

УДК 656.085:656.086:629.5.06: 621.431.74

Калугин В.Н.  
ОНМА

## **АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И ПРИЧИН ОТКАЗОВ СУДОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

Анализ информации о результатах эксплуатации судовых технических средств (СТС) является важным каналом обратной связи, который влияет на СТС на всех стадиях их жизненного цикла при реализации процессов проектирования, изготовления и эксплуатации. Кроме того он позволяет вносить соответствующие корректировки с целью обеспечения требуемых показателей надежности СТС. На его основании формируется база данных о количественных характеристиках надежности СТС, трудоемкости технического обслуживания и ремонта (ТО и Р), движении сменно-запасных деталей и др.

Качественный анализ показателей надёжности позволяет: устанавливать степень влияния отказов и повреждений СТС на работоспособность отдельных агрегатов, систем и судна в целом; выявлять наименее надежные компоненты судовой техники; определить объем, стоимость и периодичность ТО и Р; установить комплекс мер, решение которых позволит обеспечить надлежащий уровень работоспособности СТС.

Количественный анализ информации о надежности даёт возможность определить фактический уровень надежности СТС. При оценке количественных характеристик, основными величинами, которые используются в расчетах, являются: количество отказов за выбранный временной интервал, наработка до отказа, относительные показатели отказов и др.

Исследования, посвящённые анализу показателей надежности СТС, проводятся классификационными обществами, страховыми компаниями и другими организациями.

Классификационным обществом Великобритании, Lloyd's Register (LR) создана системная информационная база данных о надежности СТС, которая формируется на основе технических отчетов сюрвейеров [1]. Информационная база данных системы включает анализ неисправностей, которые вызвали отказы СТС, классификацию и причины характерных отказов, для всех судов находящихся под наблюдением LR.

Шведской страховой компанией - Swedish Club (SC) проводится анализ страховых исков о возмещении убытков вызванных авариями и аварийными событиями с судами, причинами которых являются отказы СТС [2, 3]. Основная цель этих исследований заключается в сокращении частоты отказов СТС и главных двигателей (ГД), а также степени тяжести их последствий. В настоящее время SC является одной из ведущих мировых страховых компаний в морском судоходстве, предлагающая различные схемы страхования. Для целей анализа надёжности СТС интерес представляет возмещение убытков по виду страхования «Hulls and Machinery» (H&M), - страхование корпуса судна, механизмов и оборудования судов.

На 1-ое сентября 2005, в SC было зарегистрировано 1459 судов, а на 01 сентября 2012 года было зарегистрировано 1484 судна принятых в SC по виду страхования H&M.

В таблице 1 приведены количественные показатели аварий и аварийных происшествий с судами в соответствии с исковыми требованиями предъявленные в SC, связанные с авариями и аварийными событиями по страховым обязательствам H&M за 6-летний период с 1998 по 2004 годы, и последующий 7-летний период с 2005 по 2011 годы.

Таблица 1. Количество аварий и аварийных происшествий, связанных с корпусом, механизмами и оборудованием судов - H&M

Категории аварий и аварийных происшествий с судами - H&M	1998÷2004г.г.		2005 - 2011г.г.	
	Общее количество	Относительное количество, %	Общее количество	Относительное количество, %
Машины и механизмы	558	45,1	982	50,6
Контакт корпуса судна	172	13,9	228	11,8
Посадка на мель	133	10,7	228	11,8
Столкновения	130	10,5	244	12,6
Плохие погодные условия	83	6,7	63	3,2
Пожары и взрывы	24	1,9	34	1,7
Другие причины	138	11,2	162	8,3
<b>Всего</b>	<b>1238</b>	<b>100</b>	<b>1941</b>	<b>100</b>

Таблица 2. Затраты по возмещению исковых требований в результате аварий и аварийных происшествий с судами за 1998 – 2004 г.г. по виду страхования Н&М

