

К. О. Сергеев, А. А. Панкратов

Результаты диагностики подшипников качения редукторов дизель-редукторных агрегатов промысловых судов

В судовых энергетических установках со среднеоборотными дизелями получили большое распространение дизель-редукторные агрегаты (ДРА), представляющие собой совокупность дизеля, редуктора, валогенераторов и других агрегатов, которые могут приводиться от ДРА. Основой ДРА является главный редуктор, служащий для передачи крутящего момента на валовую линию с понижением частоты вращения и привода валогенераторов переменного и постоянного тока (как правило, с повышением частоты вращения в ступени редуктора). Как показывает опыт применения безразборной диагностики при определении технического состояния ДРА, наибольшее число выявленных дефектов связано с подшипниками качения редукторов. Целью работы является обнаружение основных причин выхода их из строя, определение надежности подшипниковых узлов с подшипниками качения конкретных редукторов по результатам проведенных работ, подтверждение эффективности применяемых методик. Для диагностики ДРА применяется метод, основанный на спектральном анализе огибающей высокочастотной компоненты вибросигнала. Приведены кинематические схемы ДРА шести типов редукторов промысловых судов с указанием основных входящих в них элементов. В ходе исследований рассмотрены особенности проведения работ по диагностике редукторов, проведен анализ результатов диагностики дефектных подшипников для каждого типа редуктора, указано число таких подшипников и место их установки в редукторе. Установлено, что основными причинами выхода из строя подшипниковых узлов судовых редукторов являются повышенная быстроходность валов редуктора, неудачная конструктивная схема и дефекты монтажа, приводящие к деформации наружного кольца подшипника, осевому смещению или перекосу колец.

Ключевые слова: дизель-редукторный агрегат, редуктор, безразборная диагностика, подшипники качения, огибающая, дефекты.

Введение

В состав большого числа энергетических установок рыбопромысловых и транспортных судов со среднеоборотными двигателями входят редукторы. Совместно с приводным двигателем они образуют дизель-редукторный агрегат (ДРА). В составе ДРА редуктор используется для понижения частоты вращения при передаче крутящего момента на валовую линию, для приводов валогенераторов постоянного и переменного тока и насосов судовых систем гидравлики. В конструкцию ДРА могут входить упругие или разобщительные муфты, приводы для насосов системы смазки редуктора. Будучи различными по конструктивным схемам, передаточным числам и типам используемого зацепления, они содержат обязательный элемент – подшипники.

В конструкции ДРА применяются как подшипники скольжения, так и подшипники качения. Подшипниковые узлы с подшипниками качения иногда имеют достаточно сложную конструкцию – используются схемы с несколькими различными подшипниками в одном подшипниковом узле (например, редуктор ТКГ2-0350 судна типа "Атлантик 333") [1].

Работа в условиях рынка требует от рыбной промышленности снижения затрат на производство продукции, однако интенсивное старение флота приводит к росту затрат на его эксплуатацию, что в свою очередь оказывает влияние на стоимость готовой продукции.

Одним из эффективных методов снижения затрат является переход на "ремонт по состоянию", т. е. обслуживание и ремонт судовых механизмов с учетом их реального технического состояния. По данным ЦНИИМФ, это обеспечивает снижение затрат на 20–25 % по сравнению с плановыми ремонтами. Определение технического состояния судового оборудования невозможно без применения методов безразборной диагностики, одной из задач которой является предотвращение внезапных отказов судового оборудования.

Кафедра судовых энергетических установок Мурманского государственного технического университета совместно с фирмой "ДиаМАНТ" в течение длительного времени занимается диагностикой судовых редукторов. Результатам работ по диагностике посвящен ряд публикаций, в которых рассматриваются различные аспекты диагностики технического состояния редукторов промысловых судов.

Анализ результатов диагностики более 100 редукторов показывает, что подшипники качения являются одним из наименее надежных узлов редуктора судового ДРА, при этом наиболее часто встречающимися неисправностями редукторов являются дефекты подшипников качения [2; 3].

Цель работы – выявление основных причин выхода из строя подшипников качения, определение надежности подшипниковых узлов с подшипниками качения конкретных редукторов, подтверждение эффективности применяемых методик. Полученные результаты могут быть основой для дальнейшего

совершенствования как методов технической диагностики, так и методов научного прогнозирования остаточного ресурса.

