

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВ ТРАНСПОРТНОГО ФЛОТА КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА

**Табылов А.У., к.т.н.**

*Мақалада флоттың өндірістік-техникалық жүйесі ретінде қаралатын көліктік кемелердің техникалық пайдалануы бойынша негізгі элементтер қарастырылған.*

*This article shows basic elements of transport fleet technical maintenance, considered as industrial and technological fleet system.*

Техническая эксплуатация транспортного флота должна рассматриваться как производственно-техническая система, т.е. как множество элементов и отношения между ними. Теоретическая база для технической эксплуатации (ТЭ) как системы создана в работах С. Н. Драницына [1].

Система ТЭ взаимодействует с внешней средой, т. е. с множествами, в нее не входящими, поэтому является открытой. Эта система функционирует, так как в ней происходят непрерывные изменения, вызываемые ее внутренними свойствами или ее взаимодействием с внешней средой.

В систему ТЭ входят люди, поэтому она является самоуправляемой с определенной свободой выбора действий. Функционирование такой системы подчиняется достижению поставленной цели, задаваемой целевой функцией. Определение цели и путей ее достижения составляет существо управления системой. Оно включает планирование (формирование цели), организацию (построение структуры), контроль и оперативное управление (получение информации и принятие решений).

Открытая самоуправляемая производственно-техническая система - техническая эксплуатация - является составной частью (функциональной - системой более низкого уровня) морского транспорта как отрасли. Одновременно она является системой более высокого уровня для своих элементов.

Изменения в системе определяются параметрами ее состояния. Принято считать, что параметры образуют вектор состояния, изменяющийся в обобщенном фазовом пространстве, в котором происходит действие системы. Обобщенное фазовое пространство ТЭ является энергетическим. На его вход извне подаются неоднократные потоки, которые выражают разные виды энергии. К этим же потокам относятся потери энергии в системе,

которые в том или ином размере неизбежны. Основными преобразователями энергии служат суда, через которые подводимая энергия трансформируется в транспортную работу [2].

Потоки энергии, подводимые к сложной системе, состоящей из множества объектов, имеют в данном случае (для групп судов) следующий смысл. Энергия управления измеряется затратами живого труда на организацию работы системы и уход за техническими средствами. Химически связанная энергия топлива после трансформации преобразуется в другие виды энергии и расходуется на производственные процессы, обеспечивающие выполнение транспортной работы. В работу технических средств стихийно включаются разные виды энергии из внешней среды (ветровая, волновая, солнечная и др.), которые затем рассеиваются в окружающую среду, оказывая на процессы положительное или отрицательное воздействие. К энергии восстановления относятся затраты живого и овеществленного труда на поддержание и восстановление нормального состояния технических средств (ТО и ремонт). К энергии внутренних потребителей относится ее расход на обеспечение сохранности перевозимых грузов, безопасного мореплавания, условий быта и т. д.

Энергетический баланс системы (судна, серии, группы судов) определяется тремя уравнениями соответственно для трех основных энергетических потоков: восстановления, топлива и управления:

$$\frac{dV}{d\tau} = \varphi_V(V, P_l, E_{B.C}) + \varphi_P(E_P); \quad (1)$$

$$E_T = \frac{1}{\eta_C} P_l; \quad (2)$$

$$E_Y = \varphi_Y(P_l, E_{B.C}); \quad (3)$$

где:  $V$  - энерготехнический потенциал, т. е. величина внутренней потенциальной энергии системы (ее техническое состояние);  $\tau$  - время;  $\eta_C$  - коэффициент, учитывающий состав и экономичность технических средств системы.

Функция характеризует скорость снижения потенциала в зависимости от его величины, мощности и внешних условий эксплуатации системы, а функция  $\varphi_P$  - скорость его повышения при восстановлении элементов системы;  $\varphi_Y$  - определяет качество управления.

Система уравнений (1)-(3), дополненная величиной потенциала в начальный момент времени, определяет функционирование системы.

Состояние ТЭ как сложной энергетической системы может быть задано обобщенным фазовым вектором:

$$E_{\delta} = \{V, P_l, E_Y, E_T, E_P, E_{B,C}\}; \quad (4)$$

Поведение системы в векторной форме определяется уравнением:

$$\frac{dE_{\delta}}{d\tau} = F_{\delta}(E_{\delta}). \quad (5)$$

Качество осуществления ТЭ оценивается отношением произведенной транспортной работы и затрат на ее выполнение. Кроме того, должна учитываться величина энерготехнического потенциала транспортных технических средств (судов), осуществляющих перевозки, так как она определяет их готовность и способность к работе. На практике наиболее пригодны стоимостные измерители. В этом случае основной целевой функцией  $c_u$  технической эксплуатации будет являться финансовый результат эксплуатационной деятельности:

$$\tilde{n}_{\delta} = \tilde{n}_B P_l - (\tilde{n}_Y E_Y + \tilde{n}_T E_T + \tilde{n}_P E_P + c_V \Delta V), \quad (6)$$

где  $\tilde{n}_P, \tilde{n}_Y, \tilde{n}_T, \tilde{n}_P, \tilde{n}_V$  - стоимостные измерители соответственно транспортной работы, потоков энергии и потенциала;  $\tilde{n}_Y P_l$  - доходы от выполненной транспортной работы;  $\tilde{n}_Y E_Y$  - затраты на управление (содержание личного состава судов);  $\tilde{n}_T E_T$  - затраты на топливо и смазку;  $\tilde{n}_P E_P$  - затраты на ремонт (восстановление);  $c_V \Delta V$  - амортизационные отчисления (возмещение затрат на потенциал).