Категории аварий и аварийных происшествий с судами - Н&М	Общие затраты, USD	Средние затраты, USD	Относительные затраты, %
Машины и механизмы	179.968.394	322.524	31,3
Контакт корпуса судна	48.866.587	284.108	8,5
Посадка на мель	69.099.640	519.546	12,0
Столкновения	154.598.885	1.189.222	26,9
Плохие погодные условия	29.818.203	359.255	5,2
Пожары и взрывы	43.978.136	1.832.422	7,6
Другие причины	48.811.676	353.708	8,5
<b>Всего</b>	<b>575.141.521</b>	<b>464.573</b>	<b>100</b>

Таблица 3. Затраты по возмещению исковых требований в результате аварий и аварийных происшествий с судами за 2005 – 2011 г.г., по виду страхования Н&М

Категории аварий и аварийных происшествий с судами - Н&М	Общие затраты, USD	Средние затраты, USD	Относительные затраты, %
Машины и механизмы	509,265,911	519,363	35,5
Контакт корпуса судна	99.375.663	435.858	6,9
Посадка на мель	354.266.149	1.553.799	24,7
Столкновения	284.356.299	1.165.395	19,8
Плохие погодные условия	24.426.137	387.716	1,7
Пожары и взрывы	55,100,398	1,620.600	3,9
Другие причины	107.800.102	665.433	7,5
<b>Всего</b>	<b>1.434.590.659</b>	<b>739.099</b>	<b>100</b>

К категории «Другие причины» относятся такие, как повреждение корпуса судна и потеря якоря.

В таблицах 2 и 3 указаны монетарные затраты по возмещению выставленных исковых требований по виду страхования Н&М.

По всем семи категориям аварий и аварийных происшествий с судами по виду страхования Н&М в SC за период с 2005 года по 2011 год зарегистрировано 1941 исковых требования, что составило 0,18 требования на одно судно в год (таблица 1).

За период с 1998 год по 2004 год было зарегистрировано 1238 исковых требований, что составляло 0,21 требования на одно судно и год. Средняя стоимость исковых требований по виду страхования Н&М составила 739.000 USD (см. таблицу 3), в отличие от 465.000 USD за период с 1998 год по 2004 год (см. таблицу 2).

Необходимо отметить, что категория «Машины и механизмы» является ведущей причиной аварий и аварийных происшествий с судами. Исковые требования по этой категории, с 1998 года по 2004 год, составляли 45,0 % от общего количества исковых требований, а за период времени с 2005 года по 2011 год они увеличились и составили 51,0 %.

В стоимостном выражении доля исковых требований по категории

«Машины и механизмы» так же возросли. Затраты по возмещению исковых требований в результате аварий и аварийных происшествий с судами за 1998÷2004 годы по категории «Машины и механизмы» составляли 31,0 % от общего количества исковых требований по виду страхования Н&М, а за период времени с 2005 года по 2011 год они увеличились почти до 36%.

Исковые требования, связанные с отказами машин и механизмов были систематизированы шести категориям, приведенными в таблицах 4, 5 и 6.

Таблица 4 – Количественные показатели отказов судовых технических средств по категории «Машины и механизмы»

Категории СТС	1998÷2004г.г.		2005 - 2011г.г.	
	Общее количество	Относительное количество, %	Общее количество	Относительное количество, %
Главные двигатели	232	41,6	370	37,7
Вспомогательные двигатели	120	21,5	185	18,8
Рулевые машины и механизмы	66	11,8	55	5,6
Котлы	65	11,6	59	6,0
Движители	63	11,3	174	17,7
Другие СТС	12	2,2	139	14,2
<b>Всего</b>	<b>558</b>	<b>100</b>	<b>982</b>	<b>100</b>

Таблица 5 - Затраты по возмещению исковых требований в результате аварий и аварийных происшествий с судами вызванных отказами судовых технических средств по категории «Машины и механизмы» за 1998 - 2004г.г.