Материалы и методы

Диагностика подшипников качения редуктора судового ДРА была проведена на судах типа ПСТ проекта 1332, SL2×3000 проекта 1386 типа "Горизонт", ТКГ2-0350 проекта "Атлантик 333", MAV 90-30 проекта В-408 типа "Иван Бочков", проекта 503 типа "Альпинист", типа "Атлантик 488". Для диагностики подшипников качения редукторов ДРА применялся метод анализа огибающей высокочастотной компонент вибросигнала [4; 5].

Результаты и обсуждение

Редуктор ПСТ проекта 1332. На редукторе используются подшипники приводного вала – подшипники скольжения, промежуточного вала и вала привода валогенератора постоянного тока – подшипники качения № 23228, вала привода валогенератора переменного тока – подшипники качения № 23226. Кинематическая схема редуктора приведена на рис. 1.

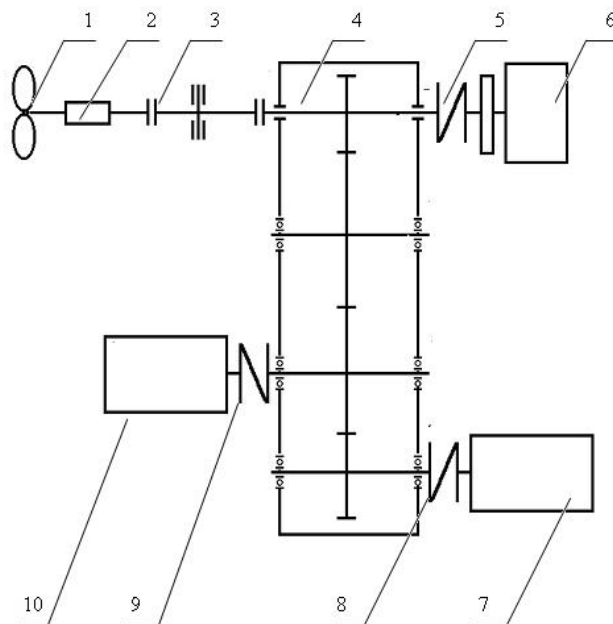


Рис. 1. Кинематическая схема ДРА:

- 1 – винт регулируемого шага (ВРШ); 2 – механизм изменения шага (МИШ); 3 – упорный подшипник;
- 4 – редуктор LS2300; 5 – муфта Вулкан EZ-283; 6 – главный двигатель (ГД);
- 7 – валогенератор переменного тока; 8 – муфта Вулкан EZ-165; 9 – муфта пальцевая A630TGL;
- 10 – валогенератор постоянного тока [1]

Fig. 1. Kinematic scheme of the diesel-reducer unit:

- 1 – the adjustable pitch screw; 2 – the step change mechanism; 3 – the persistent bearing;
- 4 – reducer LS2300; 5 – coupling Vulcan EZ-283; 6 – the main engine (ME); 7 – the alternating current generator;
- 8 – coupling Vulcan EZ-165; 9 – coupling bolt A630TGL; 10 – the direct current generator

В ходе исследований продиагностировано 24 редуктора. Выявлено 14 дефектных подшипников: 4 на валу привода валогенератора постоянного тока (3 подшипника с кормовой стороны), 10 на валу привода валогенератора переменного тока (6 подшипников с кормовой стороны). Значительное количество дефектов подшипников привода валогенератора переменного тока, как можно предположить, объясняется большей частотой вращения этого вала (1 500 об/мин) по сравнению с валом привода валогенератора постоянного тока – 1 000 об/мин.

Редуктор SL2×3000 судов проекта 1386 типа "Горизонт". Редуктор содержит подшипники приводного вала – подшипник качения № 23164 со стороны дизеля и № 23160 со стороны разобщительной муфты; подшипники привода валогенераторов, для валов разобщительных муфт и гребного вала использованы подшипники скольжения.

Особенность редуктора заключается в том, что кормовой подшипник ведущего вала работает только тогда, когда мощность передается на валогенератор без подключения валовой линии. При передаче

мощности на гребной вал подшипник служит опорой для вала. Его внутреннее кольцо не вращается относительно наружного. Кинематическая схема редуктора приведена на рис. 2.

