

УДК 621.431.74

В.А. Кузнецов*Одесский Национальный морской университет, г. Одесса, Украина*

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ МАЛООБОРОТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

На основании статистических данных проведен анализ характерных дефектов деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) малооборотных двигателей. Предложены рекомендации по обеспечению надежности этих деталей.

Ключевые слова: Детали ЦПГ двигателя, дефект, отказы, ремонт, долговечность.

В настоящее время более 90 % малооборотных двигателей являются основным типом энергетической установки современных морских судов. Данные малооборотные двигатели производят фирмы «MAN& Бурмейстер и Вайн», «Вяртсиля-Зульцер», и «Митсубиси». Это двигатели двухтактные, крейцкопфные, реверсивные с газотурбинным наддувом. Они обладают высокой экономичностью, широким диапазоном агрегатных мощностей, большим ресурсом и возможностью автоматизации управления. Дальнейшее совершенствование малооборотных крейцкопфных двигателей идет по пути их форсировки наддувом, уменьшения удельного веса, повышения надежности, увеличения срока службы, использования тяжелых остаточных топлив, снижения вредных выбросов в окружающую среду.

При эксплуатации деталей ЦПГ малооборотных двигателей возникают различные дефекты и повреждения, которые определяют их надежность. Проблема обеспечения надежности в современных условиях является актуальной задачей.

Важным является рассмотрение вопросов связанных с анализом надежности деталей ЦПГ малооборотных двигателей. Детали ЦПГ малооборотных двигателей должны сохранять требуемые качественные показатели на весь период эксплуатации. Но как бы долго эти детали не эксплуатировались они с течением времени выходят из строя. Их необходимо неоднократно восстанавливать и ремонтировать. Такие работы достаточно дорогие, они в несколько раз превышают стоимость новых исследуемых объектов. Это относится к объектам различных отраслей, так для автомобилей до шести раз, для станков до восьми раз, для самолетов и судовых технических средств до пяти раз. Только из-за коррозии теряется до 10 % выплавленного металла. [1]

Обеспечение надежности особенно важно для судовых технических средств. Это безопасность плавания морских судов, безопасность человеческой жизни и экологическая безопасность на море. Если рассматривать выход из строя судовой энергетической установки, то из-за износа и других повреждений он составляет около 65 %, а это влечет за собой значительные затраты связанные с их ремонтом и восстановлением.

Значительный удельный вес по трудоемкости и стоимости ремонтных работ приходится на детали ЦПГ малооборотных двигателей. Это отказы в работе поршней, поршневых колец, цилиндровых втулок, крышек, выпускных клапанов. Эти детали работают в тяжелых условиях при высоких температурах, давлениях в агрессивной среде ЦПГ подвергается различным дефектам и повреждениям. Характерные из них и места появления дефектов представлены на рис. 1, 2, 3, 4.

