

УДК 519

КОМБИНАТОРНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

Кукарцев Е. А., студент гр. МКс-241, II курс
Прейс Е. В., к.т.н., доцент кафедры математики.

Современное горное предприятие – это сложное и высокоинтенсивное производство, которое использует большое количество горного оборудования. Эксплуатация техники проходит в круглосуточном режиме в условиях загрязненной среды и повышенной влажности. Все это оказывает влияние на ускоренный износ оборудования и отказ технических устройств.

Показателем эффективности работы любого предприятия является объём выпускаемой продукции, что связано непосредственно с бесперебойной работой всех систем и оборудования. Любая поломка ведёт к вынужденным простоям и убыткам предприятия. Закупка новой техники не всегда целесообразна для предприятия, поэтому необходима четкая организация ремонта и обслуживания имеющейся техники.

В настоящее время на горных предприятиях применяется система планово-предупредительных ремонтов оборудования. Это регулярные технические мероприятия, направленные на ремонт техники и предупреждение преждевременного износа оборудования. Четкое и своевременное проведение этих мероприятий позволяет обеспечивать непрерывную работу всего технического комплекса на предприятии. Заводы изготовители предоставляют потребителям документацию по ремонту и эксплуатации оборудования. Но она носит лишь рекомендательный характер. По этой документации можно составить четкие временные интервалы для проведения технических обслуживаний и плановых ремонтов, но основываются они на усредненных показателях работы оборудования. Часто возникают проблемы, когда заводские нормативные акты не вписываются в жесткие условия эксплуатации горных машин и оборудования, причем эти условия различны и уникальны для каждого горного предприятия.

Плановый ремонт – ремонт, определенный нормативной документацией завода-изготовителя и проводимый в плановом режиме с определенной периодичностью.

Неплановый ремонт – это ремонт, осуществляемый при поломке оборудования, оговоренный в нормативной документации, но осуществляемого в неплановое время.

Ремонтный цикл – это наработка оборудования (в машино-часах, тоннах, кубометрах и т.п.) от начала ввода в эксплуатацию до первого капитального ремонта или между двумя последовательными капитальными ремонтами. Структура ремонтного цикла представляет собой перечень и последовательность выполнения всех видов плановых ремонтов (текущих Т1, Т2, Т3 и капитального К), установленных для данной горной машины, с указанием их очередности и периодичности.

Расчет структуры ремонтного цикла ведется исходя из знания ресурса базовой детали t_6 и быстроизнашиваемой детали t_{min} . Под базовой деталью понимается основная, наиболее долговечная деталь или сборочная единица машины (например, рама экскаватора, корпус редуктора и т.д.), ресурс которой (t_6) определяет общий срок службы машины до её списания или капитального ремонта. Замена базовой детали, как правило, экономически нецелесообразна, поэтому её долговечность закладывается в основу проектирования ремонтного цикла.

Быстроизнашиваемая деталь – это элемент машины, имеющий наименьший ресурс среди всех её составных частей. Именно ресурс быстроизнашиваемой детали лимитирует межремонтные периоды, так как её отказ или предельный износ требует остановки оборудования для проведения ремонтных воздействий. Соотношение ресурсов базовой и быстроизнашиваемой деталей ($\rho = t_6/t_{min}$) используется в комбинаторном анализе для определения возможных структур ремонтного цикла.

Рассмотрим пример: рассчитать возможные структуры ремонтного цикла для горной машины при заданных значениях $t_6 = 22400$ маш. -ч и $t_{min} = 531$ маш. -ч

