

Тема 12. Определение коэффициента готовности, оптимальной долговечности и уровня надежности узла (агрегата) машины

При определении оптимальной долговечности автомобильных конструкций за критерий долговечности автомобиля принята минимальная сумма средних удельных затрат $C_{уд}(t)$ на приобретение и поддержание его в технически исправном состоянии. Для описания удельных затрат на поддержание надежности на интервале наработки до t_p предложена зависимость вида

$$C_{пн\инн}(t) = bt^n, \quad (4.7)$$

где n - показатель степени,

b - угловой коэффициент кривой интервальных затрат,

а на интервале $(0, T)$ - многочлен вида

$$C_{пн\инн}(t) = \sum_{i=1}^5 a_i t^i. \quad (4.8)$$

Для данных уравнений характерно то, что они учитывают возможность нелинейного характера затрат на поддержание надежности, а также затраты, обусловленные потерями от простоев (рисунок 4.5).

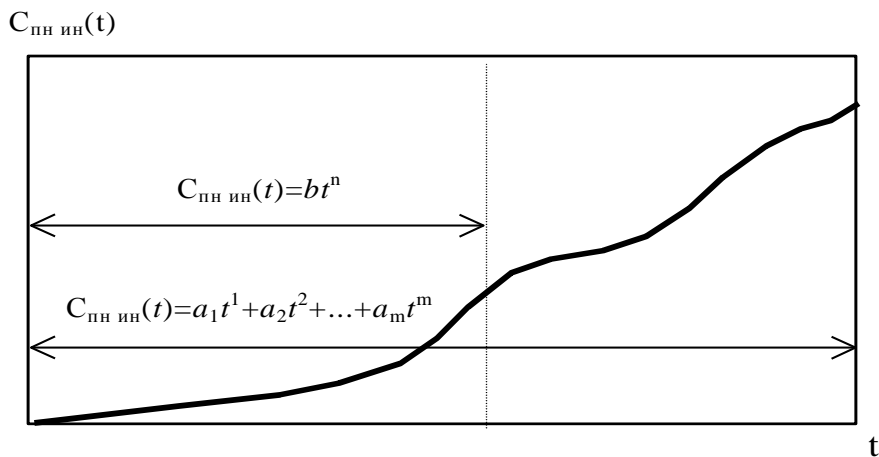


Рисунок 4.5 - Затраты на поддержание надежности

При этом во внимание принимались только детали, лимитирующие надежность машины. Уравнение суммарных средних удельных затрат на приобретение автомобиля и поддержание его в технически исправном состоянии в общем виде выглядит как

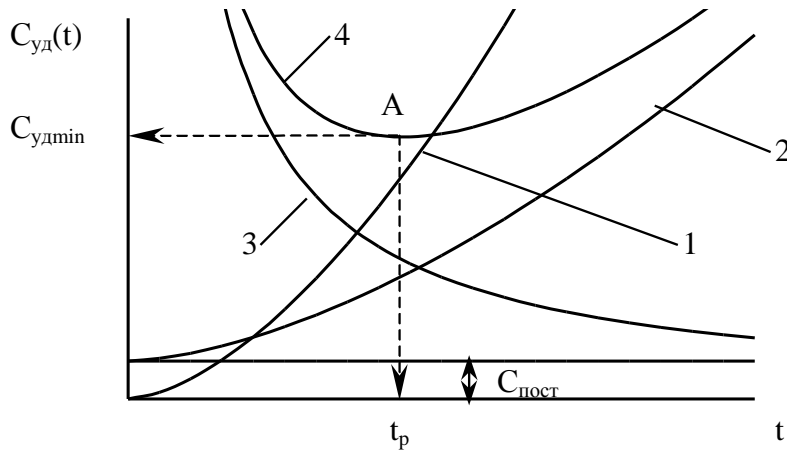
$$C_{y\partial}(t) = \frac{C_a}{t} + \frac{C_{нн}(t)}{t} = \frac{C_a}{t} + \frac{\int_0^t C_{нн_{ин}}(\tau) d\tau}{t} . \quad (4.9)$$

При использовании зависимости (4.7) уравнение суммарных затрат (4.9) приобретает вид

$$C_{y\partial}(t) = \frac{C_a}{t} + \frac{\int_0^t b\tau^n d\tau}{t} = \frac{C_a}{t} + \frac{bt^n}{n+1} . \quad (4.10)$$

Минимальная величина $C_{y\partial \min}$ суммарных средних удельных затрат $C_{y\partial}(t)$ (рисунок 4.6) наблюдается при

$$t_p = \sqrt[n+1]{\frac{C_a(n+1)}{bn}} . \quad (4.11)$$



- 1 - удельные эксплуатационные расходы в интервалах пробега;
- 2 - средние эксплуатационные расходы за пробег с начала эксплуатации;
- 3 - удельные расходы на приобретение изделия;
- 4 - суммарные удельные расходы, связанные с приобретением и поддержанием изделия в работоспособном состоянии.

Рисунок 4.6 – Определение оптимальной долговечности автомобиля

При решении уравнения (4.10) можно вычислить не только ресурс t_p , а также из промежуточного выражения вида

$$\frac{C_a}{n} = \frac{bt_p^{n+1}}{n+1} = C_{nn}(t_p) \tag{4.12}$$

определить соотношение между затратами на приобретение автомобиля и на поддержание его надежности за оптимальный ресурс t_p

$$n = \frac{C_a}{C_{nn}(t_p)} \tag{4.13}$$

По сути, показатель степени n отражает уровень надежности транспортной машины.

В отличие от единичных показателей комплексный показатель надежности количественно характеризует не менее двух свойств, составляющих надежность. К комплексным показателям, как правило, относят показатели, которые являются количественной характеристикой готовности объекта к выполнению требуемых функций.

Коэффициент готовности (instantaneous availability function) – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

По сути, коэффициент готовности относится к показателям, отражающим безотказность и ремонтпригодность. Значение коэффициента готовности определяют по формуле

$$K_{\Gamma}(t) = \frac{T}{T + T_{\text{в}}}, \quad (1.15)$$

где T – средняя наработка на отказ,

$T_{\text{в}}$ – среднее время восстановления.

Родственное коэффициенту готовности понятие – коэффициент оперативной готовности, характеризующий готовность объекта выполнять требуемые функции в течение заданного отрезка времени.

Коэффициент оперативной готовности (operational availability function) – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается, и, начиная с этого момента, будет работать безотказно в течение заданного интервала времени.