення вимірювань та аналізу результатів вимірювань різних параметрів. Важливим критерієм рівня безпеки плавання суден, а також їх надійність багато в чому залежить від якості і своєчасного діагностування технічного стану інформаційними оцінками, результатами аналізу виконаних робіт. В основному об'єктом діагностування на судні є головна енергетична установка, допоміжні механізми, суднові системи, пристрої та ін. Визначено основні об'єкти малооборотних двигунів лімітуючи їх технічний стан.

Ключові слова: малооборотні двигуни, дефект, відмова, ремонт, надійність, діагностика, пошкодження, прогнозування, аналіз, знос, експлуатація, моніторинг, дефектація.

UDC 621.64:351.745

DOI 10.33082/2226-1915 -2-2019-127-134

DIAGNOSTICS OF TECHNICAL CONDITION OF LOW-TURN ENGINES

Kuznetsov V.A.

graduate student

Department «Technical support and repair of ships»

Odessa National Maritime University

Abstract. Based on statistical data, an analysis of characteristic defects in the parts of the CPG of low-speed engines of marine vessels is carried out. It was experimentally proven that when diagnosing technical means, an assessment of its technical condition, detection and determination of the location of defects and damage, and prediction of the residual life of the studied objects are determined. Diagnostics is also part of the maintenance of power plants, auxiliary mechanisms, various devices and systems of the vessel.

Its purpose is to obtain timely information about the technical condition of individual parts, assemblies, engine mechanisms as a whole based on measurements and analysis of the measurement results of various parameters. An important criterion for the level of safety of navigation of ships,

as well as their reliability, largely depends on the quality and timely diagnosis of the technical condition with information assessments, the results of the analysis of the work performed. Basically, the object of diagnosis on a ship is the main power plant, auxiliary mechanisms, ship systems, devices, etc.

In order to increase the reliability of low-speed engines, there is a need to develop appropriate models and methods for assessing the diagnosis of their technical condition. It is important to note that timely diagnosis of low-speed engines provides an increase in their reliability and a reduction in material costs for maintenance and repair. Therefore, to maintain the installation and systems and in good technical condition, it is necessary to use monitoring and diagnostics, which make it possible to determine the magnitude and location of defects and failures, and to call up the degree of operability of the investigated failures. The main objects of low-speed engines limiting their technical condition are determined.

Keywords: *low-speed engines, defect, failure, repair, reliability, diagnostics, damage, forecasting, analysis, wear, operation, monitoring, fault detection.*

На современных морских судах используют мощные энергоустановки, которые выпускаются мировыми фирмами, такими как MAN Бурмейстер и Вайн, Вяртсиля-Зульцер и Митсубиши. Это двигатели двухтактные, крейцкопфные, реверсивные с газотурбинным наддувом.

Энергетические установки в период эксплуатации подвержены различным дефектам и повреждением, что способствует изменению их технического состояния. Для обеспечения надежной работы двигателя необходимы заданные условия эксплуатации, а также периодические осмотры и проверки различных параметров.

Уровень безопасности плавания судов, их надежность во многом зависит от качества диагностирования технического состояния информационными оценками, результатами анализа выполненных работ.

Техническая диагностика является частью технического обслуживания энергетических установок, вспомогательных механизмов, различных устройств и систем судна. Ее основные задачи – это обеспечение безопасности плавания, надёжности, сокращения затрат на техническое обслуживание и ремонт судов. Уменьшение затрат за счет простоев в результате отказов и преждевременных выводов судов в ремонт.

В процессе эксплуатации судовых дизелей в них возникают различные дефекты и повреждения. Наступает момент, когда объект перестает отвечать техническим требованиям. При диагностировании технических средств определяются оценка его технического состояния, обнаружение и определение места дефектов и повреждений, прогнозирование остаточного ресурса исследуемых объектов.

Цель диагностики заключается в получении своевременной информации о техническом состоянии отдельных деталей, узлов, механизмов двигателя в целом на основе проведения и анализа результатов измерений различных параметров.

Объектом диагностирования на судне является главная энергетическая установка, вспомогательные механизмы, судовые системы и устройства и др. Для его нормальной работы все эти объекты должны находиться в работоспособном состоянии и в соответствующей взаимосвязи. Выход из строя из-за дефектов и повреждений любого из отдельных объектов может привести к выходу судна из эксплуатации. Однако их удельный вес различен. На что необходимо обратить внимание в первую очередь. Так выход из эксплуатации судна, примерно на 70 %, происходит из-за отказов главной энергетической установки, около 20 % – вспомогательных механизмов и устройств и около 10 % – остальных объектов.

