

УДК 621.113.066

## ОЦЕНКА ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АВТОМОБИЛЬНОГО СЦЕПЛЕНИЯ

ASSESSMENT OF AUTOMOTIVE CLUTCH WEAR RESISTANCE

**А. А. Байбакова**, канд. техн. наук, доц., **Е. А. Блинов**, магистрант,  
Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия  
A. Baibakova, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
E. Blinov Master student,  
Pacific National University, Khabarovsk, Russia

*В данной статье применяется графоаналитический метод расчета буксования сцепления с учетом рабочих процессов, происходящих в сцеплении при его буксовании, что позволит качественно улучшить результаты расчетов.*

*This article uses a graphical-analytical method for calculating clutch slippage, taking into account the work processes occurring in the clutch when slipping, which will qualitatively improve the calculation results.*

*Ключевые слова: сцепление, работа буксования, надежность, долговечность, износостойкость, срок службы сцепления.*

*Keywords: clutch, slip operation, reliability, durability, wear resistance, clutch service life.*

### ВВЕДЕНИЕ

Износостойкость автомобильного сцепления определяет его срок службы. Износ сцепления зависит в основном от работы буксования сцепления.

В литературе имеются расчетные формулы работы буксования, базирующиеся на статистической обработке экспериментальных данных, без учета рабочих процессов в сцеплении.

В данной работе приводится графоаналитический метод работы буксования на основе анализа рабочих процессов в сцеплении.

Как известно, работа буксования происходит как при трогании с места, так и при переключении передач. Наибольшая работа буксования – при трогании автомобиля с места.

Именно для этого случая проводится расчет работы буксования.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Баланс моментов, приложенных к коленчатому валу и первичному валу коробки передач:

$$\text{коленчатому валу: } Mc = Me_{\max} + \varepsilon_m \cdot j_m ;$$

$$\text{первичному валу КП: } Mc = M_{\psi} + \varepsilon_a \cdot j_a ,$$

где  $\varepsilon_m, \varepsilon_a$  – соответственно угловое замедление и ускорение коленчатого вала и первичного вала коробки передач.

Графически процесс трогания автомобиля с места можно представить так (рисунок 1):

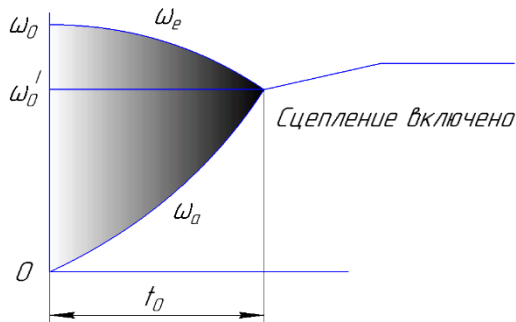


Рисунок 1 – График трогания автомобиля с места

Примем, что закон изменения угловых скоростей коленчатого вала двигателя и первичного вала коробки передач линейный, тогда в любой промежуточной точке:

$$\omega_e = \omega_0 - \varepsilon_m \cdot dt .$$

Элементарная работа буксования, совершаемая на коленчатом вале и первичном вале коробки передач за время  $dt$ :

$$\text{– на коленчатом вале: } dL_e = Mc \cdot \omega_m \cdot dt ;$$

$$\text{– на первичном вале коробки передач: } dL_a = Mc \cdot \omega_a \cdot dt .$$

Работа буксования за время  $dt$  :

$$dL = dL_e - dL_a = Mc \cdot (\omega_m - \omega_a) \cdot dt .$$

Работа буксования за период включения сцепления:

$$L_\delta = Mc \int_0^{t_0} (\omega_m - \omega_a) dt ,$$

где  $\int_0^{t_0} (\omega_m - \omega_a) dt$  – угол буксования.