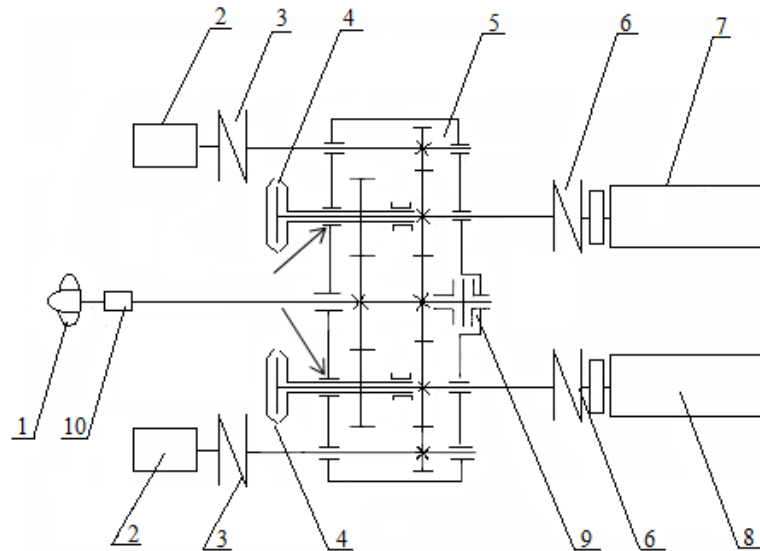


Рис. 2. Кинематическая схема ДРА судов проекта 1386:

1 – ВРШ; 2 – валогенератор переменного тока; 3 – муфта Вулкан EZ-195; 4 – разобщительная муфта Вулкан – Меслу; 5 – редуктор SL2×3000; 6 – муфта Вулкан EZ-359; 7 – левый дизель; 8 – правый дизель; 9 – упорный подшипник; 10 – МИШ [1]

Fig. 2. Kinematic scheme of the DRU, ships of project 1386:

1 – the adjustable pitch screw; 2 – the alternating current generator; 3 – coupling Vulcan EZ-195; 4 – Vulkan – Maslu dissociative coupling; 5 – reducer SL2×3000; 6 – coupling Vulcan EZ-359; 7 – the left diesel engine; 8 – the right diesel engine; 9 – the thrust bearing; 10 – the step change mechanism

В процессе работы продиагностировано 16 редукторов: выявлено 19 дефектных подшипников. Дефекты диагностировались на подшипниках приводного вала, причем исключительно на подшипнике полого вала (на схеме обозначен стрелкой). Наличие дефекта на подшипнике объясняется особенностями его работы. Вращение подшипника происходило только при работе главного двигателя на валогенератор с отключенной валовой линией. При работе на валовую линию или на валовую линию и валогенератор подшипник не вращается и служит неподвижной опорой для приводного вала. В результате на поверхности наружного кольца появляется дефект (вмятина), который и обнаруживался в спектре вибросигнала.

В ходе исследований обнаружено: с наработки примерно в 80 тыс. часов дефект подшипника на траулере МА-0068 "Командарм Щербаков" отслеживался с интервалом в 6 месяцев работы судна. При этом в течение почти пяти лет с момента первого обнаружения развития дефекта подшипника не происходило. Данное обстоятельство требует дальнейшего исследования.

Редуктор TKG2-0350 судов проекта "Атлантик 333". Особенностью редуктора является сложная конструкция кормовых подшипниковых узлов приводного (от дизеля) вала. Узел включает в себя три подшипника качения: роликовый подшипник № 22228 АМВ и два шариковых (тандем) радиально-упорных подшипника Q228МВ. Подшипник приводного вала со стороны двигателя – роликовый № 22228 АМВ; подшипники промежуточных валов и валовой линии – подшипники скольжения. Кинематическая схема редуктора приведена на рис. 3.

Всего продиагностировано 35 редукторов: выявлено 8 дефектных подшипников, причем 6 дефектов обнаружены на кормовых подшипниковых узлах ведущего вала и два – на подшипниковом узле со стороны двигателя. Большая часть дефектов кормового узла обнаружена на шариковых подшипниках Q228МВ (пять из шести).

Редуктор MAV 90-30 судов проекта В-408 типа "Иван Бочков". На редукторе установлены подшипники качения, за исключением подшипников валовой линии. Подшипники приводного вала № 22264А, промежуточных валов (носовые и кормовые) № 23030А, подшипники привода валогенераторов постоянного тока – № 22222. Подшипник верхнего вала привода валогенератора переменного тока – с носовой стороны и № 22326 – с кормовой. Особенностью редуктора является наличие разобщительной муфты в приводе валогенератора переменного тока (М верх.), включающей в свой состав роликовые двухрядные подшипники

качения № 20024 и муфты отключения валогенераторов постоянного тока с подшипниками 6024 (6024MA3C). Кинематическая схема редуктора приведена на рис. 4.

