

УДК 629.113.004.67.658

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ КОНСТРУКТИВНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ АГРЕГАТОВ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЕЙ****Сумец А.М., к.т.н., доцент***(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко)*

*Исследована взаимосвязь комплексного показателя конструкции с комплексным показателем технологии изготовления зубчатых передач агрегатов трансмиссии грузовых автомобилей.*

**Постановка проблемы.** На стадии проектирования элементов зубчатых передач (ЭЗП) агрегатов трансмиссии автомобильной техники должны быть разработаны технические решения конструктивного и технологического плана, обеспечивающие выполнение автомобилем всех назначенных функций при достаточно высоких показателях эффективности и экономичности. Так называемая прогнозная разработка такого рода решений для ЭЗП на практике основана на изучении предшествующего опыта проектирования, а также на уже имеющихся данных о свойствах материалов и предпочтительных конструктивных параметрах зубчатых колес и шестерен. Очевидно, что для «успешного» прогнозирования ресурса зубчатых передач агрегатов трансмиссии автомобильной техники на стадии проектирования, а также управления последним в процессе эксплуатации необходимо иметь определенные математические выражения для комплексных конструктивного (К) и технологического (М) показателей, которые находятся в тесной зависимости от какого-то единого значимого и представительного показателя автомобиля, что позволит еще на стадии конструирования найти оптимальное или, по крайней мере, хотя бы субоптимальное проектное решение.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Обзор литературы, а также исследования, проведенные в данном направлении автором, позволяют в качестве математических зависимостей для описания комплексных конструктивного (К) и технологического (М) показателей принять следующие [6; 7]:

$$M_1 = \delta_1^t \cdot HB_1^{1,5} \cdot HB_2^{1,0}; \quad (1)$$

$$M_2 = \delta_2^t \cdot HB_1^{1,0} \cdot HB_2^{1,5}; \quad (2)$$

$$K_1 = \frac{\sqrt{\rho^*} \cdot \frac{v_1 - v_2}{\alpha v_1 + \beta v_2} \cdot y_{u_1}}{U_{d_1}} ; \quad (3)$$

$$K_2 = \frac{\sqrt{\rho^*} \cdot \frac{v_1 - v_2}{\alpha v_1 + \beta v_2} \cdot y_{u_2}}{U_{d_2}} . \quad (4)$$

Показатель  $M$  включает физико-механические свойства материалов и тип упрочняющей технологии, определяемые твердостью по Бринеллю (пересчитанная по соответствующим таблицам с микротвердости, определенной по Виккерсу) изнашиваемых поверхностей зубьев исследуемого сопряжения ( $HB_1$  и  $HB_2$ ), относительным удлинением при разрыве ( $\delta_1$  и  $\delta_2$ ) и их контактно-фрикционной усталостью ( $t$ ). Индексы 1 и 2 относятся соответственно к шестерне и колесу.

Показатель  $K$  объединяет кинематические параметры (величину проскальзывания ( $v_1 - v_2$ ) и скорости скольжения ( $v_1$ ,  $v_2$ ) сопрягаемых поверхностей), геометрические характеристики (приведенный радиус кривизны поверхностей  $\rho^*$ ), геометрический коэффициент износа  $y_{u_{1(2)}}$ , величину предельно допустимого износа ( $U_{d_{1(2)}}$ ), коэффициенты закрепления абразива на рабочих поверхностях зубьев ( $\alpha$  и  $\beta$ ).

В качестве факторного показателя, связывающего и  $M$ , и  $K$ , можно принять полную массу автомобиля  $G_a$ .

В дальнейшем с целью разработки мероприятий по повышению ресурса исследуемых передач агрегатов трансмиссии, а также управлению последним в процессе эксплуатации автомобильной техники необходимым является исследование характера связи показателей  $M$  и  $K$  на фоне их «привязки» к собственной массе транспортного средства  $G_a$ .

**Цель статьи.** В связи с выше изложенным целью дальнейшего исследования есть установление функциональной связи между показателями  $K$  и  $M$  ЭЗП агрегатов трансмиссии и собственной массой автомобиля и описание данной связи аналитическим уравнением, которое будет практически пригодным для выполнения предварительных проектных расчетов.

