

## ДАнные РЕГИСТРА ЛЛОЙДА ПО ОТКАЗАМ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ НА ДИЗЕЛЯХ МОРСКОГО ФЛОТА

Г.Е. Ципленкин, к.т.н., В.И. Иовлев, к.т.н.  
ООО «ТУРБОКОМ»

Анализ отказов комплектующих агрегатов и деталей судовых дизелей показывает, что, наряду с коленчатым валом и шатуном, турбокомпрессор характеризуется наиболее частой заменой компонентов. По данным Регистра Ллойда общая тенденция надежности судовых дизелей характеризуется следующим соотношением количества отказов турбокомпрессора к общему количеству отказов двигателя: 22 % — для малооборотных; 11 % — для среднеоборотных и 4 % — для высокооборотных дизелей соответственно.

Регистр Ллойда (LR) является одним из ведущих международных классификационных обществ, устанавливающих технические правила и инструкции для классификации судов и установленного оборудования, включая двигатели и турбокомпрессоры. Правила LR [1] для дизелей и турбокомпрессоров соответствуют единым требованиям Международной Ассоциации Классификационных Обществ (МАКО). Регистр Ллойда собирает по всему миру и анализирует технические данные по отказам элементов судового оборудования начиная с 1958 г. Информационная база данных заполняется по результатам анализа выявленных неисправностей и управляется средствами электронной сортировки.

Весь перечень оборудования судна перекрыт числовыми индексами от 1 до 40, в частности турбокомпрессорам присвоен индекс 17. Имеющиеся в базе данные могут быть проанализированы по фирме-изготовителю, модели, компонентам, неисправностям или другим категориям. Кроме того, имеется возможность проанализировать причины замены агрегата или детали, обусловленные повреждением, плановым текущим ремонтом или запросом потребителя.

Данные, внесенные в базу, проанализированные за 10-летний период до октября 2008 г. по главным судовым четырех- и двухтактным двигателям, а также вспомогательным дизелям, позволяют выделить наиболее повторяющиеся замены комплектующих агрегатов и деталей, среди которых лидирует и турбокомпрессор (рис. 1).

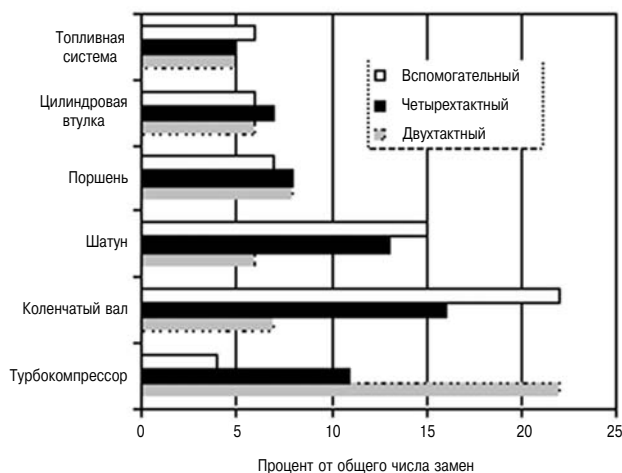


Рис. 1. Данные LR по замене комплектующих за 10-летний период на судовых дизелях

Представительность выборки двигателей, по которой выполнен анализ заменяемых узлов и деталей, представлена в таблице.

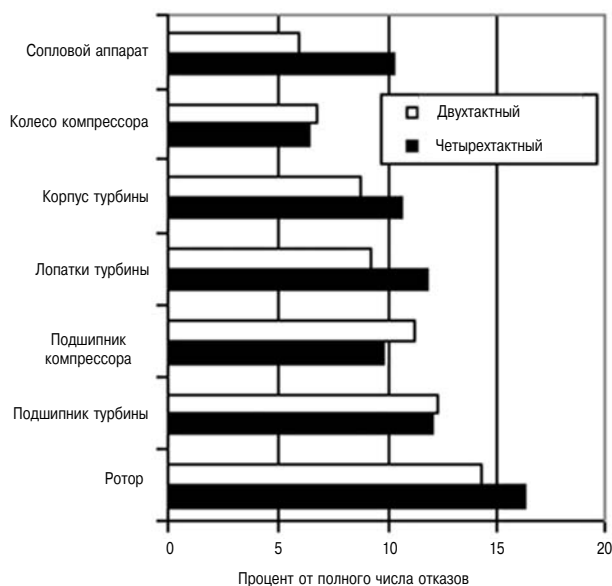
Отказы турбокомпрессоров на двух- и четырехтактных главных судовых дизелях были распределены по 19 позициям. Отказы турбокомпрессоров вспомогательных двигателей по отдельным компонентам не анализировались, так как они составляли небольшую часть от общего количества отказов (менее 5 %).