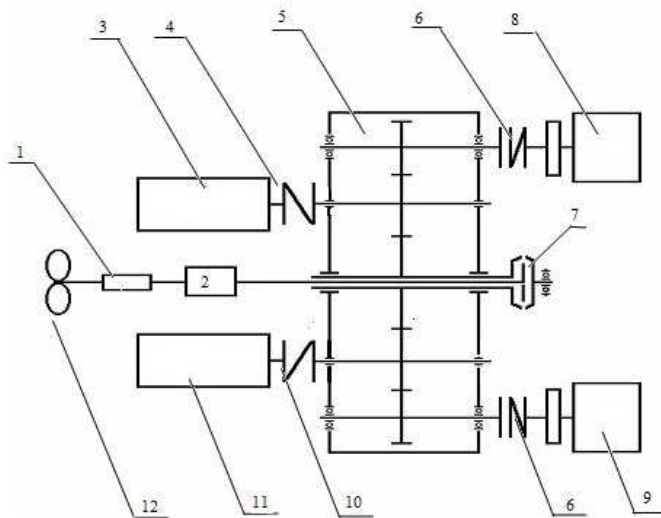


Рис. 3. Кинематическая схема ДРА МТС типа "Атлантик 333":

- 1 – МИШ; 2 – упорный подшипник; 3 – валогенератор переменного тока; 4 – упругая муфта;
5 – редуктор; 6, 7, 10 – разобщительная муфта; 8 – ГД левый; 9 – ГД правый;
11 – валогенератор постоянного тока; 12 – ВРШ [1]

Fig. 3. Kinematic scheme of the DRU, ships of the "Atlantic 333" type:

- 1 – the step change mechanism; 2 – the persistent bearing; 3 – the alternating current generator;
4 – the elastic coupling; 5 – the reducer; 6, 7, 10 – the uncoupling coupling; 8 – the ME left; 9 – the ME right;
11 – the direct current generator; 12 – the adjustable pitch screw

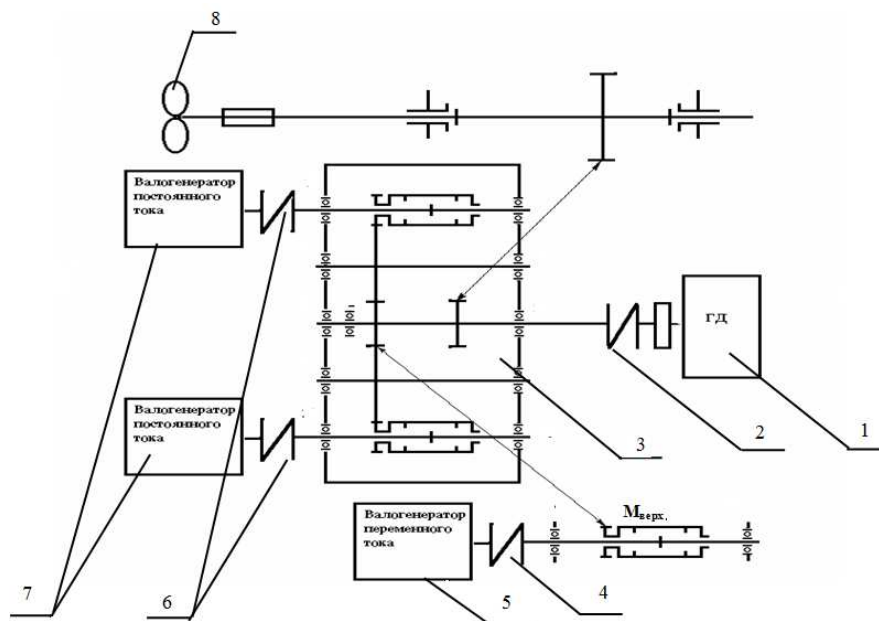


Рис. 4. Кинематическая схема ДРА БМРТ типа "Иван Бочков":

- 1 – ГД; 2 – муфта Вулкан EZ-275S; 3 – редуктор MAV 90-30; 4 – муфта Вулкан EZ-135S;
5 – валогенератор переменного тока; 6 – муфта Вулкан EZS 115S; 7 – генератор постоянного тока;
8 – ВРШ [1]

Fig. 4. Kinematic scheme of the DRU, ships of the "Ivan Bochkov" type:

- 1 – the ME; 2 – coupling Vulcan EZ-275S; 3 – reducer MAV 90-30; 4 – coupling Vulcan EZ-135S;
5 – the alternating current generator; 6 – coupling Vulcan EZS 115S; 7 – the direct current generator;
8 – the adjustable pitch screw

В ходе исследований продиагностировано 16 редукторов: выявлено 14 дефектных подшипников. На подшипниках верхнего вала (привод валогенератора переменного тока) обнаружено 6 дефектов, причем на одном из подшипников выявлен дефект монтажа (так называемый перенатяг), вызванный нарушением геометрической формы посадочного места.