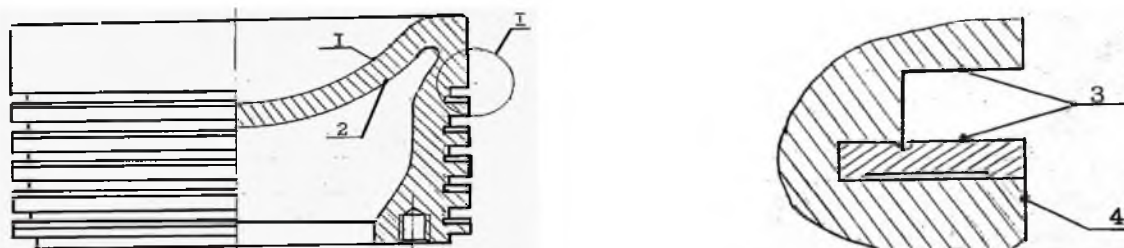


Рис. 1. Дефекты головок поршней

1 – выгорание днища поршня; 2 – трещины; 3, 4 – износ

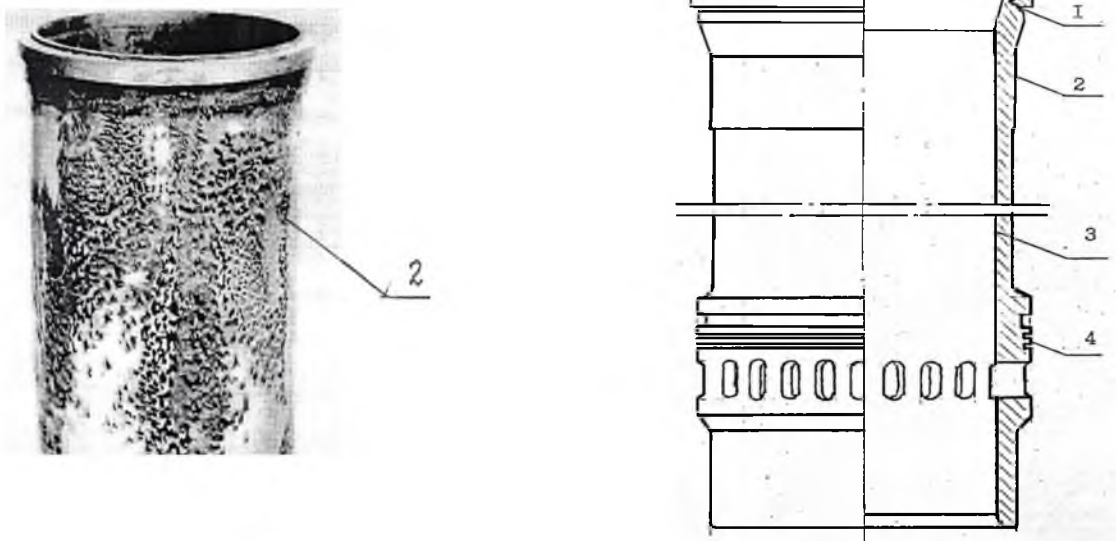


Рис. 2. Дефекты цилиндрических втулок
 1 – трещины, 2 – коррозия; 3 – износ; 4 – ослабление посадки

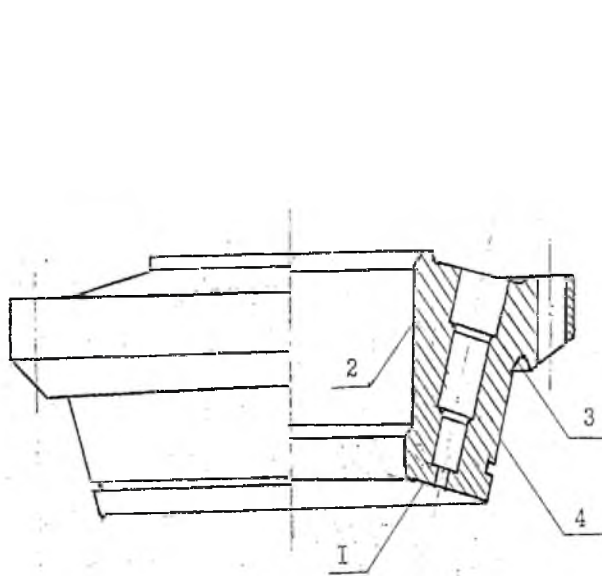


Рис. 3. Дефекты крышек цилиндров:
 1 – выгорание днища; 2 – износ; 3 – трещины; 4 – коррозия

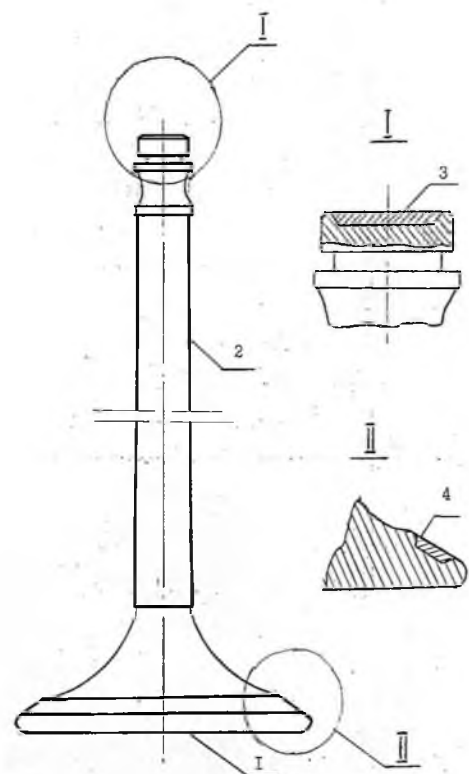


Рис. 4. Дефекты выпускных клапанов:
 1 – выгорание доньшка; 2, 3, 4 – износ

Материалы этих деталей должны обладать высокой прочностью, жаростойкостью, коррозионной стойкостью, теплопроводностью, износостойкостью. Материалом головок поршней служат углеродистые и низколегированные стали. Материалом крышек и цилиндрических втулок служат чугуны различных марок.

В зависимости от места расположения дефектов, их характера и величины они определяются визуально, с помощью микрометрических измерительных инструментов и приборов, дефектоскопии.

Характерними дефектами поршней являются износ канавок под поршневые кольца, выгорание днища поршня, трещины.

Поршневые кольца, как правило, после нескольких тысяч часов эксплуатации ломаются и их заменяют на новые.

Основными дефектами цилиндрических втулок являются трещины под посадочным буртом, износ зеркала цилиндрической втулки, коррозия наружной верхней части втулки, ослабление уплотнительной поверхности втулки (над выпускными и продувочными окнами).

Основными дефектами крышек цилиндров являются выгорание днища крышки, износ, трещины большей частью под буртом втулки, коррозия, нагар

Основными дефектами выпускных клапанов являются выгорание доннышка, износ уплотнительной части тарелки клапана, износ цилиндрической и торцевой части.