Замена неповрежденных компонентов турбокомпрессоров выполнялась по запросам потребителя в соответствии с рекомендациями изготовителя по инструкции на обслуживание или в ходе запланированных текущих ремонтов. Всего было выполнено 548 и 744 замен деталей при 1094 и 888 отказах соответственно на двух-

Таблица

Представительность выборки, подвергнутых анализу двигателей

Тип двигателя	Количество агрегатов, шт.	Число замен комплектующих, шт.	Средний интервал обслуживания, год
Главный судовый двухтактный	4993	7581	5,85
Главный судовый четырехтактный	12 003	14 898	5,81
Вспомогательные	37 466	13 884	5,81

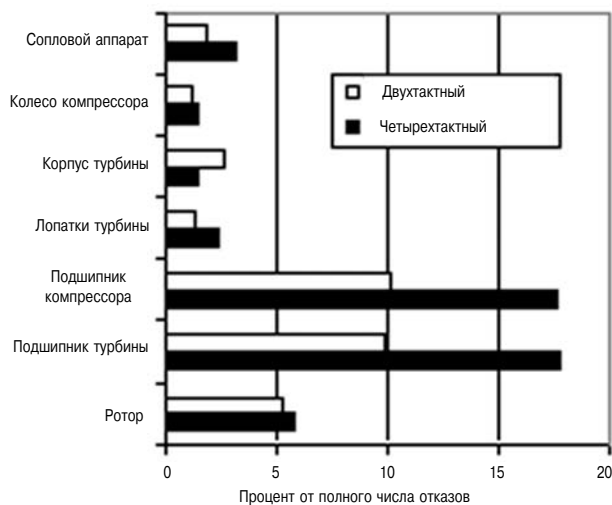


**Рис. 2. Статистика отказов по компонентам турбокомпрессоров**

и четырехтактных дизелях в течение 10-летнего периода. Наиболее часто повторяющиеся отказы по роторам составили 14 и 16 %, по подшипникам турбины — 12 и 12 % и подшипникам компрессора — 11 и 10 % (рис. 2).

К другим типичным дефектам компонентов ТК относятся корпус турбины, лопатки турбины и сопловой аппарат турбины. Для четырехтактных двигателей дефектные детали составляют больший процент по сравнению с двухтактными, что, вероятно, связано с более высокой температурой отработавших газов, вызывающей возникновение трещин из-за цикловой тепловой нагрузки усталости материала.

Для подшипников компрессора и турбины (рис. 3), замена деталей составляла 10 и 18 % от полного количества отказов турбокомпрессоров на двух и четырехтактных двигателях соответствен-



**Рис. 3. Статистика замен неповрежденных деталей турбокомпрессора**

но. Таким образом, частота замен неповрежденных подшипников турбины и компрессора на двухтактном двигателе была примерно такая же, как и поврежденных, а для четырехтактных двигателей замена неповрежденных подшипников существенно превышает замену поврежденных.

Общая тенденция надежности судовых дизелей характеризуется следующим соотношением количества отказов турбокомпрессора к общему количеству отказов двигателя: 22 % — для малооборотных; 11 % — для среднеоборотных и 4 % — для высокооборотных дизелей соответственно. Это наводит на мысль, что небольшого размера серийно изготовленные турбокомпрессоры для быстроходных двигателей более надежны по сравнению с агрегатами, устанавливаемыми на среднеоборотные и тихоходные судовые дизели.

Срок службы малоразмерных турбокомпрессоров отличается от турбокомпрессоров большого размера. Малоразмерные турбокомпрессоры разрабатываются как безремонтные агрегаты, рассчитанные на ресурс двигателя, особенно в случае автомобильных турбокомпрессоров (В действительности это не совсем так. Турбокомпрессор и на автомобильном двигателе имеет ресурс меньший, чем ресурс двигателя, поэтому потребителю выгоднее отремонтировать турбокомпрессор, если стоимость качественного ремонта меньше стоимости нового ТК.)

Некоторые детали больших турбокомпрессоров (подшипники, рабочие колеса, уплотнения и др.) имеют ограниченный усталостный ресурс и после определенной наработки должны быть заменены, чтобы гарантировать непрерывность работы. Это требует в большинстве случаев разборки турбокомпрессора для замены одной или большего количества деталей и повторной сборки турбокомпрессора. В результате регулярных переборок агрегата случайные дефекты в больших турбокомпрессорах проявляются чаще.

