

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕУПОРОВ

Жовтобрух С.А., аспирант, Серезентинов Г.В., доц., к.т.н.
*(Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина)*

Установление требований к надежности системы управления (НСУ) состоит в выборе показателей, используемых для ее количественного описания. Показатели надежности рассчитываются по функциям системы, а также по ее аварийным состояниям. Исходными данными для определения требований к НСУ являются: 1) виды и критерии отказов функций системы; 2) оценка значимости выполняемых СУ функций; 3) состав ТО, ПО и персонала, участвующих в выполнении функций системы; 4) возможные пути повышения НСУ и снижения опасности возникновения аварийных ситуаций.

Основным показателем НСУ является безотказность. Безотказность – свойство СУ выполнять все требуемые функции в течении заданного интервала времени. Основными показателями безотказности СУ, как восстанавливаемой системы, являются: - средняя наработка системы на отказ $MTTF_c$ в выполнении i -функции; - вероятность безотказного выполнения системой i -функции в течение заданного времени t , $R_c(t)$; - интенсивность отказов системы в выполнении i -функции λ_c .

Особенностью расчета НСУ процесса производства огнеупоров, на стадии эксплуатации, является то, что часто статистические данные либо отсутствуют, либо имеют непредставительный объем. В этом случае расчет ведется ориентировочным либо способом аналогий.

При расчете количественных показателей безотказности СУ, на стадии проектирования, строится граф переходов СУ в различные состояния. Предполагается, что СУ может находиться в трех вероятностных состояниях (рис.1): полная работоспособность – система работает в автоматическом и ручном режимах; частичная работоспособность – система

работает в одном из режимов (работает ручной режим, автоматический не функционирует или наоборот); полная неработоспособность – оба режима не работают. При этом на графе указывают интенсивности отказов λ_i , которые приводят систему в соответствующее состояние и интенсивности восстановления μ_i соответствующих состояний в исходное.

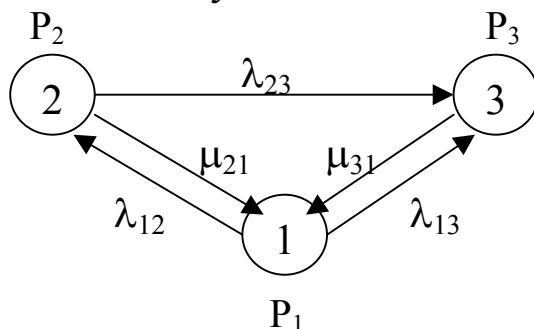


Рисунок 1 – Граф переходов СУ в различные состояния

По графу переходов составляется система дифференциальных уравнений.

$$\begin{cases} \frac{dP_1(t)}{dt} = -\lambda_{12} \cdot P_1(t) - \lambda_{13} \cdot P_1(t) + \mu_{21} \cdot P_2(t) + \mu_{31} \cdot P_3(t) \\ \frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda_{12} \cdot P_1(t) - \lambda_{23} \cdot P_2(t) - \mu_{21} \cdot P_2(t) \\ \frac{dP_3(t)}{dt} = \lambda_{23} \cdot P_2(t) + \lambda_{13} \cdot P_1(t) - \mu_{31} \cdot P_3(t) \end{cases}$$

Если при расчете учитываются процессы восстановления, то потоки отказов считаются марковскими стационарными. Тогда вероятности нахождения в каком-либо состоянии не будут зависеть от времени.

$$\begin{cases} 1 = P_1 + P_2 + P_3 \\ 0 = \lambda_{12} \cdot P_1 - \lambda_{23} \cdot P_2 - \mu_{21} \cdot P_2 \\ 0 = \lambda_{23} \cdot P_2 + \lambda_{13} \cdot P_1 - \mu_{31} \cdot P_3 \end{cases}$$

Вероятность безотказной работы СУ процесса производства огнеупора: $R_c = P_1 + P_2 = 0.99991$.

Среднее время наработки на отказ СУ:

$$MTTF_c = T_1 + T_2 = \frac{\lambda_{12} + \lambda_{23} + \mu_{21}}{(\lambda_{23} + \mu_{21}) \cdot (\lambda_{12} + \lambda_{13}) - \lambda_{12} \cdot \mu_{21}} = 13613.37ч$$

Интенсивность отказов всей СУ: $\lambda(t)_c = \frac{1}{MTTF_c} = 73 \cdot 10^{-6} ч^{-1}$

Среднее число отказов в год: $m_{cp} = \frac{t_{год}}{MTTF_c} = \frac{8800}{13613.37} = 0.65$