

Вычислив (17) и (18) по таблице комплексных интегралов [4], получим $\bar{\theta}^2(t)$ и $\bar{X}^2(t)$, выраженные через соответствующие значения τ_1 и τ_2 . Затем, исключая из них τ_1 и τ_2 (можно предположить $\tau_1 = \tau_2$), получим соотношение, связывающее средний квадрат ограниченной координаты $\bar{X}^2(t)$ (или управления U) с параметрами входных сигналов системы $X^*(t)$ и $X_F(t)$ при $\bar{\theta}^2(t) = \min$. Это соотношение ($\bar{X}^2(t) < \bar{X}_{\text{доп}}^2$) позволит еще до начала расчета выяснить, имеет ли наша задача решение при заданных параметрах входных сигналов (D_{x^*} , D_{x_F} и α). Однако полученные результаты являются точными при $k = 0$. При расчете систем в случае $k \neq 0$ данные, полученные из (17) и (18), можно считать лишь первым приближением искомого решения. Для точного решения при $k \neq 0$ необходимо пользоваться (8) и (16) при $W_0(p)$ и $W_0(p)$, определенными из выражений (12) и (13).

ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Волков, Ю. Н. Соколов, В. П. Чуберкис. Определение динамических характеристик объектов проветривания шахтных вентиляционных сетей. «Горные машины и автоматика», 1966, № 8.
2. Newton G. C. Compensation of Feedback Control Systems Subject to Saturation, 1. Franklin Inst., 1952, 254, № 4.
3. Э. Г. Удерман. Синтез комбинированных приближенно-инвариантных систем при ограничении координат и статистически заданном входном сигнале. Известия АН СССР ОТН «Техническая кибернетика», 1963, № 3.
4. Ньютон Дж. К., Гулд Л. А., Кайзер Дж. Ф. Теория следящих систем. Физматгиз, 1961.

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНОГО РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А. Ю. Тихенко

Х а р ь к о в

Производственное оборудование — это наиболее важная часть основных фондов предприятия, его технико-производственный потенциал. В связи с этим вопросы использования, долговечности и работоспособности оборудования должны быть предметом повседневного внимания руководства предприятия.

Экономическая реформа — переход промышленности на новые методы планирования и экономического стимулирования на основе хозяйственного расчета, условие платности фондов, а отсюда необходимость для предприятия наиболее полной фондоотдачи — неизмеримо увеличивают значение рациональной эксплуатации оборудования.

Рационально эксплуатируемое оборудование, подвергаемое периодическим предупредительным ремонтам, работает без аварий и простоев, дезорганизующих производство. Рациональная эксплуатация оборудования обеспечивает предприятию возможность увеличить выпуск продукции и повысить производительность труда. Одним из важных направлений совершенствования ремонта оборудования является установление оптимальных межремонтных периодов между двумя очередными ремонтами.

Процедура выбора оптимальной периодичности предупредительного ремонта рассматривается на примере штамповочного цеха машиностроительного предприятия, из условия получения минимальных затрат. Пусть в цеху имеется N групп однотипного оборудования и каждая содержит m_j ($j = 1, \dots, N$) производственных единиц (прессов). Решение задачи проводится по каждой группе в отдельности.

Стоимость предупредительного ремонта единицы оборудования рассматриваемой группы составляет C_1 руб., а средняя (восстановительная) стоимость устранения единичного отказа пресса — C_2 руб. Проведение предупредительного ремонта целесообразно, если выполняется условие

$$C_2 \geq C_1. \quad (1)$$

Пусть p_i — вероятность того, что отказ пресса происходит в течение интервала T_i ($i = 1, \dots, k$) после предыдущего ремонта.

Затраты S_0 для случая, когда предупредительный ремонт не применяется, определяются зависимостью

$$S_0 = \frac{mC_2}{\sum_{i=1}^k i p_i}, \quad (2)$$

где m — количество прессов в однотипной группе оборудования;

$\sum_{i=1}^k i p_i$ — математическое ожидание длительности межремонтного периода прессов рассматриваемой группы.

Суммарные затраты S_1 при проведении регулярного предупредительного ремонта в конце каждого интервала времени состоят из затрат по предупредительному ремонту всех прессов (m) и затрат по восстановительному ремонту прессов, вышедших из строя в течение текущего интервала времени (n_1), и определяются по формуле

$$S_1 = C_1 m + C_2 n_1, \quad (3)$$

где n_1 — число прессов, вышедших из строя в течение текущего интервала времени, равное

$$n_1 = m p_1. \quad (4)$$

Суммарные затраты S_2 при проведении предупредительного ремонта с дискретностью раз в два интервала времени определяются аналогично (3):

$$S_2 = C_1 m + C_2 n_2,$$

где n_2 — число прессов, вышедших из строя в течение второго интервала времени после предыдущего ремонта, равное

$$n_2 = m(p_1 + p_2) + n_1 p_1. \quad (5)$$

Второе слагаемое выражения (5) обусловлено тем, что некоторые presses, выбывшие из строя и отремонтированные в первом интервале времени, добавляют свои отказы к тому их числу, которое предполагается для второго интервала времени после предыдущего ремонта.

В общей форме затраты на предупредительный ремонт, выполняемый с дискретностью раз в i интервалов времени, определяются

$$S_i = C_1 m + C_2 n_i, \quad (6)$$

где n_i — число прессов, вышедших из строя в течение i -го интервала времени после предыдущего ремонта, равное

$$n_i = m(p_1 + p_2 + \dots + p_i) + n_1 p_{i-1} + n_2 p_{i-2} + \dots + n_i p_1. \quad (7)$$

Выбор оптимальной периодичности предупредительного ремонта производится на минимум $\frac{S_i}{i}$ среднеинтервальных затрат.

Таблица 1

i -ый месяц после ремонта ($i = 1, \dots, k$)	Вероятность отказа пресса в i -ом месяце после предыдущего ремонта p_i	
a	b	$a \times b$
1	0,30	0,30
2	0,10	0,20
3	0,10	0,30
4	0,20	0,80
5	0,30	1,50
	$\sum_{i=1}^k p_i = 1,00$	мат. ожидание длительности межремонтного периода: $\sum_{i=1}^k i p_i = 3,10$

При этом, если по техническим данным определенного пресса требуется периодичность ремонта меньшая, чем оптимальная, то следует произвести выбор между проведением ремонта с требуемой периодичностью и чисто восстановительным ремонтом. Для иллюстрации рассматриваемой процедуры предлагается пример.

Пусть $m = 20$ шт.; $C_1 = 100$ руб.; $C_2 = 600$ руб. и распределение вероятностей имеет следующий вид (табл. 1).

В процессе решения заполняется расчетная таблица (табл. 2), причем $i = 0$ соответствует чисто восстановительному ремонту.

Таблица 2

Предупредительный ремонт раз в i месяцев	n_i	$S_i = 2000 - 600n_i$ в руб.	Среднемесячные затраты в руб. $\frac{S_i}{i}$
0		3870,97	3870,97
1	6	5600	5600
2	9,8	7880	3940
3	13,54	10124	3374,9
4	19,642	13784	3443,5
5	29,427	19656,2	3931,2

Из табл. 2 видно, что минимальные среднемесячные затраты (3374,9 руб.) получаются при проведении предупредительного ремонта с периодичностью в три месяца. Более короткая или более длительная периодичность ведет к увеличению среднемесячных затрат.