Важной задачей усовершенствования ТЭ в будущем является нахождение способов оптимизации этой целевой функции. Пока качество ТЭ оценивается по величине ее показателей, на которые можно влиять улучшением организации и другими способами.

Морской флот является отраслью с непрерывным производственным и циклическим технологическим процессом [3]. Основные средства производства (суда) длительное время находятся в эксплуатации и выводятся из действия в основном для восстановления. Эксплуатационное время состоит из чередующихся ходового и стояночного времени, что делает технологический процесс циклическим. При таком использовании флота

транспортная работа, выполненная за время  $t$ , может быть выражена уравнением:

$$P_l = f_\tau(\nu_{CP})f_\tau(\tau_{\dot{Y}})f_\tau(\dot{O}_{\dot{E}})D_{l0}, \quad (7)$$

где  $\nu_{CP}$  - достигаемая в эксплуатации средняя техническая скорость;  $\tau_{\dot{Y}}$  - время нахождения судна в эксплуатации (для годового интервала оно равно эксплуатационному периоду  $T_{\dot{Y}}$ , ч);  $D_{l0}$  - потенциальная, т. е. теоретически максимальная транспортная работа за определенный отрезок времени, тоннаже-миль, определяемая по формуле:

$$D_{l0} = D_0\nu_0T_K, \quad (8)$$

где:  $D_0$  - плановая (чистая) грузоподъемность судна, т;  $\nu_0$  - построечная скорость, уз;  $T_K$  - календарное время, ч.

Такую величину работы на практике обеспечить нельзя, так как это значило бы, что судно все календарное время только перемещает груз с наибольшими возможными показателями  $D_0$  и  $\nu_0$ . Однако величина  $D_{l0}$ , например за год, может служить предельным эталоном.

Входящие в уравнение (7) функции снижают величину  $P_l$ . Первая из них  $f_\tau(\nu_{CP})$  определяет режимные условия использования судна - снижение скорости против построечной вследствие влияния навигационных условий (ветра, волн, течения), чистоту корпуса, использование мощности главного двигателя и т. д. Всегда  $f_\tau(\nu_{CP})$  меньше единицы.

Функция использования эксплуатационного времени  $f_\tau(\tau_{\dot{Y}})$  равна единице для ходового режима и нулю - для стояночного. Уменьшение стояночного времени достигается ускорением грузовых работ и сокращением времени их ожидания.

Функция использования календарного времени  $f_\tau(\dot{O}_{\dot{E}})$  определяет его распределение на эксплуатационное время и на выходы судна из эксплуатации. Если судно находится в эксплуатации, эта функция равна единице, если выведено - нулю.

Из выражения (7) следует: если судно выведено из эксплуатации, оно не производит транспортной работы (не перемещает груз):

$$f_{\tau} = (T_K) = 0; \quad P_l = 0;$$

если судно на стоянке:

$$f_{\tau} = (\tau_{\dot{\gamma}}) = 0; \quad P_l = 0;$$

если судно на ходу:

$$P_l = f_{\tau}(v_{CP})P_{l0} \langle P_{l0} \rangle.$$

Решение основных проблем технического использования (ТИ) осуществляется главным образом на судах, которые являются производственно-автономными и пространственно-обособленными комплексами. Управление судами, подчиняясь общим закономерностям, имеет особенности, определяемые работой в условиях плавания.

В ТИ входят следующие задачи:

выбор нагрузочных режимов; топливоиспользование; структура и состав экипажей, выполнение ими функций несения службы, управления судном и обслуживания материальных средств с соблюдением ПТЭ.

Оптимизация нагрузочных режимов некоторой системы (например, главного двигателя) заключается в нахождении такой области ее технического состояния, в которой обеспечивается длительная и надежная работа. Эта область характеризует систему и зависит от ее конструкции, свойств материалов, особенностей протекающих процессов и т. д. Система работает надежно в том случае, если на всех устанавливаемых режимах вектор состояния не выходит за допустимые границы.

На основе рассмотренных элементов производственно-технической системы транспортного флота можно заключить, что техническая эксплуатация флота – является функциональной системой морского транспорта.

### **Литература:**

1. С.Н. Драницын. Система технического обслуживания морского флота. С-Петербург. 2003

2. Г.В.Захаров Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. М. ТрансЛит 2009.
3. В.В. Лаханин., В.Н. Мхитарян. Техническое обслуживание и ремонт флота. М. Транспорт. 1992