В данном случае объектом диагностирования является главная энергетическая установка.

По конструкции судовые энергетические установки являются сложными и состоят из большого количества деталей и узлов. Эти детали изготовлены из различных материалов и работают в различных условиях, а именно при повышенных давлениях и температурах, отдельные из них в коррозионной среде. Это детали цилиндропоршневой группы двигателя, поршни, поршневые кольца, втулки цилиндров, крышки, выхлопные клапана. Выход из эксплуатации главного двигателя из-за дефектов и повреждений этих объектов составляет около 45 %, топливной аппаратуры и подшипников около 25 %, остальные 30 % механизмов и систем обслуживающие главный двигатель [2].

С ростом наработки надежность двигателя падает, вероятность отказов растет.

В зависимости от видов дефектов, места расположения, размеров и др. применяется много различных способов их обнаружения и определения. Так для деталей цилиндропоршневой группы применяют измерения, анализ продуктов износа в процессе сгорания топлива, магнитопорошковый, ультразвуковой, капиллярный, акустический методы и другие [1].

Контроль технического состояния различных объектов состоит в проверке соответствия значений параметров объекта требованиям технической документации.

Эффективность эксплуатации малооборотных двигателей зависит от применяемых средств оценки технического состояния его объектов. Методов оценки диагностирования различных объектов много, но при этом сложно всё учесть. Например, не в полной мере учтены требования международной конвенции по охране человеческой жизни на море

СОЛАС-74. Часть исследуемых эксплуатационных параметров носят вероятностный характер, что трудно учесть.

При этом полученные значения определяемых величин сопоставляются с допустимыми значениями этих величин и делают заключение о возможности дальнейшей их эксплуатации, времени и характере необходимого ремонта.

Допустимые значения измеряемых параметров определяются с учетом изменения внешних условий, применяемых сортов топлива и масел, режимов нагружения двигателя, районов плавания, технического состояния нагруженных узлов и деталей

Применение эффективной и качественной диагностики дает возможность уменьшить число отказов, подобрать прогрессивные технологии ремонта, увеличить межремонтные периоды эксплуатации.

Определение технического состояния малооборотных двигателей сводится к оценке вероятности безотказной работы, остаточного ресурса и надежности в целом. Диагностирование малооборотных двигателей позволит снизить материальные затраты на техническое обслуживание около 20 % и расход топлива на (1-2) °. При этом повышается надежность эксплуатации малооборотных двигателей [2].

В целях повышения надежности малооборотных двигателей есть необходимость в разработке соответствующих моделей и методов оценки диагностирования их технического состояния. При этом необходимо применение экспериментально-теоретических методов исследований.

Одним из важных этапов диагностирования является мониторинг технического состояния объекта. Мониторинг – это непрерывный процесс сбора и анализа информации о значении диагностируемых параметров состояния объекта. Контроль мониторинга осуществляется в реальном времени или дистанционно.

Информацию о состоянии различных объектов двигателя получают с помощью средств диагностирования. Достоверность диагностирования определяется точностью измерений, качеством измеряемых приборов, навыками работников, проводящими измерения [3].

Существует необходимость в разработке методов оценки и диагностирования технического состояния малооборотных двигателей. Своевременная диагностика малооборотных двигателей обеспечивает повышение их надежности и снижение материальных затрат на техническое обслуживание. Для этого необходимо применение мониторинга, диагностики, которые дают возможность определять величину и местонахождение дефектов и отказов, вызвать степень работоспособности исследуемых отказов. Важным является количественная оценка технического состояния объекта.

Учитывая сложность решения задач по диагностированию малооборотных двигателей, необходимо применение комплексного структур-

ного подхода. Для повышения надежности малооборотных двигателей применяются различные методы, учитывающие количественные и качественные показатели.

Существуют различные методы диагностирования.

