

Затраты на электроэнергию составят:

$$\mathcal{E}_1 = W_{\text{э}1} \Pi_3 = 623700 \cdot 2,42 = 1,509 \text{ млн руб./год};$$

$$\mathcal{E}_2 = W_{\text{э}2} \Pi_3 = 1108052 \cdot 2,42 = 2,681 \text{ млн руб./год},$$

где $W_{\text{э}1}$, $W_{\text{э}2}$ – годовой расход электроэнергии по первому и второму вариантам, кВт·ч; Π_3 – цена 1 кВт·ч электроэнергии: по преискурранту $\Pi_3 = 2,42$ руб/(кВт·ч).

Остальные затраты приняты по действующим нормативам в процентах от величины капитальных затрат.

Приведённые затраты Π рассчитывали с использованием коэффициента экономической эффективности капитальных вложений E_n :

$$\Pi = C + E_n K,$$

где C – годовые эксплуатационные расходы, руб/год; $E_n = 0,12 \text{ год}^{-1}$.

Экономический эффект определялся как разность приведённых затрат по сравниваемым вариантам. Результаты расчётов приведены в таблице.

Экономическое сравнение вариантов

№	Показатели	Ед. изм.	I вариант	II вариант
1	Капитальные вложения	млн руб	-	51
2	Годовые эксплуатационные расходы:	млн руб./год		
	всего		159	120
	в т.ч.:			
	тепловая энергия		150,9	108,5
	электроэнергия		1,51	2,68
	прочие		4,0	7,8
3	Приведённые затраты	млн руб./год	159	128
4	Экономический эффект	млн руб./год	31	

Таким образом, установка экономайзеров для утилизации вторичных энергоресурсов позволяет предприятию существенно снизить затраты на оплату тепловой энергии, получаемой от ТЭЦ. Для условий КачГОК затраты на тепловую энергию уменьшаются на 42,4 млн руб./год. Экономический эффект составляет 31 млн руб./год.

УДК 676.1.024.1

В.М. Халтурин
 (V.M. Halturin)
 УГЛТУ Екатеринбург
 (USFEU, Ekaterinburg)

**РАСЧЕТ СТРУКТУРЫ РЕМОНТНОГО ЦИКЛА И ЦИКЛА
 ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛЕСОПОГРУЗЧИКА ПЛ-3
 (CALCULATION OF THE REPAIR CYCLE STRUCTURE AND
 CYCLE OF LOGGER PL-3 MAINTENANCE)**

Предложена методика расчета ремонтного цикла и цикла технического обслуживания лесопогрузчика ЛП-3, которая позволяет более эффективно эксплуатировать его работу.

The design procedure of a repair cycle and a cycle of technical maintenance of logger LP-3 which allows its work more effectively is offered.

Техническое обслуживание гидрофицированного лесопогрузчика ЛП-3 проводят по системе планово-предупредительных ремонтов (ППР), которая регламентирует объёмы работ при ТО и ремонте, не учитывая действительного технического состояния машины. Это приводит к недоиспользованию ресурса отдельных деталей и сборочных единиц, увеличению объема разборочно-сборочных работ.

Сущность поэтапной системы ремонтов состоит в том, что в процессе проведения текущих ремонтов наряду с обязательным объёмом работ по техническому обслуживанию (подтяжка крепежа, регулировка, смазка и др.) выполняются ремонты наиболее изношенных узлов и механизмов.

Заводом-изготовителем для лесопогрузчика установлены следующие виды и периодичность технического обслуживания: ЕТО (ежесменное ТО); ТО1 (техническое обслуживание №1) – через 60 мото-ч; ТО2 – (техническое обслуживание №2) – через 240 мото-ч; ТО3 – (техническое обслуживание №3) – через 960 мото-ч; СТО (сезонное ТО) – при переходе к зимней и летней эксплуатации. Допустимое отклонение установленных периодичностей ТО в зависимости от условий работы лесопогрузчика равно $\pm 10\%$. Данные виды и периодичность работ по ТО целесообразно оставить без изменения, так как они содержат регламентные работы. Периодичность же текущих и капитальных ремонтов можно определить расчётом с использованием методов математической статистики. Текущие ремонты являются технологически делимыми работами, так как основные механизмы и узлы можно ремонтировать независимо друг от друга. Поэтому для расчёта периодичности текущих ремонтов используется комбинаторный анализ. Преимущественное внимание уделяется двум видам операций: отбору подмножеств и упорядочению элементов. Множество периодических работ делится на два подмножества. В первое входят работы, связанные с известной директивной периодичностью, которую предписывает завод-изготовитель (например, замена масла, промывка фильтра и т.д.)

Во второе подмножество входят работы, оптимальную периодичность которых можно находить по экономическому критерию (например ремонт штока гидроцилиндра). Работы данного подмножества по срокам и объёмам планируются условно в зависимости от технического

состояния деталей и узлов лесопогрузчика. В качестве основного ограничения, позволяющего с высокой степенью надёжности обеспечить условия безотказной работы лесопогрузчика при любых режимах работы, принято условие, что минимальная возможная периодичность ТО должна быть не больше времени наработки быстро изнашиваемой ремонтной единицы лесопогрузчика, т.е.

$$t_i \leq t_{\min}, \quad (1)$$

где t_{\min} – наработка на отказ быстроизнашиваемой ремонтной единицы, мото-ч.