На подшипниковых узлах привода валогенераторов постоянного тока обнаружено 5 дефектов (на одном – дефект посадочного места), на промежуточном валу обнаружено 2 дефекта и один – на кормовом узле ведущего вала.

Подшипники муфты верхнего вала (вал привода валогенератора переменного тока) и разобщительных муфт валогенераторов постоянного тока вращаются вместе с валами, и измерить их вибрацию непосредственно на корпусе муфт невозможно. Не удалось получить информацию о состоянии подшипников вращающихся в составе муфт из вибросигнала с опорных подшипников валов при применяемых методах обработки вибросигнала.

Редуктор судов проекта 503 типа "Альпинист" включает в себя два редуктора: главный – типа "Киев", предназначенный для снижения частоты вращения и передачи на валовую линию крутящего момента, и раздаточный – для привода валогенераторов переменного и постоянного тока. Подшипники главного редуктора – подшипники скольжения за исключением ступени передачи мощности на муфту, передающую крутящий момент на раздаточный редуктор через разобщительную муфту 14. На выходном валу (к которому также подключен насос для смазки редуктора 15) установлены подшипники качения № 7624А. На входном валу раздаточного редуктора, к которому подключен валогенератор переменного тока 8, установлены подшипники № 7526М. На промежуточных валах – подшипники № 2817, а на выходном валу к валогенератору постоянного тока 10 – подшипники № 7324. Кинематическая схема редуктора приведена на рис. 5.

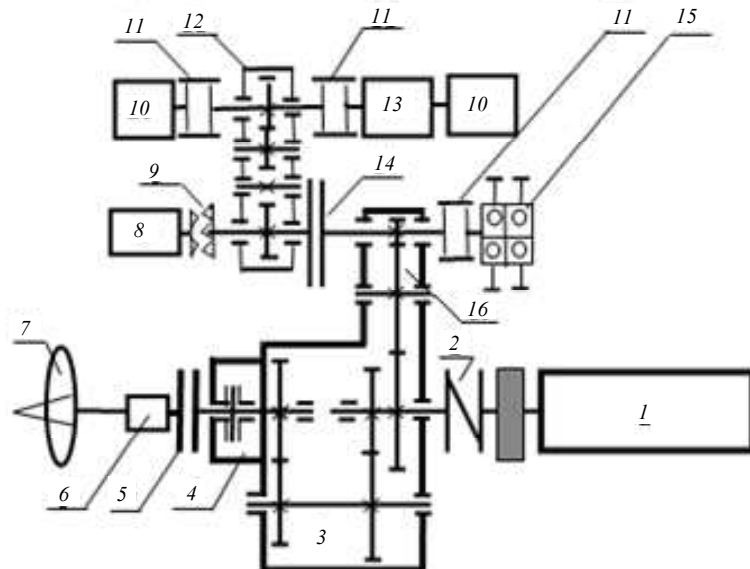


Рис. 5. Кинематическая схема ДРА СТР типа "Альпинист":

- 1 – ГД; 2 – упругая муфта; 3 – главный редуктор "Киев"; 4 – упорный подшипник; 5 – шинно-пневматическая разобщительная муфта; 6 – МИШ; 7 – ВРШ; 8 – генератор переменного тока; 9 – кулачковая упругая муфта; 10 – валогенератор постоянного тока; 11 – зубчатая разобщительная муфта; 12 – раздаточный редуктор; 13 – асинхронный электромотор; 14 – электромагнитная разобщительная муфта; 15 – насос смазки главного редуктора [1]

Fig. 5. Kinematic scheme of the DRU, ships of the "Alpinist" type:

- 1 – the ME; 2 – the elastic coupling; 3 – the main reducer "Kiev"; 4 – the persistent bearing; 5 – the tire-pneumatic release coupling; 6 – the step change mechanism; 7 – the adjustable pitch screw; 8 – the alternating current generator; 9 – the cam elastic collar; 10 – the direct current generator; 11 – the serrated disconnect coupling; 12 – the distributing reducer; 13 – the asynchronous electric motor; 14 – the electromagnetic disconnection clutch; 15 – the lubrication pump of the main reducer

При проведении исследований продиагностировано 27 главных редукторов и 21 раздаточный редуктор. На главном редукторе выявлено 4 дефектных подшипника, все на выходном валу передачи мощности на раздаточный редуктор со стороны электромагнитной муфты. На раздаточных редукторах выявлено 8 дефектных подшипников: 4 на валу валогенератора переменного тока и 4 на промежуточном валу (перед валом отбора мощности на генераторы постоянного тока и асинхронный электромотор).