**Изложение основного материала исследований.** В ходе ранее выполненных исследований [7] было установлено, что изменение комплексных показателей  $M$  и  $K$ , характеризующих технологию изготовления и конструктивные особенности ЭЗП агрегатов трансмиссии в зависимости от собственной массы автомобиля, может быть аппроксимировано определенной аналитической зависимостью: при увеличении их собственной массы  $G_a$  изменение показателя  $K$  приближенно описывается аналитическим уравнением кривой второго порядка, а показателя  $M$  – уравнением прямой с угловым

коэффициентом. А поскольку изменение и показателя  $M$ , и показателя  $K$  происходят от одного аргумента, то есть от  $G_a$ , то, возможно, и существует довольно жесткая аналитическая зависимость изменения комплексного конструктивного показателя  $K$  от комплексного технологического показателя  $M$  на фоне изменяющейся собственной массы автомобиля  $G_a$ .

С целью установления такой зависимости в качестве объекта исследования были избраны зубчатые сопряжения первой передачи коробок передач автомобилей ГАЗ 3105, ГАЗ 3307, ЗИЛ 4307, МАЗ 500А, КамАЗ 5320, КрАЗ 257Б1. Для них по формулам (1) – (4) были рассчитаны численные значения комплексных показателей  $K$  и  $M$  (табл. 1). Анализ данных табл. 1 позволил прийти к выводу, что между изменением показателя  $K$  и изменением показателя  $M$  в зависимости от роста собственной массы автомобиля существует достаточно тесная корреляционная зависимость.

Таблица 1 – Расчетные значения комплексных показателей  $K$  и  $M$  для зубчатого сопряжения первой передачи коробок передач автомобильной техники

Марка автомобиля	Показатели		
	собственная масса автомобиля $G_a$ , кг	комплексный показатель $K$	комплексный показатель $M$
ГАЗ 3105	1380	$7,812 \cdot 10^{-3}$	$4,292 \cdot 10^9$
ГАЗ 3307	3200	$6,443 \cdot 10^{-3}$	$4,339 \cdot 10^9$
ЗИЛ 4307	4850	$4,925 \cdot 10^{-3}$	$4,529 \cdot 10^9$
МАЗ 500А	6600	$6,725 \cdot 10^{-3}$	$4,724 \cdot 10^9$
КамАЗ 5320	7080	$7,510 \cdot 10^{-3}$	$4,728 \cdot 10^9$
КрАЗ 257Б1	10285	$9,360 \cdot 10^{-3}$	$4,730 \cdot 10^9$

Используя прикладной вычислительный пакет EXCEL была определена математическая зависимость данной связи, которая описывается полиномом второй степени  $K = 63,975 \cdot M^2 - 576,650 \cdot M + 1304,200$  с коэффициентом корреляции равным 0,7031 (рис. 1).

Достаточно высокое значение коэффициента корреляции указывает на тесную связь между исследуемыми комплексными показателями конструкции  $K$  и технологии изготовления  $M$ . для зубчатого сопряжения первой передачи коробок передач с ростом собственной массы автомобиля  $G_a$ .

Представленная на рис. 1 аналоговая модель  $K = f(M)$  (то есть графическая зависимость) указывает на то, что изменение показателя  $K$  для зубчатых сопряжений первой передачи коробок передач исследуемых групп автомобилей имеет некоторую специфику. Так, например, показатель  $K$  сначала имеет тенденцию к снижению с ростом  $G_a$  до некоторого значения  $M$ , а затем

начинает возрастать. Результаты исследования показали, что точкой перехода от снижения к возрастанию показателя  $K$  является значение  $M$ , которое соответствует зубчатому сопряжению первой передачи коробки передач автомобиля ЗИЛ 4307. Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что, очевидно, с точки зрения достижения оптимальных значений ресурса зубчатых сопряжений первой передачи характеристики их конструкции и технологии изготовления подобраны достаточно корректно. Для данного автомобиля соотношение показателей  $K$  и  $M$  является минимальным и выгодно отличается от других автомобилей.

