

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СРОКА СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА

Ю. Д. Таршис, М. Ю. Таршис

ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль

Рецензент д-р техн. наук, профессор С. И. Дворецкий

Ключевые слова и фразы: машина; оптимальный срок службы; техническое устройство; удельная рентабельность.

Аннотация: Рассмотрен подход к определению оптимального срока службы технического устройства, машины. В качестве критерия оптимальности принят показатель максимальной удельной рентабельности эксплуатации этого технического устройства. Приведен пример определения экономически оптимального срока службы станка для сборки автопокрышек.

Срок службы следует отнести к важнейшим показателям надежности, определяемым совокупностью экономических и технических требований [1 – 3]. Данный показатель определяет рациональный предел использования служебных свойств машины, технического устройства, обусловленный целесообразностью эксплуатации без его замены.

Величину прибыли от реализации продукции, произведенной с использованием устройства за определенный период j , выразим как

$$\sum_i^j P_i = \sum_i^j Q_i - \sum_i^j Z_i - \sum_i^j \Phi_i, \quad (1)$$

где P_i – величина прибыли (чистого дохода) от реализации продукции, произведенной в i -м с момента пуска в эксплуатацию году, приведенная к начальному моменту эксплуатации, р.; Q_i , Z_i , Φ_i – соответственно приведенные к начальному моменту эксплуатации величины: стоимости продукции, произведенной в i -м году; затрат на производство продукции в i -м году; платы за ту часть производственных фондов, величина которых обусловлена применением и использованием устройства, для i -го года его эксплуатации.

Суммарные приведенные затраты за i лет эксплуатации представим в виде

$$\sum_i^j Z_i = \sum_i^j q_0 T_i K_{T_i} \theta_i + \sum_i^j q_3 T_i \theta_i + \sum_i^j q_p (1 - K_{T_i}) T_i \theta_i + \sum_i^j q_a \theta_i, \quad (2)$$

Таршис Юлий Давидович – доктор технических наук, профессор кафедры «Сопротивление материалов»; Таршис Михаил Юльевич – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Теоретическая механика», e-mail: mutarshis@yahoo.com, ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет», г. Ярославль.

где q_0 – удельные основные затраты, обусловленные технологическим процессом производства за единицу времени бесперебойной работы, р./ч; q_3 – удельные основные затраты на заработную плату операторов совместно с удельными расходами на управление и обслуживание производства, р./ч; q_p – удельные затраты на единицу времени ремонта устройства, р./ч; q_a – удельные амортизационные отчисления на реновацию устройства, р./год; T – номинальный годовой фонд времени работы устройства за i -й год его эксплуатации, ч; K_{T_i} – коэффициент технического использования устройства, являющийся комплексным показателем надежности; θ_i – коэффициент приведения, учитывающий разновременность затрат.

Коэффициент приведения служит для пересчета «ценности» затрат, осуществляемых в различные моменты времени. При оценке затрат с позиций некоторого начального момента времени данный коэффициент составляет

$$\theta_i = (1 - \alpha)^{-i}, \quad (3)$$

где α – относительная величина ежегодного прироста средств, пущенных в обращение величина может быть принята равной 0,1...0,15; i – период времени, исчисляемый с начального момента до рассматриваемого, годы.

Приведенная величина стоимости продукции

$$\sum_{i=1}^j Q_i = \sum_{i=1}^j \Pi q_{\Pi} T_i K_{T_i} \theta_i, \quad (4)$$

где Π – часовая производительность машины, ед./ч; q_{Π} – стоимость единицы продукции, р./ед.

Приведенная величина затрат на производство продукции

$$\sum_{i=1}^j \Phi_i = \sum_{i=1}^j q_{\Phi} C_{\Phi} \theta_i. \quad (5)$$

где C_{Φ} – стоимость производственных фондов, обусловленных использованием машины, р.; q_{Φ} – удельные затраты стоимости производственных фондов.

Таким образом, уравнение (1) с учетом уравнений (2), (4), (5) имеет вид

$$\sum_{i=1}^j P_i = \sum_{i=1}^j \Pi q_{\Pi} T_i K_{T_i} \theta_i - \sum_{i=1}^j q_{\Phi} C_{\Phi} \theta_i - \left(\sum_{i=1}^j q_0 T_i K_{T_i} \theta_i + \sum_{i=1}^j q_3 T_i \theta_i + \sum_{i=1}^j q_p (1 - K_{T_i}) T_i \theta_i + \sum_{i=1}^j q_a \theta_i \right). \quad (6)$$

Данное уравнение позволяет определить приведенную величину накопленной (суммарной) прибыли от реализации продукции, произведенной на машине за j лет эксплуатации.

