

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ РАБОТ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ С УЧЕТОМ НАЧАЛЬНЫХ СРОКОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКАЗОВ

Система планово-предупредительного ремонта (ППР) представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий предупредительного характера, проводимых в плановом порядке для обеспечения работоспособности элементов систем автоматизации в течении всего предусмотренного срока службы. Возможны несколько способов (стратегии) планирования работ:

1. Помимо проведения запланированной профилактики после каждого отказа (ремонта) проводится внеплановая профилактика, после чего планируется заново время до проведения очередной профилактики.

2. Вне зависимости от того, возникали или нет отказы аппаратуры в период между профилактиками, проводится только плановая профилактика.

3. Профилактика назначается в зависимости от текущего состояния работоспособности объекта, определяемого при периодическом инструментальном контроле.

При планировании проведения диагностических и профилактических работ, для многих технических систем распределение времени безотказной работы при износе, расстройке и ряде других случаев описывается плотностью вероятности $g(t)$, для которой характерно наличие начального периода с нулевым значением.

Время, начиная с которого практически наблюдается появление отказов, назовем временем начала отказов ($\tau_{но}$). Вне зависимости от того, какому закону подчиняется распределение отказов после $\tau_{но}$, учет этого времени имеет существенное значение при проведении профилактических работ [1].

Оптимальное время проведения профилактических работ будем определять из условия оптимального значения коэффициента использования η :

$$\eta = \frac{T_p}{T_k}, \quad (1)$$

где T_p – среднее время безотказной работы; T_k – общее (календарное) время работы системы.

где P_1 – значение вероятности безотказной работы при проведении первой профилактики; n – число циклов профилактических работ.

Подставив значения вероятностей из формул (4) в (2) и просуммировав все значения S точки зрения экономики, снижения удельных затрат топлива и энергии весьма привлекательным является использование фосфогипса без его перевода путем обжига в вяжущее. Установлено, что получение изделий на основе фосфогипса возможно при использовании давления прессования в сочетании с различными способами активации фосфогипса (нейтрализация, измельчение, введение добавок и др.). Прочность получаемых изделий может достигать высоких значений при использовании способа фильтрационного прессования. Получены изделия с прочностью на сжатие до 30 МПа. Однако, способ фильтпрессования связан с применением пресс-форм сложной конструкции. Повышенное содержание воды в формовочных смесях увеличивает время прессования и снижает производительность я, после несложных преобразований получим выражение для среднего времени безотказной работы

$$T_p = (1 + P_1 + P_1^2 + P_1^{n-1}) \left\{ \tau_{но} + \int_{\tau_{но}}^{\tau_p} [1 - a_1(\tau - \tau_{но}) - a_2(\tau - \tau_{но})^2 - \dots] d\tau \right\}. \quad (5)$$

Введем обозначения:

$$S_n = 1 + P_1 + P_1^2 + P_1^{n-1}; \quad (6)$$

$$Q_n = \tau_{но} + \int_{\tau_{но}}^{\tau_p} [1 - a_1(\tau - \tau_{но}) - a_2(\tau - \tau_{но})^2 - \dots] d\tau \quad (7)$$

Многочлен (6) представляет собой сумму геометрической прогрессии и ее можно записать в виде

$$S_n = \frac{1 - P_1^n}{1 - P_1} = \frac{1 - (1 - z)^n}{z} \approx \frac{1 - e^{-nz}}{z}; \quad (8)$$

где $z = 1 - P_1$; $n = \frac{T_k}{\tau_p + \tau_{np}}$.

В формуле (8) неизвестной является только величина z , которую можно выразить через разложение P_1 . Для увеличения точности членами разложения

$$z = a_1(\tau - \tau_{но}) + a_2(\tau - \tau_{но})^2 + a_3(\tau - \tau_{но})^3. \quad (9)$$

Сделав подстановку формулы (9) в (8), получим выражение многочлена S_n в виде

$$S_n = \frac{1 - \exp\left(-\frac{T_k [a_1(\tau_p - \tau_{но}) + a_2(\tau_p - \tau_{но})^2 + a_3(\tau_p - \tau_{но})^3]}{\tau_p + \tau_{np}}\right)}{a_1(\tau_p - \tau_{но}) + a_2(\tau_p - \tau_{но})^2 + a_3(\tau_p - \tau_{но})^3} \quad (10)$$

Величина Q_n с точностью до малых величин первого порядка может быть представлена соотношением

$$Q_n \approx \tau_p \quad (11)$$

Подставляя равенства (10) и (11) в (5), получим выражение среднего времени безотказной работы

$$T_p = \frac{1 - \exp\left(-\frac{T_k [a_1(\tau_p - \tau_{но}) + a_2(\tau_p - \tau_{но})^2 + a_3(\tau_p - \tau_{но})^3]}{\tau_p + \tau_{np}}\right)}{a_1(\tau_p - \tau_{но}) + a_2(\tau_p - \tau_{но})^2 + a_3(\tau_p - \tau_{но})^3} \tau_p, \quad (12)$$

а затем, введя значение T_p в формулу (1), установим равенство для коэффициента использования:

$$\eta = \frac{1 - \exp\left(-\frac{T_k [a_1(\tau_p - \tau_{но}) + a_2(\tau_p - \tau_{но})^2 + a_3(\tau_p - \tau_{но})^3]}{\tau_p + \tau_{np}}\right)}{T_k [a_1(\tau_p - \tau_{но}) + a_2(\tau_p - \tau_{но})^2 + a_3(\tau_p - \tau_{но})^3]} \tau_p, \quad (13)$$

Использование полученного коэффициента позволит решать задачи на определение оптимальной продолжительности профилактики при различных условиях работы системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов, Н.С. Учет начального времени возникновения отказов при планировании профилактических работ / Н.С. Демидов – Надежность и эффективность дискретных систем. – Рига: Зинатне, 1968.
2. Сарока, В.В. Организация планирования профилактических работ с учетом начальных сроков возникновения отказов / В.В. Сарока, В.В. Лихавицкий, С.А. Овцов С.А. // Автоматический контроль и автоматизация производственных процессов : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 3-6 октября 2018 г. – М. : БГТУ, 2018. – 219 с.