Детали больших турбокомпрессоров испытывают более высокие вибрационные нагрузки из-за больших поверхностей, подвергнутых воздействию давления, и более высокие инерционные нагрузки от вращающихся масс, по сравнению с турбокомпрессорами малого размера при аналогичных степенях повышения давления. Вследствие этого низкочастотные колебания в опорах и соединительных патрубках могут возбуждаться с большими амплитудами.

Высокочастотные вибрации от сил дисбаланса ротора, связанные с загрязнением турбины и сопловой аппаратуры турбокомпрессора, которые могут привести к повреждению подшипников, более вероятны на двухтактных малооборотных дизелях из-за низкого качества тяжелого топлива.

**Заключение**

Анализ отказов комплектующих агрегатов и деталей судовых дизелей показывает, что наряду с коленчатым валом и шатуном турбокомпрессор требует наиболее частой замены компонентов. Наибольшее количество турбокомпрессоров главных судовых дизелей приходится на роторы (14–16 %) и подшипники (22 %). Для четырехтактных двигателей количество дефектных деталей составляют несколько больший процент, по сравнению с двухтактными, что связано с более высокой температурой отработавших газов. Частота замен неповрежденных подшипников турбокомпрессоров, установленных на двухтакт-

ных двигателях, примерно такая же, как и поврежденных (10 %), в то время как для четырехтактных двигателей частота замен неповрежденных подшипников существенно превышает замену поврежденных (18 %).

**Литература**

1. Lloyd's Register, «RULES AND REGULATIONS FOR THE CLASSIFICATION OF SHIPS», Part 5—Main and Auxiliary Machinery, — Chapter 2. — June. 2009.
2. Kian Banisoleiman, Joe Stainsby. Some Reliability Trends and Operating Issues related to Exhaust Gas Turbochargers and Diesel Engine Crankshaft & Running Gear in the Marine Industry — A Classification Society View. Paper № 53. — CIMAC 2010. — Bergen.

**ЮБИЛЕЙ!**

# Льву Анатольевичу 60 лет Новикову

*4 февраля 2012 года исполнилось 60 лет*

*Новикову Льву Анатольевичу, к.т.н., с.н.с., генеральному директору  
Центра исследований и испытаний двигателей  
(ООО «ЦНИДИ-Экосервис»),*

*главному редактору научно-технического журнала «Двигателестроение»*

Новиков Л.А. после окончания Ленинградского политехнического института (ЛПИ) им. М.И. Калинина получил диплом инженера-механика по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» в 1975 г. и был направлен по распределению в научно-исследовательский институт ВНИИТРАНСМАШ (Ленинград). В 1978 г. поступил в очную аспирантуру при Центральном научно-исследовательском дизельном институте (ЦНИДИ), и в 1986 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию. В 1991 г. руководил сначала лабораторией, затем отделом малотоксичных силовых установок в ЦНИДИ, развивая научные направления — численное моделирование кинетики образования вредных веществ при горении различных топлив в двигателях, разработка технологий материалов и оборудования для очистки газов, создание экологически безопасных установок с двигателями.

В 1992 г., после полного прекращения финансирования научных отделов института, создал и возглавил коммерческую научно-производственную фирму «Экология» по производству газоаналитических приборных комплексов для контроля выбросов транспорта и научных исследований. В 2004 г. зарегистрировал научно-исследовательский и испытательный центр (ООО «ЦНИДИ-Экосервис») со специализацией — сертификация ДВС на соответствие требованиям Российских и международных стандартов по показателям вредных выбросов, получивший аккредитацию в системе МАКО. Техническая компетентность испытательного подразделения центра признана Классификационными обществами России, Германии, Франции, Норвегии, Великобритании, Китая, Европейского бюро «TUF NORD».

С 2005 г. Новиков Л.А. — издатель и главный редактор научно-технического журнала «Двигателестроение», внесенного в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ. Издательскую и научно-просветительскую работу успешно совмещает с преподаванием теории ДВС на кафедре ДЭУ в Военном инженерно-техническом институте (ВИТИ — филиал Академии тыла и транспорта).

По основной научной специализации Лев Анатольевич опубликовал более 100 научных трудов, получил пять авторских свидетельств на изобретения и три патента РФ на способы и устройства для очистки отработавших газов двигателей. Он автор и разработчик пяти действующих Государственных стандартов (ГОСТ Р), регламентирующих выбросы вредных веществ судовых, тепловозных и промышленных дизелей, нормативных документов Российского Морского Регистра судоходства по контролю выбросов с судов.

*Редакция и редакционная коллегия научно-технического журнала «Двигателестроение» поздравляют своего  
Главного редактора с юбилеем, желают ему крепкого здоровья, плодотворного и успешного служения делу  
развития отечественного двигателестроения.*

