

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ ОТКАЗОВ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

А.М. Никитин, к.т.н., доц.;

Государственная морская академия им. адм. С.О. Макарова

Построение системы технического обслуживания (ТО), учитывающей последствия отказов, может быть реализовано путем управления рисками отказов судовых дизелей. Коэффициенты последствий отказов получены на основе страховых претензий и средних оценок трудоемкости и периодичности ТО. Предлагаются два способа учета рисков: в первом — возможные расходы на вынужденное ТО рассматриваются как равноправные с плановыми; во втором — возможные расходы на вынужденное ТО связываются с величиной резерва бюджета на выполнение ТО.

Анализ экономической эффективности от применения мероприятий по снижению риска имеет специфику, связанную с тем, что стоимость мероприятий детерминирована, а экономическая выгода представляет собой случайную величину, связанную с большой величиной возможной выгоды, но при этом наступающей с малой вероятностью.

При выполнении расчета затраты и выгоды описываются с максимальным охватом. Процесс выбора комплекса мер снижения риска представляет собой последовательный итерационный процесс. Ряд мероприятий, таких как разработка планов действий в случае отказа, всегда должен учитываться, но оценка их экономической эффективности не производится.

При оценке экономической эффективности мер по снижению риска за эксплуатационный цикл ($T_{цикла}$), величину риска можно представить как произведение вероятности отказа ($1 - P_{пр}$) на величину последствий отказа ($W_{нпл}$), включающую стоимость оплаты труда, расходы на СЗЧ и другие дополнительные расходы:

$$Risk = \frac{W_{нпл}(1 - P_{пр})}{T_{цикла}}$$

На рис. 1 представлена графическая интерпретация экономической эффективности мер снижения риска. Увеличение удельного объема плановых расходов за цикл эксплуатации ($\Delta_{пл}$) должно быть меньше уменьшения удельного объема неплановых расходов ($\Delta_{нпл}$) или уменьшения риска:

$$\Delta \left(\frac{W_{пл} \cdot P_{пр}}{T_{цикла}} \right) \leq \Delta \left[\frac{W_{нпл} \cdot (1 - P_{пр})}{T_{цикла}} \right]$$

Величины затрат на плановые ($W_{пл}$) и неплановые ТО ($W_{нпл}$) связаны через коэффициент последствий отказов K :

$$W_{нпл} = K \cdot W_{пл}$$

Уменьшение риска в некоторых случаях может сопровождаться поиском периодичности ТО, при которой будет обеспечен минимум суммарных плановых и неплановых затрат.

Предварительно оцениваются последствия отказа, т. е. коэффициент K . Учитывая то, что затраты на неплановые ТО в основном носят случайный характер и фактически реализуются за длительное время, некоторые авторы предлагают учитывать их в расчетах за жизненный цикл [1] посредством определения разницы между суммарной величиной капитальных затрат и эксплуатационных расходов и величиной уменьшения риска.

Для учета этих затрат необходимо определить цену уменьшения риска до допустимого значения. При этом будем считать, что судоходная компания устанавливает свой допустимый резерв по расходам (обычно 10–20 %), который будет обеспечен при условии примерного равенства величины

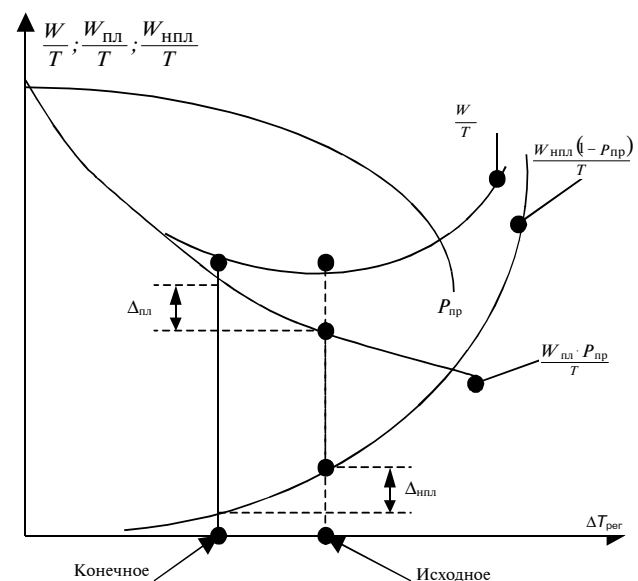


Рис. 1. Иллюстрация к задаче уменьшения риска

суммы рисков за какой-либо период и величины запланированного резерва.