При этом минимальные убытки от простоев лесопогрузчика обеспечиваются, если периодичность каждой последующей формы является наименьшим общим кратным всех предыдущих форм и выполняется условие:

$$t_1 = \frac{1}{q_1} t_2 = \frac{1}{q_1 q_2} t_3 = \dots = \frac{1}{q_1 q_2 \dots q_{n-1}} t_n, \quad (2)$$

где $q_1 \dots q_{n-1}$ – коэффициенты периодичности. Для определения возможного количества структур ремонтного цикла и видов ремонта выполняется каноническое разложение частного от деления наработки базовой ремонтной единицы на наработку быстроизнашиваемую.

Для лесопогрузчика базовой ремонтной единицей является рама лесопогрузчика с наработкой на отказ, равной 3840 мото-ч, т.е. $t_8 = 3840$ мото-ч. Быстроизнашиваемой ремонтной единицей лесопогрузчика является трак с наработкой 642 мото-ч, т.е. $t_{\min} = 642$ мото-ч. Каноническое разложение для нашего случая будет:

$$p = \frac{t_8}{t_{\min}} = y_1^{\alpha_1} * y_2^{\alpha_2} \dots y_n^{\alpha_n} = p = \frac{3840}{642} = 6 = 2 \times 3 \quad (3)$$

Здесь $y_1 \dots y_n$ – основание канонического разложения (ряд первых простых чисел) мото-ч; $\alpha_1 \dots \alpha_n$ – показатели канонического разложения (натуральные числа).

Исходя из канонического разложения (3) рассчитывается возможное число структур ремонтного цикла по формуле:

$$N_{\text{стр}} = \frac{(\sum_{i=1}^K \alpha_i)!}{\alpha_1! * \alpha_2! * \dots * \alpha_n!} = N_{\text{стр}} = \frac{2!}{1! * 1!} = 2 \quad (4)$$

Максимальное число видов ремонта равно сумме показателей канонического разложения, не считая первой:

$$N_p = \sum_{i=1}^K \alpha_i = 1 + 1 = 2, \quad (5)$$

т.е. включает текущий ремонт T_2 и капитальный ремонт K . Для определения межремонтных периодов для каждой структуры ремонтного цикла основания канонического разложения заносятся в матрицу перестановок. Для нашего случая матрица перестановок будет:

$$\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 2 \end{vmatrix} \quad (6)$$

Число строк матрицы равно числу возможных структур ремонтного цикла т.е. 2. Путём последовательного перемножения оснований рассчитываются коэффициенты q_i , произведения которых на t_{\min} останавливаются межремонтный период. Для всех возможных структур определяются затраты на техническое обслуживание и ремонт с учётом убытков от простоев по формуле

$$C = \left[\sum_{i=1}^{n_1} q_{1i} \left(\frac{t_{\text{ц}}}{t_{1i}} - 1 \right) + \sum_{i=1}^{n_2} q_{2i} \left(\frac{t_{\text{ц}}}{t_{2i}} - 1 \right) + \sum_{i=1}^{n_p} B_i \left(\frac{t_{\text{ц}}}{t_i} - 1 \right) + g\omega t_B \right] \rightarrow \min,$$

где q_{1i} – затраты на i -е работы с назначаемой периодичностью, руб; q_{2i} – затраты на i -е работы с оптимальной периодичностью, руб; $t_{\text{ц}}$ – наработка лесопогрузчика за ремонтный цикл, мото-ч; B_i – средняя продолжительность одного простоя при ремонте, ч; ω – интенсивность отказов за ремонтный цикл, определяется эмпирическим путём; t_B – среднее время восстановления, ч; n_p – количество работ по ремонту.

Данная методика позволяет рассчитать текущие ремонты, которые раньше не планировались, а производились по потребности, и время проведения капитального ремонта, которое составляет для лесопогрузчика по системе ППР 3840 мото-ч (расчётом получено 3852 мото-ч). За весь срок службы (как правило) лесопогрузчик подвергается одному капитальному ремонту.

УДК 62-66

Ю.Л. Юрьев, И.К. Гиндулин
 (Y.L. Yuriev, I.K. Gindulin)
 УГЛТУ, Екатеринбург
 (USFEU, Ekaterinburg)
 С.А. Самойленко
 (S.A. Samoilenko)
 УТДУ, Н.Тагил
 (UTC, N.Tagil)

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО БИОТОПЛИВА
 ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ МАЛОЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
 ЭНЕРГЕТИКИ**
 (EFFICACY OF SOLID BIOFUELS OF THE SECOND GENERATION
 FOR SMALL DISTRIBUTED ENERGY)

*Проведено сравнение эффективности применения некоторых видов
 твердого биотоплива в энергетике.*

*The effectiveness of the use of certain kinds of solid biofuels in the energy
 sector are comparison*