- 1) Периодичность ремонтов выражается через простые числа (y_1, y_2, y_3), которые получаются при разложении соотношения ресурсов ρ :

$$\rho = \frac{t_6}{t_{min}} = y_1^a * y_2^a \dots y_k^{a_k}$$

$$\rho = 42, \text{ раскладывается как } 2^1 * 3^1 * 7^1$$

- 2) Рассчитываем количество возможных структур ремонтного цикла $N_{стр}$, и определим число строк в матрице:

$$N_{\text{стр}} = \frac{(\sum_{i=1}^k a_i)!}{a_1! a_2! \dots a_i!}$$

$$N_{\text{стр}} = 6$$

- 3) Максимальное число видов ремонтов для каждой из структур, не считая T_1 (число столбцов в матрице перестановок):

$$N_p = \sum_{i=1}^3 a_i$$

$$N_p = 3, \text{ (то есть } T_2, T_3 \text{ и К).}$$

- 4) Число строк матрицы $N_{\text{стр}} = 6$, число столбцов $N_p = 3$.

$$\begin{array}{ccc} 2 & 3 & 7 \\ 2 & 7 & 3 \\ 3 & 2 & 7 \\ 3 & 7 & 2 \\ 7 & 2 & 3 \\ 7 & 3 & 2 \end{array}$$

- 5) Найдем коэффициенты g_i . Значение $g_1=1$ для всех шести структур. Расчетные значения g_2, g_3 и g_4 приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ структуры ремонтного цикла	Коэффициент периодичности			
	g_1	g_2	g_3	g_4
1	1	2	6	42
2		2	14	42
3		3	6	42
4		3	21	42
5		7	14	42
6		7	21	42

- 6) Умножением g_1, g_2, g_3 и g_4 на $t_{\min} = 531$ маш.-ч получим продолжительность межремонтных периодов (T_1, T_2, T_3 и К).
7) Определяем число текущих ремонтов

$$n_{t3i} = \frac{K}{T_{3i}} - 1$$

$$n_{t2i} = \frac{K}{T_{2i}} - n_{t3i} - 1$$

$$n_{t1i} = \frac{K}{T_{2i}} - n_{t2i} - n_{t3i} - 1$$

Таблица 2

структуры ремонтного цикла	Межремонтные периоды, ч				Число текущих ремонтов			трудоемкость
	T1	T2	T3	K	n1	n2	n3	
1	531	1062	3186	22302	21	14	6	67
2		1062	7434		21	18	2	63
3		1593	3186		28	7	6	60
4		1593	11151		28	12	1	55
5		3713	7434		36	3	2	48
6		3717	11151		36	4	1	47

- 8) Выбор определенного варианта структуры ремонтного цикла основывается на обеспечении его минимальной трудоемкости. Суммарную трудоемкость можно определить по формуле:

$$T_{\Sigma i} = \sum_{i=1}^n n_{ti} * T_{pi}$$

Где T_{pi} – трудоемкость ремонтов, ч (для расчетов принимаем ($T_{p1} = 1$, $T_{p2} = 2$, $T_{p3} = 3$, что соответствует их сложности)

Минимальная трудоемкость будет соответствовать 6 строке, значит строим для нее структуру ремонтного цикла.

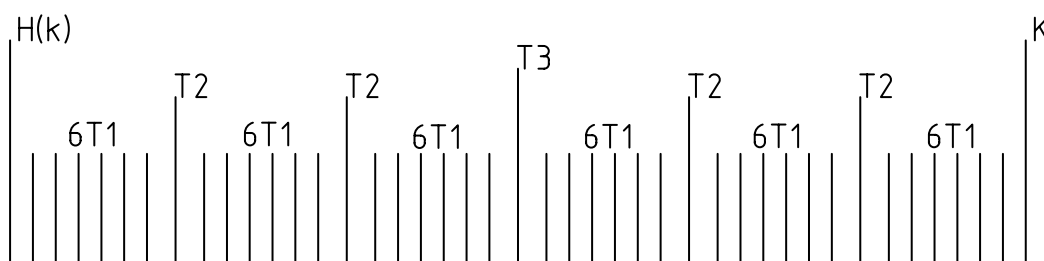


Рис. 1 Структура ремонтного цикла

Формула для данной структуры ремонтного цикла имеет вид:

$$H(k) - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - T_3 - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - T_2 - 6T_1 - K.$$

Таким образом, комбинаторные вычисления помогают организовать периодичность ремонтов горного оборудования.

--