Редуктор судов типа "Атлантик 488" [6]. Подшипники качения установлены на ведущих (от ГД) валах и приводах валогенераторов переменного тока. Кинематическая схема редуктора приведена на рис. 6.

Всего диагностировано 10 редукторов. При этом выявлено 5 дефектных подшипников. Все дефекты обнаружены на валах привода валогенераторов переменного тока.

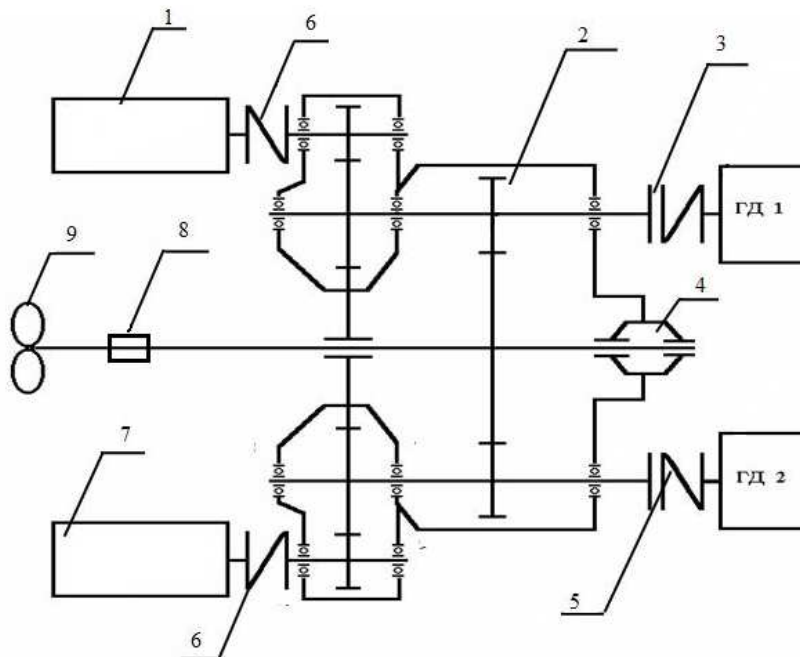


Рис. 6. Кинематическая схема ДРА судна проекта "Атлантик 488":

- 1 – валогенератор переменного тока DGFSO 1421-6; 2 – понижающий редуктор 10АО-2Х1400Х3,921;
3, 5 – сцепная муфта КАР 340; 4 – упорный подшипник; 6 – эластичная муфта НЕК 180 W-2-2;
7 – валогенератор переменного тока DGFSO 1421-6; 8 – МИШ; 9 – ВПШ [6]

Fig. 6. Kinematic scheme of the DRU of the Atlantic 488 vessel:

- 1 – alternating current generator DGFSO 1421-6; 2 – reducing reduction gear 10AA-2X1400X3,921;
3, 5 – clutch coupling KAP 340; 4 – the persistent bearing; 6 – flexible coupling HEK 180 W-2-2;
7 – alternating current generator DGFSO 1421-6; 8 – the step change mechanism; 9 – the adjustable pitch screw

На судне МА-1823 "Василий Лозовский" дефект на подшипнике (вал привода валогенератора, узел со стороны противоположной муфте) был выявлен всего через 6 месяцев после замены предыдущего дефектного подшипника в том же подшипниковом узле. Причина – нарушение геометрической формы посадочного места в корпусе редуктора.

Проведенный анализ позволяет определить вероятность предупреждения отказов подшипников качения редукторов ДРА промысловых судов. Она рассчитывается по формуле [5]

$$\varphi(t_{cy}) = \frac{N_j}{m_y \cdot N_u},$$

где $\varphi(t_{cy})$ – вероятность предупреждения отказов данного вида; N_j – суммарное число деталей (подшипников), которые были заменены для предотвращения отказа; m_y – число подконтрольных изделий (редукторов), прошедших ремонт; N_u – число деталей (подшипников) в одном изделии (редукторе).