Дефекты в деталях возникают в различное время. Так, износ и коррозия имеют место в течение всего периода эксплуатации, нагар появляется примерно через тысячу часов, трещины через три-четыре тысячи часов эксплуатации. Эти данные дают определенное представление о характерных дефектах деталей ЦПГ малооборотных двигателей.

Целью данных исследований является в определении мероприятий направленных на обеспечение надежности деталей ЦПГ малооборотных двигателей.

Исходя из приведенных выше большого количества данных по характерным дефектам ЦПГ малооборотных двигателей очевидно, что основное внимание при рассмотрении закономерностей износа головок поршней необходимо сосредоточить на износе канавок под поршневые кольца. Наиболее интенсивно изнашиваются канавки под первые поршневые кольца. Предельный износ для диаметров (500–900) мм достигает примерно через (4000–8000) часов эксплуатации. Износ первой и последующих канавок значительно отличаются, что связано с конструктивными особенностями поршней, материалами, условиями смазки и др. третьи и последующие канавки под поршневые кольца изнашиваются незначительно.

Для цилиндрических втулок различных типов двигателей отказы из-за износа и трещин составляют (80–95)% от общего объема всех отказов. В результате эксплуатации форма цилиндрической втулки становится конической по длине и эллиптической по сечению. В зависимости от величины и места расположения дефекта необходимо выбирать соответствующую технологию ремонта.

Для крышек цилиндров двигателя трещины и износ составляют (70–85)% от всех типов отказов. На первом месте стоят дефекты по трещинообразованию крышек цилиндров. Средняя наработка на отказ крышек цилиндров составляет примерно 15 тыс. часов.

Процессы, связанные с развитием трещинообразования и износа крышек цилиндров, достаточно весомы и их необходимо учитывать при оценке долговечности деталей ЦПГ малооборотных двигателей.

Основными рабочими поверхностями выпускных клапанов двигателей подверженным дефектам в процессе эксплуатации и подлежащим ремонту и восстановлению являются уплотнительный пояс тарелки, торец и цилиндрическая поверхность штока. Средняя наработка на отказ выпускных клапанов составляет около 10–12 тыс. часов.

Для обеспечения надежности деталей ЦПГ малооборотных двигателей необходимо знать зависимость появления дефектов от времени. Известно, что износ различных деталей достигает около 70 % от всех видов дефектов [2].

В некоторых случаях износ деталей может превышать допустимый, что является опасным для дальнейшей эксплуатации. В практике эксплуатации такие случаи достигают до 50 %.

Для снижения вероятности отказов деталей ЦПГ двигателей в период эксплуатации необходимо назначать ресурс не по среднему его значению, а по гамма-процентному ресурсу. Гамма-процентный ресурс – это наработка, в течение которой детали не достигают предельного состояния с заданной вероятностью [3]. При этом необходимо учитывать значения ресурсов относительно среднего значения. Это можно получить как расчетным так и экспериментальным путем. При расчете необходимо использовать (80–90) % ресурс. Это обеспечит допустимую вероятность достижения предельного состояния деталей. Для деталей ЦПГ двигателей это такое состояние, когда их дальнейшая эксплуатация не может продолжаться из-за нарушения требований безопасности и превышения заданных параметров за установленные нормы.

Выводы

1. Сделана оценка появления характерных дефектов деталей ЦПГ малооборотных двигателей.
2. Учтена дифференциация причин отказов деталей, их процентные и временные факторы.
3. На основе анализа достаточного количества эксплуатационных данных и литературных источников деталей ЦПГ малооборотных двигателей можно прогнозировать их надежность.

Список використаних джерел

1. *Сторожев В.П. Причины и закономерности постепенных отказов основных триботехнических объектов энергетической системы судна и повышения их ресурса / В.П. Сторожев. – Одесса, 2001. – 341 с.*
2. *Сторожев В.П. Технология судоремонта : учебник для высших морских учебных заведений / В.П. Сторожев. – Херсон : ОЛДИ-ПЛЮС, 2014. – 552 с.*
3. *Ефремов Л.В. Практика инженерного анализа надежности судовой техники / Л.В. Ефремов. – Л. : Судостроение, 1980, – 178 с.*

Рецензент: Груздев В.В., к.т.н., проф., Одесский Национальный Морской Университет, г. Одесса, Украина

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ ЦПГ МАЛООБЕРТОВИХ ДВИГУНІВ

В.А. Кузнецов

На підставі статистичних даних проведено аналіз характерних дефектів деталей ЦПГ малооборотних двигунів. Запропоновані рекомендації із забезпечення надійності цих деталей.

Ключові слова: деталі ЦПГ двигуна, дефект, відмови, ремонт, довговічність

RELIABLE PARTS CPG LOW-SPEED ENGINES

V. Kusnezov

Based on statistical data analysis characteristic defects details CPG low-speed engines. Recommendations to ensure the reliability of these parts.

Keywords: CHU engine parts, defect, failure, maintenance, durability

Надійшла до редакції 02.12.2016