Величина риска за цикл эксплуатации определяется как:

$$Risk = \frac{W_{нпл}(1 - P_{пр})}{T_{цикла}} = \frac{W_{пл} \cdot K \cdot (1 - P_{пр})}{T_{цикла}}$$

или в процентном соотношении к планируемым затратам $W_{пл} / \Delta T_{рег}$:

$$\delta_{непл} = \frac{K \cdot (1 - P_{пр}) \cdot \Delta T_{рег}}{T_{цикла}} = K \cdot f \cdot 100\%$$

Определив коэффициент последствий отказов K (таблица), можно с помощью рис. 2 [3] найти периодичность регламентного ТО, при котором величина риска не превысит установленной величины. Закон изменения технического состояния принят линейным с коэффициентом вариации скорости изменения технического состояния $V_v = 0,48$.

Для этого по принятой величине допустимого объема неплановых расходов, например $\delta_{непл} = 0,1$ (10 %), величина f определяется по коэффициенту последствий отказов, например, при $K = 50$ $f = 0,002$, что достигается при $P_{пр} = 0,998$.

Такой подход к управлению рисками более понятен и при решении задачи минимизации суммарных расходов (суммы плановых расходов и возможных неплановых — W/T). Аналогично следует поступать, когда решение оптимизационной задачи приводит к минимальным суммарным расходам в точке, где профилактические свойства системы ТО оказываются низкими ($P_{пр} < 0,9$).

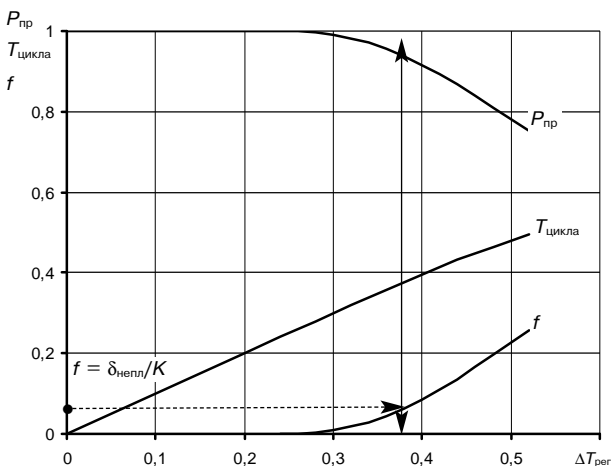


Рис. 2. Иллюстрация к определению параметров регламентного ТО по допустимой величине неплановых расходов $\delta_{непл}$ и коэффициенте последствий отказов K

Примерные значения K относительно планового объема основных видов ТО главных и вспомогательных дизелей

| № | Вид технического обслуживания | Главные двигатели | | Вспомогательные двигатели |
|---|---|-------------------|-----|---------------------------|
| | | МОД | СОД | |
| 1 | Ревизия цилиндро-поршневой группы | 66 | 74 | 8 |
| 2 | Ревизия подшипников коленчатого вала | 143 | 177 | 79 |
| 3 | Ревизия головных подшипников | 170 | — | — |
| 4 | Ревизия ТНВД и привода | 145 | 149 | — |
| 5 | Ревизия выхлопных клапанов и их привода | 10 | 88 | 53 |
| 6 | Ревизия турбокомпрессора | 57 | 54 | 17 |

Примечание. Коэффициенты определялись как отношение максимальной величины последствий отказа соответствующих узлов к суммарной стоимости одного ТО, включая стоимость сменяемых деталей и стоимость оплаты труда:

$$K = \frac{S_{claim}}{S_{то}} = \frac{S_{claim}}{H_{то} \cdot q + \sum_{i=1}^M \frac{S_{дет,i}}{R_{дет,i}} \cdot \Delta T_{то}}$$

Здесь $q = \$10$ — принятая стоимость 1 чел. ч; S_{claim} — величина последствий отказов по данным Шведского клуба страховщиков [4]; $H_{то}$, $\Delta T_{то}$ — соответственно трудоемкость и периодичность ТО; $S_{дет,i}$ и $R_{дет,i}$ — соответственно стоимость и ресурс сменяемых деталей.

Ни одна из областей применения анализа рисков в управлении техническим использованием и ТО не может констатировать точный учет рисков в силу ряда причин и часто значительно упрощают связи с последствиями при моделировании ситуаций. Однако, сам факт существования процедур анализа рисков и связей результатов такого анализа с системой принимаемых эксплуатационных решений свидетельствует о совершенствовании системы технического обслуживания.

Литература

1. NORSEK STANDARD. Common Requirements. Life Cycle Cost For Systems and Equipment. O — CR-001. Oslo, 1996. 58 p.
2. Никитин А.М. Оптимальное управление регламентным техническим обслуживанием. Сб. Эксплуатация морского транспорта. — СПб.: Наука, 2005. — Вып. 44. — 4 с.
3. Никитин А.М. Управление технической эксплуатации морских судов. СПб.: изд. СПГТУ, 2006. — 350 с.
4. Hernquist M. Main Engine Damage From An Insurere's Point Of View. 22nd CIMAC Congress. Copenhagen, 15 p.