За число деталей принималось число подшипников либо аналогичных забракованному, либо работающих в аналогичных условиях. Величина допустимого значения $\varphi_{доп}$ с учетом опасности отказа принята равной 0,2 [7]. Результаты выполненных исследований сведены в таблицу.

Таблица. Результаты диагностики ДРА редукторов промысловых судов
Table. Results of diagnostics of gearbox DRU of fishing vessels

Тип судна	Допустимая вероятность, $\varphi_{доп}$	Вероятность предупреждения отказов данного вида, $\varphi(t_{cy})$	Число подшипников, подлежащих замене, N_j	Число редукторов, на которых были выявлены неисправные подшипники, m_y	Число подшипников в одном редукторе, N_u
ПСТ проекта 1332	0,2	0,15	14	24	4
БАТ проекта 1386 типа "Горизонт"	0,2	0,30	19	16	4

ТСМ проекта "Атлантик 333"	0,2	0,06	8	35	4
БМРТ проекта В-408 типа "Иван Бочков"	0,2	0,11	14	16	8
СТР проекта 503 типа "Альпинист", главный редуктор	0,2	0,07	4	27	2
СТР проекта 503 типа "Альпинист", раздаточный редуктор	0,2	0,05	8	21	8
БАТ проекта "Атлантик 488"	0,2	0,13	5	10	4

Заключение

Метод диагностики подшипников качения по анализу спектра огибающей высокочастотной компонент вибросигнала многократно доказал свою информативность и надежность: за время применения не было пропущено ни одного дефекта, который мог бы привести к выходу редуктора из строя.

В целом вероятность предупреждения отказа (даже с учетом замены забракованных подшипников) оказывается меньше допустимого значения, равного 0,2, что подтверждает целесообразность проведения вибродиагностики для предупреждения внезапных отказов, безусловно, не исключая и применения других методов диагностики редукторов ДРА [8].

Большинство дефектных подшипников обнаружены на быстроходных валах редукторов (с частотами вращения 1500 об/мин и выше). Кроме того, причинами выхода из строя подшипниковых узлов являются недостаточно продуманная конструкция редуктора, когда на неподвижный подшипник действуют постоянные усилия, вызывающие эффект бриннелирования (проект 1386 и В-408), и дефекты монтажа подшипников, приводящие к перекосам или чрезмерному натягу подшипников в подшипниковых узлах (проект "Атлантик 488", В-408).

Наличие подшипниковых узлов с подшипниками качения в подвижных разобщительных муфтах редукторов требует разработки методики диагностики технического состояния подшипников косвенными методами, так как установка датчика для измерения вибросигнала на такие узлы невозможна.

Результаты исследования показывают, что в целом подшипниковые узлы с подшипниками качения главных и раздаточных редукторов ДРА промысловых судов достаточно надежны в эксплуатации.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, проект № ГР АААА-А17-117032210044-9.

Библиографический список

1. Анцевич А. В., Егоров П. К., Зуев А. В., Пимошенко А. П., Серебров А. Н. Дизель-редукторные агрегаты рыбопромысловых судов. Мурманск : Мурманское кн. изд-во, 1983. 157 с.
2. Сергеев К. О., Панкратов А. А. Результаты безразборной диагностики главных редукторов дизель-редукторных агрегатов промысловых судов // Рыбное хозяйство. 2017. № 1. С. 88–90.
3. Жуков А. С., Сергеев К. О. Проблемы перевода редукторов дизель-редукторных агрегатов на ремонт по состоянию // Эксплуатация морского транспорта. 2012. № 4 (7). С. 45–50.
4. Голуб Е. С., Мадорский Е. З., Розенберг Г. Ш. Диагностирование судовых технических средств : справочник. М. : Транспорт, 1993. 150 с.
5. Барков А. В., Баркова Н. А., Азовцев А. Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. СПб. : Севзапучцентр, 2013. 158 с.
6. Сергеев К. О., Жуков А. С. Опыт применения безразборной диагностики для определения технического состояния редукторов судов типа "Атлантик 488" // Рыбное хозяйство. 2013. № 6. С. 95–97.
7. Ефремов Л. В., Черняховский Э. Р. Надежность и вибрация дизельных установок промысловых судов. М. : Пищевая пром-сть, 1980. 232 с.
8. Корнейчук В. А. Диагностика главного судового редуктора // Научные труды Дальрыбвтуза. 2012. № 26. С. 73–81.