Категории СТС	Общие затраты, USD	Средние затраты, USD	Относительные затраты, %
Главные двигатели	83.050.714	357.977	46,1
Вспомогательные двигатели	32.457.705	270.481	18,0
Рулевые машины и механизмы	18.619.761	282.118	10,4
Котлы	21.598.508	332.285	12,0
Движители	21.194.140	336.415	11,8
Другие СТС	3.047.566	253.964	1,7
Всего	179.968.394	322.524	100

Таблица 6 - Затраты по возмещению исковых требований в результате аварий и аварийных происшествий с судами вызванных отказами судовых технических средств по категории «Машины и механизмы» за 2005-2011г.г.

Категории СТС	Общие затраты, USD	Средние затраты, USD	Относительные затраты, %
Главные двигатели	201,536,086	544,692	39,6
Вспомогательные двигатели	72,167,047	390,092	14,2
Рулевые машины и механизмы	36,319,922	660,362	7,1
Котлы	21,028,882	356,422	4,1
Движители	132,587,850	761,999	26,0
Другие СТС	45,626,125	328,246	9,0
Всего	509,265,911	518,601	100

К категории «Другие СТС» относятся: грузовые краны, грузовые лебёдки, электрооборудование и палубные механизмы.

Наибольшие затраты по возмещению исковых требований по категории «Машины и механизмы», приходятся на отказы главных двигателей (ГД). На их компенсацию приходится 39,6% от общих затрат по категории «Машины и механизмы» и 14,0% (14,4%) от общих затрат по виду страхования Н&М за 2005-2011 годы. За 1998 –

2004 годы на их долю приходилось 46,0% от общих затрат по категории «Машины и механизмы».

Статистические данные по отказам в категории «Главные двигатели», свидетельствуют о увеличении средних затрат по возмещению исковых требований по этой категории на 52%, с 358.000 USD (1998-2004) до 545.000 USD (2005-2011).

Исковые требования, явившиеся следствием отказов ГД, составляют в среднем 3,4%, от общего количества судов зарегистрированных в SC и застрахованных по виду страхования Н&М с 2005 года по 2011 год.

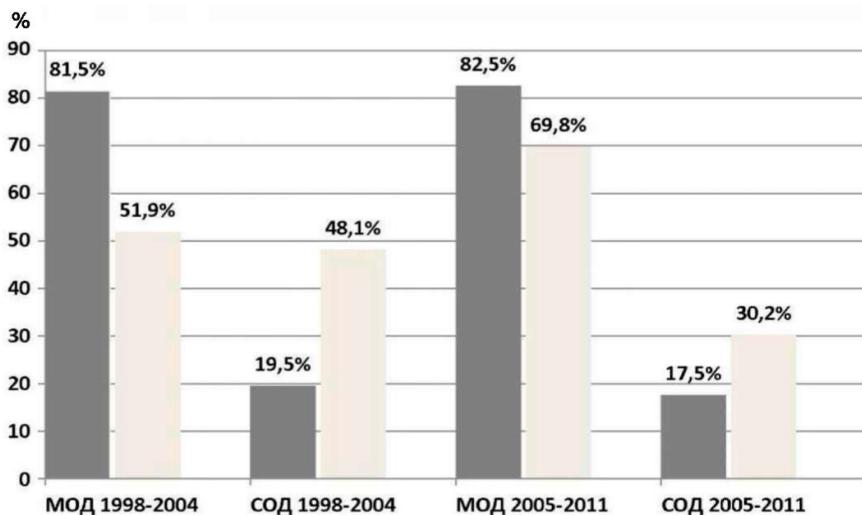


Рис. 1. Относительное количество судов зарегистрированных в SC в зависимости от типа ГД и относительных затрат по возмещению исковых требований вызванных их отказами

На рис. 1, в виде гистограммы, приведены сравнительные результаты статистических исследований. Тёмные столбцы отражают относительное количество судов зарегистрированных в SC в зависимости от типа ГД, а светлые столбцы представляют относительные затраты по возмещению исковых требований в результате аварий и аварийных происшествий с судами вызванные их отказами ГД.

