



# НАДЕЖНОСТЬ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОТРАБОТКА РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ РАБОТАХ В ОБЪЕКТЕ “УКРЫТИЕ”

Е.С.Переверзев

*Институт технической механики НАН Украины, Днепрпетровск*

Рассматриваемые робототехнические комплексы относятся к объектам, к которым задаются требования по надежности. Предварительный анализ условий функционирования робототехнических комплексов показал, что к ним целесообразно задавать требования к показателям безотказности и долговечности. Среди показателей безотказности была выбрана средняя наработка на отказ  $T_0$ , среди показателей долговечности — средний ресурс  $T_p$ . Предпочтение было отдано математическим ожиданиям соответствующих величин ввиду простоты и наглядности этих характеристик. Хотя, на наш взгляд, более объективными показателями являются гамма-процентная наработка на отказ и гамма-процентный ресурс.

Среди изделий-аналогов к рассматриваемым комплексам наиболее близки по условиям функционирования горнодобывающие комплексы [1 — 3].

В таблице в качестве иллюстрации приведены показатели надежности оборудования очистных забоев [1].

Оборудование	80 %-ный ресурс до первого капитального ремонта, ч	Наработка на отказ, ч
Механизированные крепи	26000	25
Очистные комбайны	5100	15
Передвижные скребковые конвейеры	7500	17

Средняя наработка на отказ карьерных экскаваторов составляет 100 ч [2].

В эскизном проекте на комплекс дистанционно управляемых агрегатов были заданы следующие требования по надежности агрегатов: средний ресурс  $T_p \geq 5000$  ч, средняя наработка на отказ  $T_0 \geq 80$  ч.

Нормирование требований по надежности к системам агрегатов производилось в предположении, что распределение ресурсов описывается распределением Вейбулла

$$F(t) = 1 - \exp(-\lambda t^\beta),$$

где  $F(t)$  — функция распределения Вейбулла;  $\lambda, \beta$  — параметры распределения Вейбулла.

Параметр  $\beta$  непосредственно связан с коэффициентом вариации  $\nu = \frac{\sigma}{T_p}$ ,

где  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение ресурса. Зная коэффициент вариации  $\nu$  можно однозначно определить значение параметра  $\beta$ .

Для агрегата, состоящего из  $n$  последовательно соединенных систем, требуемое значение ресурса системы  $T_{рс}$  вычислялось по формуле

$$T_{pc} = T_{pa} n^{1/\beta},$$

где  $T_{pa}$  — средний ресурс агрегата.

При расчетах принималось  $\beta = 3,7$ . Требования к среднему ресурсу основных систем агрегатов составляли  $T_{pa} \geq 8000$  ч.

Была также разработана методология экспериментальной отработки комплекса агрегатов, которая включает в себя следующие виды испытаний: ресурсные испытания, испытания на радиационную стойкость и др.

С целью быстрее выявления слабейших элементов агрегатов проводятся специальные стресс скрининг испытания. Такие испытания целесообразно проводить на специальном вибростенде до полного разрушения с последующей дефектацией разрушенных систем для выявления возможных видов отказов.

Предусматриваются также испытания на тренажерах и полигонные испытания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методика* составления раздела надежности при разработке ТЭТ на оборудование очистных забоев. — М.: Изд-во Ин-та горного дела, 1974.
2. *Махно Д.Е., Шадрин А.И.* Надежность карьерных экскаваторов и станков шарошечного бурения в условиях севера. — М.: Недра, 1976.
3. *Солод В.И., Гетопанов В.Н., Шильберг И.Я.* Надежность горных машин и комплексов. — М.: Изд-во МГУ, 1972.