Величина интеграла представляет собой площадь заштрихованного треугольника на рисунке 1.

$$\text{Таким образом: } L_\delta = M_c \cdot \frac{\omega_0 \cdot t_0}{2} .$$

Подставляя значение  $t_0$ , получим:

$$L_\delta = \frac{\omega_0^2 \cdot j_a \cdot j_m}{2 \cdot \left[ j_a \left(1 - \frac{1}{\beta}\right) + j_m \left(1 - \frac{M_\psi}{Mc}\right) \right]} ,$$

где  $\omega_0 = 0,75 \cdot \omega_N$  – для дизельных двигателей;  $\omega_0 = 0,5 \cdot \omega_N$  – для бензиновых двигателей;  $\omega_N$  – угловая скорость коленчатого вала двигателя при максимальной мощности двигателя;  $M_\psi$  – момент сопротивления движению при трогании, приведенный к ведущему валу коробки передач (для горизонтальной асфальтовой дороги  $\psi = 0,015 \dots 0,020$ ).

Расчет производится для легковых автомобилей на первой передаче, для грузовых автомобилей на второй передаче.

Работа буксования сцепления получена на основе анализа процесса трогания автомобиля с места и поэтому имеет четкий физический смысл.

Анализ работы буксования, рассчитанный по данной методике, показывает, что  $L_\delta$  резко возрастает при трогании автомобиля с ме-

ста, при высокой частоте вращения коленчатого вала ( $\omega_e$ ), большой массе автомобиля, с прицепом и при трогании автомобиля с места на высшей передаче ( $u_{mp}$ ), а также при увеличении  $j_m$ ,  $M_\psi$ , но  $L_\delta$  уменьшается при увеличении  $\beta$ ,  $M_c$ .

Работа, рассчитанная по данной методике – минимально возможная, а динамические нагрузки будут максимальными, не зависят от плавности включения (включение мгновенное).

Оценка износостойкости проводится по удельной работе буксования  $L_{y\partial}$ :

$$L_{y\partial} = L_\delta / F_\Sigma,$$

где  $F_\Sigma$  – суммарная площадь фрикционных накладок сцепления.

Удельная работа буксования при указанных выше условиях обычно находится в пределах:

для легковых автомобилей  $[L_{y\partial}] = 50 \dots 70$  Дж/см<sup>2</sup>;

для грузовых автомобилей  $[L_{y\partial}] = 50 \dots 120$  Дж/см<sup>2</sup>;

для автопоездов  $[L_{y\partial}] = 10 \dots 40$  Дж/см<sup>2</sup>.

В зависимости от конструкции сцепления  $[L_{y\partial}]$ :

для однодискового сцепления 196...245 Дж/см<sup>2</sup>;

для двухдискового сцепления 147...167 Дж/см<sup>2</sup>.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа может представлять интерес как для специалистов в области проектирования сцепления, так и для студентов и преподавателей вузов в их научно-исследовательской деятельности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вахламов, В. К. Автомобили: эксплуатационные свойства / В. К. Вахламов. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.

2. Гришкевич, А. И. Проектирование трансмиссий автомобилей: справочник / А. И. Гришкевич. – М. : Машиностроение, 1984. – 272 с.

3. Лукин, П. П. Конструирование и расчет автомобиля / П. П. Лукин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1984. - 376 с.

4. Осепчугов, В. В. Автомобиль. Анализ конструкции и элементы расчета / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. – М. : Машиностроение, 1989. – 304 с.

Представлено 01.04.2021

УДК 629.113(075.8)

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ АДЕКВАТНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ  
КАЧЕСТВ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ  
С МЕХАНИЧЕСКОЙ И АВТОМАТИЧЕСКОЙ  
ТРАНСМИССИЕЙ**

**ENSURING ADEQUATE DYNAMIC QUALITIES OF PASSENGER  
CARS WITH MANUAL AND AUTOMATIC TRANSMISSIONS**

**Е. В. Волков**, канд. техн. наук, доц.,  
Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия  
E. V. Volkov, Ph.D. in Engineering, Associate profes,  
Pacific State University, Khabarovsk, Russia

*В настоящее время на легковых автомобилях широкое распространение получили автоматические трансмиссии с гидромеханическими передачами, которые устанавливаются вместо фрикционного сцепления и коробки передач механической трансмиссии. Применение автоматической трансмиссии позволяет улучшить тягово-скоростные свойства автомобиля, поэтому автозаводами предусмотрена комплектация одних и тех же автомобилей различными типами трансмиссий, а также возможность их замены в эксплуатации. В статье рассмотрены вопросы обеспечения адекватных динамических качеств при замене механической трансмиссии на автоматическую.*