Параметрический метод косвенно оценивает техническое состояние деталей по теплоэнергетическим параметрам (воздуха, масла, охлаждающей жидкости, топлива, продуктов сгорания). При эксплуатации трущихся пар ДВС износ вызывает появление и увеличение концентрации в смазочном масле частиц металла, содержащих такие элементы как Fe, Cr, Pb, Sn, Mn, Ni, Si и др. Косвенная оценка технического состояния различных узлов двигателя определяется для оценки технического состояния по содержанию металла в масле, по составу отработавших газов, по анализу шума, по герметичности рабочих полостей, диагностированием другими методами неразрушающего контроля.

А также и другие методы – визуальные методы, измерение различных параметров, вибрационные, акустические, тепловые, магнитопорошковые, капиллярные, ультразвуковые, трибодиагностика и др. Каждый из них имеет определенные преимущества и недостатки и применяется в зависимости от диагностируемых объектов.

Основные задачи диагностики могут быть следующими:

- переход на эксплуатацию судов по фактической потребности в техническом обслуживании и ремонте;
- создание передовых базовых комплексов для диагностирования и пред ремонтной дефектации судовых технических средств;
- непрерывный контроль технического состояния судовых технических средств и судов в целом;
- повышение технического уровня средств контроля и диагностирования различных объектов.

К функциям диагностирования относят:

- оценка технического состояния объекта;
- обнаружение и определение места локализации дефектов и неисправностей;
- прогнозирование остаточного ресурса объекта;
- мониторинг технического состояния объекта.

По результатам диагностических исследований определяют работоспособность и вероятность работы объекта в течение определенного промежутка времени.

Надежность малооборотных двигателей зависит от многих факторов, учитывающих конструкцию, условия производства и эксплуатации.

Это свидетельствует о том, что процессы измерения технического состояния данных объектов носят случайный характер. Поэтому при оценке и анализе показателей надежности необходимо использовать методы теории вероятностей [4].

При диагностировании различных объектов, используют, в основном, два метода. Это расчетные методы (статический анализ, диаграммы Парето, нейронные сети и другие). Эти методы, обычно автоматизированные и экспертные системы, основанные на моделях неисправностей и моделях нормального функционирования объекта.

Диагностика технического состояния малооборотных двигателей создаёт предпосылки для определения объекта ремонтных работ и сроков их выполнения.

При решении задач, связанных с повышением надежности малооборотных двигателей, важную роль отводят методам, базирующимся на современном программном обеспечении диагностики.

Выводы

1. Определены основные объекты малооборотных двигателей, лимитирующие их техническое состояние.

2. На основе диагностики технического состояния малооборотных двигателей предлагается разработка методов их оценки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Сторожев В.П. Технология судоремонта: Учебник для высших морских учебных заведений. Херсон: ОЛДИ-ПЛЮС, 2014. 552 с.*
2. *Сторожев В.П. Причины и закономерности постепенных отказов основных триботехнических объектов энергетической системы судна и повышение их ресурса. Одесса, 2000.*
3. *Денисов В.Г. Методы и средства технического диагностирования СЭУ. Одесса: Феникс, 2008. 538 с.*
4. *Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надежности судовой техники. Л.: Судостроение, 1980. 178 с.*

REFERENCES

1. *Storogev V.P. (2014) Tehnologiya sudoremonta: uchebnik dlya vysshih morskikh uchebnyh zavedenij [Ship repair technology: textbook for higher maritime educational institution]. Herson: OLDI – PLUS, pp. 552 (in Ukraine).*
2. *Storogev V.P. (2000) Prichiny i zakonomernosti postepennyh otkazov osnovnyh tribotekhnicheskikh obektov energeticheskoy sistemy sudna i povyshenie ih resursa [Reasons and patterns of gradual failures of the main tribotechnical facilities of the ship's energy system and increase of their resource]. Odessa: Feniks (in Ukraine).*

3. Denisov V.G. (2008) *Metody i sredstva tehničeskogo diagnostirovaniya SEU [Methods and means of technical diagnostics of SEU].* Odessa: Feniks, pp. 538 (in Ukraine).
4. Efremov L.V. (1980) *Praktika inženernogo analiza nadezhnosti sudovoj tehniki [The practice of engineering analysis of reliability of ship equipment].* Moscow: Sudostroenie, pp. 178 (in USSR).

Стаття надійшла до редакції 15.10.2019

Рецензенти:

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Технологія матеріалів та судноремонту» Національного університету «Одеська морська академія» **І.М. Слободенюк**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Суднові енергетичні установки та технічна експлуатація» Одеського національного морського університету **В.П. Мальчевський**