References

1. Antsevich A. V., Egorov P. K., Zuev A. V., Pimoshenko A. P., Serebrov A. N. Dizel-reduktornyie agregaty ryibopromyislovyih sudov [Diesel gearbox units of fishing vessels]. Murmansk : Murmanskoe kn. izd-vo, 1983. 157 p.
2. Sergeev K. O., Pankratov A. A. Rezultaty bezrazbornoy diagnostiki glavnyih reduktorov dizel-reduktornyih agregatov promyislovyih sudov [The results of undismantling diagnostics of the main reducers of diesel-reducer units of fishing vessels] // Ryibnoe hozyaystvo. 2017. N 1. P. 88–90.
3. Zhukov A. S., Sergeev K. O. Problemyi perevoda reduktorov dizel-reduktornyih agregatov na remont po sostoyaniyu [The problems of transferring reducers of diesel-reducer units for repair according to their state] // Ekspluatatsiya morskogo transporta. 2012. N 4 (7). P. 45–50.
4. Golub E. S., Madorskiy E. Z., Rozenberg G. Sh. Diagnostirovanie sudovyih tehniceskikh sredstv [Diagnostics of ship technical means] : spravochnik. M. : Transport, 1993. 150 p.
5. Barkov A. V., Barkova N. A., Azovtsev A. Yu. Monitoring i diagnostika rotornyih mashin po vibratsii [Monitoring and diagnostics of rotary machines by vibration]. SPb. : Sevzapuchtsentr, 2013. 158 p.
6. Sergeev K. O., Zhukov A. S. Opyit primeneniya bezrazbornoy diagnostiki dlya opredeleniya tehniceskogo sostoyaniya reduktorov sudov tipa "Atlantik 488" [Experience of application of undismantling diagnostics for determining the technical state of reducers of vessels of the Atlantic 488 type] // Ryibnoe hozyaystvo. 2013. N 6. P. 95–97.
7. Efremov L. V., Chernyahovskiy E. R. Nadezhnost i vibratsiya dizelnyih ustanovok promyislovyih sudov [Reliability and vibration of diesel plants]. M. : Pischevaya prom-st, 1980. 232 p.
8. Korneychuk V. A. Diagnostika glavnogo sudovogo reduktora [Diagnostics of the main marine gearbox] // Nauchnyie trudy Dalryibvtuza. 2012. N 26. P. 73–81.

Сведения об авторах

Сергеев Константин Олегович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент; e-mail: keptr@rambler.ru

Sergeev K. O. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: keptr@rambler.ru

Панкратов Андрей Адольфович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, канд. техн. наук, доцент; e-mail: pankratovaa@mstu.edu.ru

Pankratov A. A. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor; e-mail: pankratovaa@mstu.edu.ru

K. O. Sergeev, A. A. Pankratov

Fishing vessels' rolling bearings reducers of diesel-reducer units: The diagnostics' results

In marine power plants with medium-speed diesels, diesel-reducer units (DRU) being a combination of diesel, gearbox, shaft-generators and other aggregates that can be driven from DRU have become very popular. The basis of the DRU is the main gearbox, which serves to transfer torque to the gross line with a reduction in the speed and drive of the variable speed and alternating current generators (usually with an increase in the speed of rotation in the gear stage). Structural schemes where for the drive of shaft generators, hydraulic pumps, etc. a separate gear reducer is used driven from the main gearbox or directly from the engine have found application as well. The greatest number of revealed defects is associated with the rolling bearings that are part of the gearbox bearing assemblies, as experience in the application of non-dismantling diagnostics for the determination of the technical condition of the DRU gearboxes has shown. For diagnostics of rolling bearings, the method of vibration diagnostics is used based on the spectral analysis of the envelope of the high-frequency component of the vibration signal. The paper presents kinematic schemes of DRU of six types of fishing vessels' gearboxes with the designation of the main elements included into them. The features of the work on reducers' diagnostics have been described; the analysis of rolling bearing diagnostics for each type of gearbox has been carried out; the number of revealed defective bearings and their location in the gearbox have been indicated. Conclusions have been made about the possible causes for the rolling bearings' failure: increased speed of gear shafts, an unsuccessful design scheme, inadequate initial load capacity of the bearing or its incorrect installation leading to deformation of the bearing outer ring, axial displacement or skewing of the rings.

Key words: diesel-reducer unit, reducer, non-dismantling diagnostics, rolling bearings, envelope, defects.