Исковые требования свидетельствует о том, что среднеоборотные ГД (СОД), по сравнению с малооборотными (МОД), отличаются чрезмерно большим количеством отказов, которые приводят к авариям и аварийным происшествиям с судами. Гистограмма иллюстриру-

ет то, что у 17,5% зарегистрированных судов в SC в качестве ГД были установлены СОД, и на эти суда пришлось 30,2% затрат по возмещению исковых требований. Аналогичные статистические данные более ранних исследований составляют соответственно 19,5% и 48,1%.

Доля судов зарегистрированных в SC и оборудованных МОД осталась почти той же, в то время как затраты на восстановительные (ремонтные) работы выросли значительно – почти на 18%.

Последнее можно объяснить особенностями морского судоходства за рассматриваемый период времени, когда объёмы выполнения ремонтных работ ограничиваются возможностями поставок запасных деталей и выполнением сложных ремонтных работ береговыми сервисными специалистами, что связано со значительными дополнительными затратами.

Таблица 7. Средние затраты по возмещению исковых требований вызванные отказами ГД на одно судно за год, в USD, в зависимости от типа ГД

Тип главного двигателя	1998÷2004г.г.	2005 - 2011г.г.
	Средние затраты, USD	Средние затраты, USD
Малооборотные двигатели	8.800	16.400
Среднеоборотные двигатели	34.800	32.000

Данные, приведенные в таблице 7, свидетельствуют о том, что средние затраты на возмещение исковых требований вызванных отказами ГД на одно судно за год, в два раза выше для судов оборудованных СОД, чем для судов оборудованных МОД.

Проведенные исследования показывают, что средние затраты по возмещению исковых требований, за 2005 - 2011годы, вызванные отказами рядных главных СОД составили 475.000 USD, а V-образных главных СОД составили 850.000 USD, т.е. средние затраты по возмещению исковых требований вызванных отказами V-образных СОД приблизительно в два раза выше, чем рядных. Частота предъявления требований по V-образным двигателям осталась приблизительно такой же.

Технические отчеты сюрвейеров SC позволяют установить основные причины повреждений и отказов судовых двигателей внутреннего сгорания (СДВС):

- грязное смазочное масло;
- выполнение капитальных ремонтных работ неквалифицированными специалистами;
- использование топлива, которое не прошло проверку в лаборатории контроля качества топлива;
- работа сепараторов с нарушением инструкций по эксплуатации завода-изготовителя;
- ремонтные работы компонентов двигателей выполнялись с нарушением инструкций завода-изготовителя;
- экипаж не имел достаточного опыта и надлежащей подготовки;
- повреждение газотурбокомпрессоров для наддува дизелей посторонними предметами.

Количество основных причин повреждений СДВС и средние затраты по возмещению исковых требований приведены в таблице 8.

Таблица 8. Количество основных причин повреждений СДВС и средние затраты по возмещению исковых требований

Причины отказов и повреждений СДВС	Количество исковых требований	Средние затраты, USD
Плохое ТО и/или ремонт	52	575.879
Проблемы со смазкой	33	977.331
Посторонние предметы	28	349.949
Использование бункерного топлива не соответствующего спецификации	27	364.529
Скрытые дефекты	25	494.646

Данные, приведенные в таблице 8, свидетельствуют о том, что в настоящее время плохое ТО и/или ремонт являются на сегодняшний день наиболее частой причиной возникновения отказов. Отмечены многочисленные случаи, когда отказы происходят вскоре после того, двигатели были капитально отремонтированы судовым экипажем или береговыми специалистами, что указывает на важность выполнения капитальных ремонтных работ СДВС высококвалифицированными специалистами.

*СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ*

1. Banisoleiman K., Rattenbury N. Reliability trends, operating issues and acceptance criteria related to exhaust gas turbochargers used in the marine industry// A classification society view by Lloyd's Register, marine services.- London, 2008.- September. 21-39 p.p.
2. Main engine damage update (1998-2004)// The Swedish Club's highlights.- Gotenborg, Sweden, 2005.- September. - 8p.
3. Main Engine Damage Study 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу: <http://www.swedishclub.com>.