



УДК 621.86

**Сидорова Ольга Викторовна**, доцент, к.п.н., доцент кафедры подъемно-транспортных машин и машиноремонта ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

### РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПЕРЕГРУЗОЧНОГО КОМПЛЕКСА

*Ключевые слова:* разработка, структурный анализ, техническая эксплуатация, перегрузочный комплекс, надежность.

*Аннотация.* Приведена методика разработки структуры эксплуатации перегрузочного комплекса, которая показывает структурный анализ для определения взаимосвязей между элементами сложной технической системы. В результате структурного анализа составляется структурная схема надежности системы.

Система технической эксплуатации является рациональной структурой специализированного перегрузочного комплекса и представляет собой последовательность и периодичность проведения различных мероприятий, таких как осмотры, надзор, технический уход и ремонт машин.

Для поддержания на высоком уровне работоспособности перегрузочного комплекса разработана структура технической эксплуатации, которая имеет ряд особенностей, таких как:

- разнотипность оборудования - комплекс представляет собой группу различных по своему устройству машин (роторные экскаваторы, отвалообразователи, причальные погрузочные машины, конвейерные линии, питатели, сбрасывающие тележки и различное вспомогательное оборудование);
- жесткая взаимосвязь между отдельными машинами - все машины связаны в единую технологическую цепь и вывод на обслуживание или ремонт одной машины влечет за собой остановку целого ряда других машин, связанных технологической линией.

Потребность в техническом обслуживании и ремонте машин комплекса определяется, прежде всего, их безотказностью и долговечностью, а продолжительность выполнения каждого вида работ — их ремонтпригодностью. Безотказность, долговечность и ремонтпригодность — это основные качественные показатели надежности. Количественные показатели надежности, такие как вероятность безотказной работы, интенсивность отказов и другие, одновременно являются и показателями системы технической эксплуатации. Таким образом, для рационального планирования системы технической эксплуатации комплекса необходимо, прежде всего, исследовать его надежность.

*Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов*

Можно изучать статическую информацию об отказах и восстановлениях всех элементов комплекса.

Когда же информация о системе очень мала можно использовать априорные данные и опыт эксплуатации аналогичных систем. Этот путь аналогичен прогнозированию надежности при создании новых технических систем.

Основой для любого прогноза являются данные об интенсивности отказов элементов-аналогов. В результате их использования можно оценить только нижнюю границу надежности, что объясняется рядом причин:

- отсутствием точных данных по аналогичным системам, так как систем, полностью аналогичных перегрузочным комплексам, не существует, и поэтому в качестве аналогов приходится брать не систему в целом, а отдельные элементы;
- отсутствием в информации ссылки на действительные режимы работы аналогов;
- присутствием в информации об отказах данных, вызванных не только случайными причинами, но и небрежной эксплуатацией, ошибками производства и т. д.;
- искажением информации за счет старения данных (так как данные об отказах поступают по результатам эксплуатации систем, введенных в эксплуатацию несколько лет назад).

Очевидна целесообразность применения этого прогноза при построении рациональной структуры системы технической эксплуатации перегрузочного комплекса, так как этот метод дает возможность оценить нижнюю границу надежности, т. е. все неучтенные особенности комплекса идут в запас.

Перегрузочный комплекс, состоящий из группы связанных в технологическую линию разнотипных машин, представляет с точки зрения надежности сложную техническую систему. Чтобы составить математическую модель для исследования надежности сложной системы, должны учитываться все существенные факторы, влияющие на уровень надежности этой системы. Значит необходимо определять основные факторы:

- характер работы системы и принципы организации ее обслуживания и ремонта в процессе эксплуатации;
- конструктивно-технические и схемные решения;
- характеристику потоков отказов и восстановлений элементов системы.

Из анализа факторов, определяющих уровень надежности, следует, что в общем случае математическая модель может быть представлена соотношением, устанавливающим функциональную связь между уровнем надежности системы и уровнем надежности ее элементов:

$$H = F[(ri, ti, N), U((ri, ti, \delta, Tn, N))] \quad (1)$$

где  $H$  — исследуемый показатель надежности системы;

$F(ri, ti, N)$  — функциональное представление структуры системы и взаимосвязи элементов в течение некоторого отрезка времени  $ti$ ;

$ri$  — показатель надежности  $i$ -го элемента;

$N$  — число элементов в системе;

$U$  — оператор, учитывающий степень влияния управляемых эксплуатационных факторов на уровень надежности системы;

$\delta, Tn$  — объем и период проведения технического обслуживания.

Из выражения (1) следует, что для разработки математической модели надежности системы необходимо прежде всего определить вид функции  $F[(ri, ti, N)]$ . Это может быть сделано только на основе структурного анализа надежности системы.

Общая задача структурного анализа заключается в определении взаимосвязей между элементами. В результате структурного анализа составляется структурная схема

надежности системы. Структурные схемы строятся на основе логического анализа принципов работы системы с учетом функционального назначения и взаимодействия ее элементов. Логический анализ основывается на предположении, что в процессе эксплуатации любая система может находиться в одном из конечного множества несовместимых состояний  $E$ .

Рассмотрим состояния, возникающие в процессе эксплуатации комплекса и как их можно классифицировать:

- исправное состояние комплекса — все машины, входящие в состав комплекса, исправны и нормально функционируют —  $E_0$ ;
- состояние частичного отказа — часть машин неисправна, однако отказа в работе комплекса не происходит, так как не нарушены все технологические связи между исправными машинами —  $E_i$  ( $i= 1, 2... n$ );
- состояние полного отказа — комплекс не работает из-за неисправности всех машин либо по причине нарушения технологических связей в результате отказа части машин —  $E_k$ .

Определение надежности перегрузочного комплекса необходимо производить исходя из условия восстановления его работоспособности после устранения отказов. В этом случае состояния комплекса представляют собой случайный процесс, реализацией которого является последовательная смена состояний в фиксированные моменты времени, каждый раз, когда выходит из строя или восстанавливается очередная машина.

Таким образом, при определении параметров надежности необходимо найти величины пребывания той или иной машины комплекса в различных состояниях в виде функции времени.

#### **Список литературы:**

- [1] Колмаков В. М. Методика определения эксплуатационной надежности строительных машин. - Киев: НИИСП Госстроя УССР, 1970. - 45 с.  
[2] Червоный А. А. Надежность сложных систем- М.: Машиностроение, 1972. - 304 с.

## **DEVELOPMENT OF THE TECHNICAL OPERATION STRUCTURE OF THE LOADING COMPLEX**

*Olga .V. Sidorova*

*Keywords: development, structural analysis, technical operation, transshipment complex, reliability.*

*A methodology for developing the structure of operation of the transshipment complex, which shows a structural analysis to determine the relationship between the elements of a complex technical system, is given. As a result of structural analysis, a structural scheme of the system reliability is compiled.*