Соответствующие расчеты, произведенные по результатам исследований, проведенных на Ярославском шинном заводе и других заводах, показывают, что накопленная прибыль постоянно увеличивается с течением

периода эксплуатации машины. Однако интенсивность нарастания накопленной (суммарной) прибыли неравномерна по годам эксплуатации машины и зависит от числа лет эксплуатации, уровня надежности машины, конкретных условий эксплуатации и других факторов. Если отношение накопленной за i лет эксплуатации прибыли, полученной от реализации по оптовым ценам продукции, произведенной на машине, к суммарным издержкам производства, связанным с изготовлением продукции на машине за тот же период, рассматривать как удельную рентабельность эксплуатации машины p_j , то данная величина может служить показателем интенсивности нарастания накопленной (суммарной) прибыли. Анализ изменения удельной рентабельности эксплуатации машины в зависимости от периода эксплуатации показывает, что данная величина неравномерно возрастает с течением срока эксплуатации машины, а затем по достижении максимального значения начинает неравномерно убывать.

Для нахождения экономически оптимального срока службы конкретной машины подсчитывается величина удельной рентабельности эксплуатации последовательно по годам эксплуатации машины с момента ее пуска. При этом в уравнении зависимости (2) затраты на амортизацию на реновацию машины принимаются равными ее цене Π , p , то есть

$$\sum_{i=1}^j q_a \theta_i = \Pi. \quad (7)$$

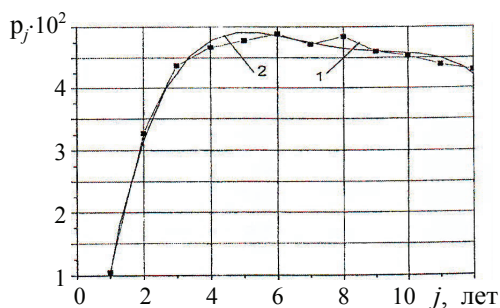
Отношение накопленной за j лет эксплуатации устройства прибыли (1), полученной от реализации продукции, к суммарным издержкам производства (2), связанным с изготовлением за тот же период, рассматриваемое, как удельная рентабельность эксплуатации устройства p_j , может служить показателем интенсивности нарастания накопленной (суммарной) прибыли.

Период эксплуатации с момента пуска машины до года, соответствующего максимальной удельной рентабельности, будет являться экономически оптимальным сроком службы [1, 2]. Норма ежегодных амортизационных отчислений на реновацию машины, преследующая цель: накопить к моменту истечения срока службы машины (с учетом ее физического и морального износа) средства для ее замены, должна устанавливаться по определенному экономически оптимальному сроку службы машины.

В качестве примера нахождения экономически оптимального срока службы машины рассмотрим определение наиболее выгодного срока службы полудорнового сборочного станка для сборки автопокрышек.

На рисунке показана зависимость удельной рентабельности p_j эксплуатации станка от срока его службы (кривая 1) и ее аппроксимация полиномом четвертого порядка (кривая 2)

$$p_j = (-2 + 4j - 0,8j^2 + 0,07j^3 - 0,0002j^4) \cdot 10^{-3}.$$



Зависимость удельной рентабельности станка от срока его эксплуатации

Анализ изменения удельной рентабельности, с точки зрения достижения максимальной прибыли, показывает, что целесообразно использование станка в течение 6 лет.

Таким образом, используя в качестве критерия оптимальности показатель максимальной удельной рентабельности эксплуатации машины, технического устройства, можно решить ряд вопросов: об экономически целесообразном сроке его службы, эффективности его замены более прогрессивным с известными технико-экономическими показателями, эффективности модернизации и др., связанные с эффективностью использования оборудования, повышения его качества и надежности.

Список литературы

1. Колегаев, Р. Н. Определение оптимальной долговечности технических систем / Р. Н. Колегаев. – М. : Советское радио, 1967. – 112 с.
2. Уальд, Д. Оптимальное проектирование : пер. с англ. / Д. Уальд. – М. : Мир, 1981. – 237 с.
3. Таршис, Ю. Д. Основы оптимального и вероятностного проектирования элементов конструкций / Ю. Д. Таршис, М. Ю. Таршис. – Ярославль : [б. и.], 2001. – 387 с.

References

1. Kolegaev R.N. *Opređenje optimal'noi dolgovechnosti tehničeskikh sistem* (Determination of the optimal durability of technical systems), Moscow: Sovetskoe radio, 1967, 112 p.
2. Wilde, D. *Optimal'noe proektirovanie* (Globally Optimal Design), Moscow: Mir, 1981, 237 p.
3. Tarshis Yu.D., Tarshis M.Yu. *Osnovy optimal'nogo i veroyatnostnogo proektirovaniya elementov konstruktsii* (Fundamentals of probability and optimal design of structural elements), Yaroslavl, 2001, 387 p.

Determining the Optimal Service Life of a Technical Device

Yu. D. Tarshis, M. Yu. Tarshis

Yaroslavl State Technical University, Yaroslavl

Key words and phrases: machine; optimum service life; specific profitability; technical device.

Abstract: The paper considers an approach to determining an optimal service life of a technical device. The parameter of maximal specific profitability of this technical device is accepted as an optimality criterion. The example of determining an optimum service life of a machine for assembling tires has been studied.

© Ю. Д. Таршис, М. Ю. Таршис, 2014

Статья поступила в редакцию 02.11.2014 г.