

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ ТЯГОВЫХ МАШИН СЕРИИ ДК-211БМ ГОРОДСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

И.А. Меншиков, Е.Д. Богаченко

*Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.,
Россия, Саратов, e-mail: igormenshikov55@yandex.ru*

Аннотация: Приведены методы определения оптимальных показателей надежности троллейбусных тяговых электрических машин городского электротранспорта с повышенным отработанным ресурсом.

Ключевые слова: экономический эффект за амортизационный срок службы изделия, надежность, тяговые электрические машины.

METHODS OF DETERMINING COST OPTIMAL RELIABILITY OF TRACTION MACHINES SERIES DK-211 BM CITY ELECTRIC TRANSPORT

G. I. A. Menshikov, E.D. Bogachenko

*Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin,
Russia, Saratov, e-mail: marinka3011@mail.ru*

Abstract: Methods of determining the optimal reliability of trolley traction electric machines of the urban electric vehicle with high otruba-culated resource.

Keywords: economic effect over the depreciation life of the product, dependability, traction electric machine.

Повышать значения показателей надежности троллейбусных тяговых электрических машин (ЭМ) серии ДК – 211БМ (ЭМ) с повышенным отработанным ресурсом имеет экономически оптимальное значение. В основу определения экономически оптимальных значений показателей надежности тяговых электрических машин положено требование обеспечения максимальной величины дополнительного экономического эффекта за амортизационный срок службы изделия, руб.:

$$\mathcal{E}_{\max} = (m_0 - m_{\text{опт}}) \cdot \bar{R} \cdot T_s - \Delta k, \quad (1)$$

где \mathcal{E}_{\max} – дополнительный экономический эффект за амортизационный срок службы ЭМ ДК - 211БМ; m_0 – начальное значение показателя надежности ЭМ при заданных режимах и условиях эксплуатации; $m_{\text{опт}}$ – расчетное оптимальное значение показателя надежности изделия; \bar{R} – средняя стоимость потерь при отказе ЭМ; T_s – эквивалентный срок службы ЭМ; Δk – дополнительные затраты на повышение надежности ЭМ [1].

В формуле (1) использованы обобщенные показатели надежности: m_0 и $m_{\text{опт}}$, имеющие размерность количества отказов ЭМ в год.

Значение дополнительного экономического эффекта \mathcal{E}_i за срок службы $T_{\text{служ}}$ ЭМ определяется с учетом снижения значимости получаемого эффекта через время, отдаленное от момента, когда производятся дополнительные затраты. В связи с этим в случае приведения эффекта за весь срок службы $T_{\text{служ}}$ к начальному моменту времени $T_0 = 0$ эффект условно принимают неизменным и определяют эквивалентный срок службы T_s ЭМ:

$$T_s = \frac{1 - e^{-E_n \cdot T_{\text{служ}}}}{E_n}, \quad (2)$$

где E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности, для ЭМ, $E_n = 0,15$.

Исходные данные для расчета экономически оптимального показателя надежности ЭМ являются: начальные значения показателей надежности ЭМ; амортизационный срок службы ЭМ.

Порядок расчета следующий: выбирают n возможных практически осуществимых способов повышения надежности ЭМ; для выбранных способов повышения надежности рассчитывают значения показателей надежности m_0 и $m_{\text{опт}}$ ЭМ и соответствующие им дополнительные затраты Δk в рублях; по графику зависимости $T_3 = f(T_{\text{служ}})$, который должен быть построен на базе существующего опыта эксплуатации ЭМ, определяют эквивалентный срок службы ЭМ T_3 для заданного амортизационного срока службы.

Среднюю стоимость потерь при отказе \bar{R} руб., рассчитывают по формуле

$$\bar{R} = \bar{H} + \bar{C}_B + B \cdot \bar{t}_B, \quad (3)$$

где \bar{H} — средний ущерб при отказе, руб.; \bar{C}_B — средняя стоимость восстановления одного отказа, руб.; B — условно постоянные расходы в единицу времени, руб./год; \bar{t}_B — среднее время восстановления, руб.

Среднее значение ущерба \bar{H} при отказе ЭМ определяется стоимостью бракованной продукции, сырья и полуфабрикатов.

Среднюю стоимость восстановления одного отказа \bar{C}_B , руб., определяют по следующей формуле:

$$\bar{C}_B = \bar{C}_z + \bar{C}_p, \quad (4)$$

где \bar{C}_z — средняя стоимость замененной машины; \bar{C}_p — средняя стоимость ремонта. Условно постоянные расходы в единицу времени B входят в состав себестоимости ЭМ и определяются в соответствии с типовыми методиками технико-экономического обоснования новых разработок.

Среднее время восстановления ЭМ определяют по среднестатистическим данным эксплуатации подобных машин [2].

Для каждого намеченного способа повышения надежности рассчитывают значение Z_i , численно равное приращению затрат на повышение надежности ЭМ при снижении среднего числа отказов в 27 раз, руб.

$$Z_i = \frac{\Delta k_i}{\ln \frac{m_0}{m_i}}, \quad (5)$$

Если среднее арифметическое значение Z_i отличается от крайних значений не более чем на 10...15 %, то экономически оптимальное значение показателя надежности определяется по формуле

$$m_{\text{опт}} = \frac{Z}{RT_3}, \quad (6)$$

Если среднее арифметическое значение отличается от крайних значений Z_i более чем на 10...15 %, то оптимальное значение показателя надежности определяют по формуле дополнительного экономического эффекта.

Для каждого выбранного способа повышения надежности определяют дополнительный экономический эффект Δ_i по формуле (1). Подставляя в формулу (1) поочередно рассчитанные значения Δk при различных способах повышения надежно-

сти и соответствующие значения m_i , находят наибольшее значение дополнительного экономического эффекта \mathcal{E}_{\max} .

Значение m_i ЭМ, при котором дополнительный экономический эффект наибольший, и будет оптимальным значением m_{opt} из числа выбранных способов повышения надежности.

Если при определении значения \mathcal{E}_{\max} по формуле (1) окажется, что при всех практически возможных способах повышения надежности дополнительный экономический эффект отрицателен (или равен нулю). Это указывает на то, что повышать надежность данной ЭМ экономически нецелесообразно.

По найденным значениям m_0 и m_{opt} - определяют меру повышения надежности которая может быть достигнута

$$y = \frac{m_0}{m_{\text{opt}}}. \quad (7)$$

Библиографический список

1. Гольдберг О.Д., Хелемская С.П. Надежность электрических машин. // под ред. О.Д. Гольдберга. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 288 с.
2. Менщиков И.А. Эффективные методы автоматизации контроля технического состояния электромеханических систем. Монография //Саратов: ООО «Издательский Центр «Наука», 2014. 141 с.