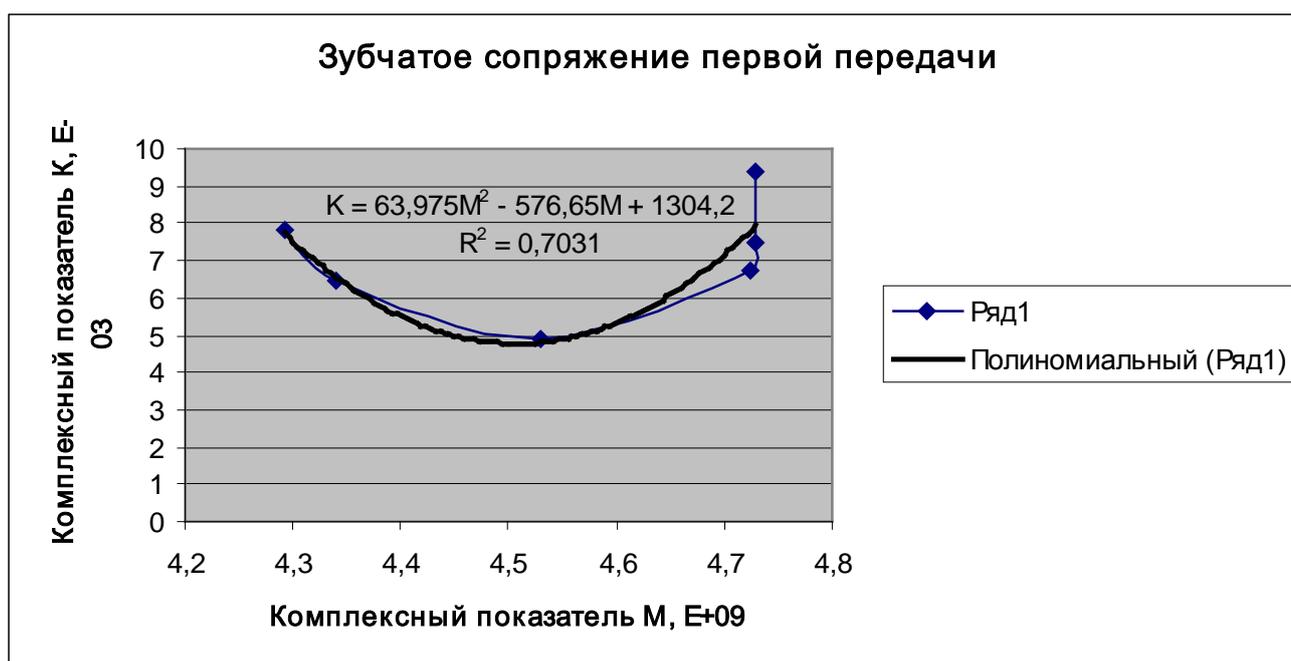


Рисунок 1 - Зависимость между комплексными показателями  $K$  и  $M$  для элементов зубчатого сопряжения первой передачи коробок передач автомобилей с разной  $G_a$

**Выводы.** Практическое значение полученной аналитической зависимости  $K = f(M)$  состоит в том, что она предоставляет возможность определять оптимальные значения соотношения конструктивных параметров ЭЗП агрегатов трансмиссии автомобильной техники и на этой основе оценивать эффективность конструкторских мероприятий для снижения металлоемкости зубчатых передач с одновременным увеличением их ресурса; оптимизировать процесс подбора зубчатых передач в коробках перемены передач конструируемых автомобилей с конкретной собственной массой еще на стадии проектирования с учетом требований к обеспечению заданного уровня долговечности указанных агрегатов.

**Список літератури:**

1. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя / А.В. Бажинов : монография. – Х. : ХГАДТУ, 2001. –95 с.
2. Дюмин И.Е. Метод анализа и расчета потребности в запасных частях для автомобильных агрегатов / И.Е. Дюмин, А.М. Сумец, Г.Я. Ямпольский // Вестник машиностроения. –1989. –№7. –С. 71–73.
3. Дюмин И.Е. Метод расчета потребности в запасных частях на основе анализа закономерностей изнашивания для тяжелых условий эксплуатации / И.Е. Дюмин, А.М. Сумец, Г.Я. Ямпольский // Трение и износ. – 1989. –Т. 10. – №3. –С. 507–511.
4. Зорин В.А. Основы долговечности строительных и дорожных машин / В.А. Зорин. – М. : Машиностроение, 1986. – 248 с.
5. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. –М. : Наука. –831 с.
6. Сумец А.М. Прогнозирование потребности в запасных частях / А.М. Сумец : монография. –Харьков : ОКО, 1997. – 181 с.
7. Сумец А.М. К вопросу прогнозирования ресурса деталей агрегатов трансмиссии автомобильной техники / А.М. Сумец // Весті автомоб.-дорожнього інст-ту : науково-виробничий збірник АДІ ДонНТУ. – Горловка, 2006. – № 2(3). – С. 8–12.
8. Фильчаков П.Ф. Справочник по высшей математике / П.Ф. Фильчаков. –К. : Наукова Думка, 1974. –743 с.

**Анотація****Аналитичне дослідження зв'язку конструктивного і технологічного показників зубчатих передач агрегатів трансмісії автомобілів**  
Сумець О.М.

*Досліджено взаємозв'язок комплексного показника конструкції з комплексним показником технології виготовлення зубчастих передач агрегатів трансмісії вантажних автомобілів.*

**Abstract****Analytical study of constructive and technological performance gear units vehicle transmission**  
Sumets A.

The interrelation of the complex index of structures with complex refractive technology of gear transmission units of trucks.