

## О КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Никитенко Ю.Д., инженер

*Лозовский автомобильно-дорожный техникум*

*Статья посвящена разработке метода разделения колебания бокового зазора зубчатой пары главной передачи на биение зубчатого венца вала и биение зубчатого венца колеса.*

Существующие методы оценки кинематической точности не позволяют с достаточной точностью определить источник колебания бокового зазора зубчатых передач. От этого параметра зависит долговечность машины при эксплуатации и ремонте. Поэтому выявление источников и закономерностей возникновения отказов деталей трансмиссии, разработка средств и методов улучшения кинематической точности являются актуальными проблемами. Наибольшей динамике по поперечной нагрузке и крутящему моменту испытывают ведущие мосты, используемые для фронтальных погрузчиков [1]. Поэтому объектом исследований выбрана главная передача погрузчика, которая является наиболее нагруженным узлом трансмиссии.

Надежность зубчатой пары шестерен определяется на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации. Следует выделить два основных требования, предъявляемые к зубчатым передачам.

1. Основной эксплуатационный показатель - плавность работы, показателем которого является кинематическая точность передачи. С увеличением частоты вращения требования к плавности работы повышаются. Передача должна работать бесшумно и без вибраций, что может быть достигнуто при минимальных погрешностях формы и взаимного расположения зубьев.

2. Для тяжело нагруженных скоростных зубчатых передач имеет значение также полнота контакта зубьев. Для них часто ограничивают также шумовые характеристики работающей передачи ( $\leq 80$  дБ), вибрацию.

Рассмотрим определение параметра кинематической точности зубчатой передачи. Кинематической точностью передачи  $F_{к.п.п.}$  называют разность между действительным  $\varphi_2$  и номинальным  $\varphi_3$  углами поворота ведомого зубчатого колеса 2 передачи [2], выраженную в линейных величинах длиной дуги его делительной окружности, рис. 1

$$F_{к.п.п.} = (\varphi_3 - \varphi_2) r \quad (1)$$

где:  $r$  - радиус делительной окружности ведомого колеса

$$\varphi_2 = \varphi_1 \frac{z_1}{z_2} \quad (2)$$

где:  $\varphi_1$  - действительный угол поворота ведущего колеса;

$z_1$  и  $z_2$  - числа зубьев соответственно ведущего 1 и ведомого 2 колёс.

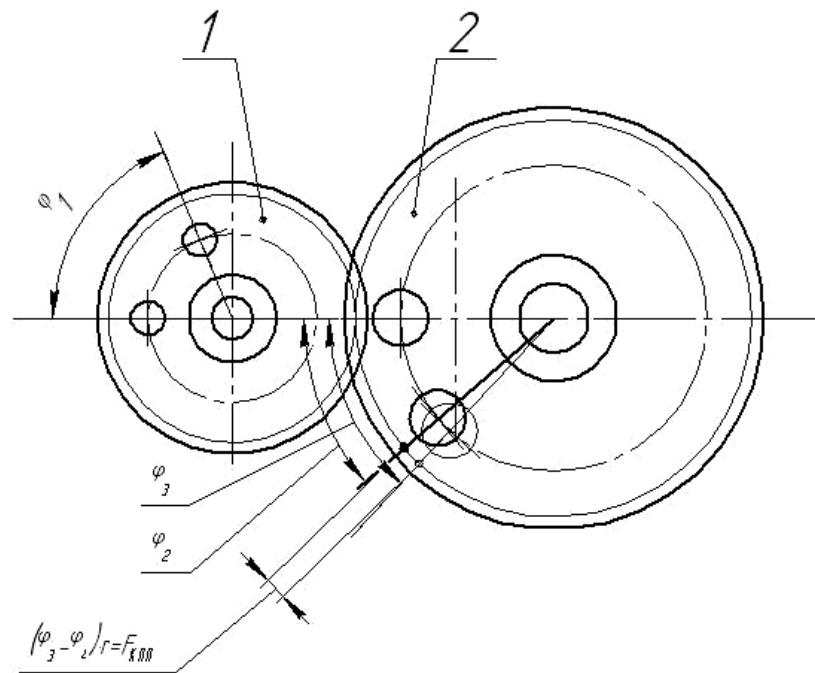


Рис. 1. Схема зубчатой передачи к определению ее кинематической точности

Наибольшая кинематическая погрешность передачи  $F'_{ir}$  определяется наибольшей алгебраической разностью значений кинематической погрешности передачи зубчатого колеса за полный цикл изменения относительного положения зубчатых колёс, рис. 2.

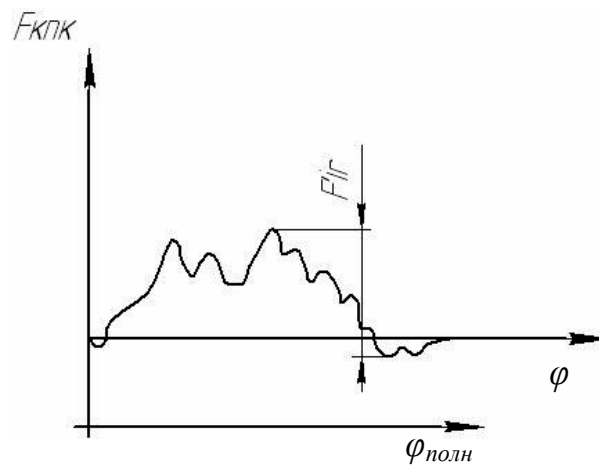


Рис. 2. Определение наибольшей кинематической погрешности зубчатой передачи

В практической деятельности для определения кинематической точности зубчатой передачи используют универсальную измерительную головку с точностью показаний до 0,01 мм, рис.3.

Измерение бокового зазора в зубчатой передаче имеет существенный недостаток. Измерение бокового зазора отражает накопленную кинематическую погрешность трех основных конструктивных элементов зубчатой передачи – зубчатого венца вала, зубчатого венца колеса, фланца корпуса дифференциала.

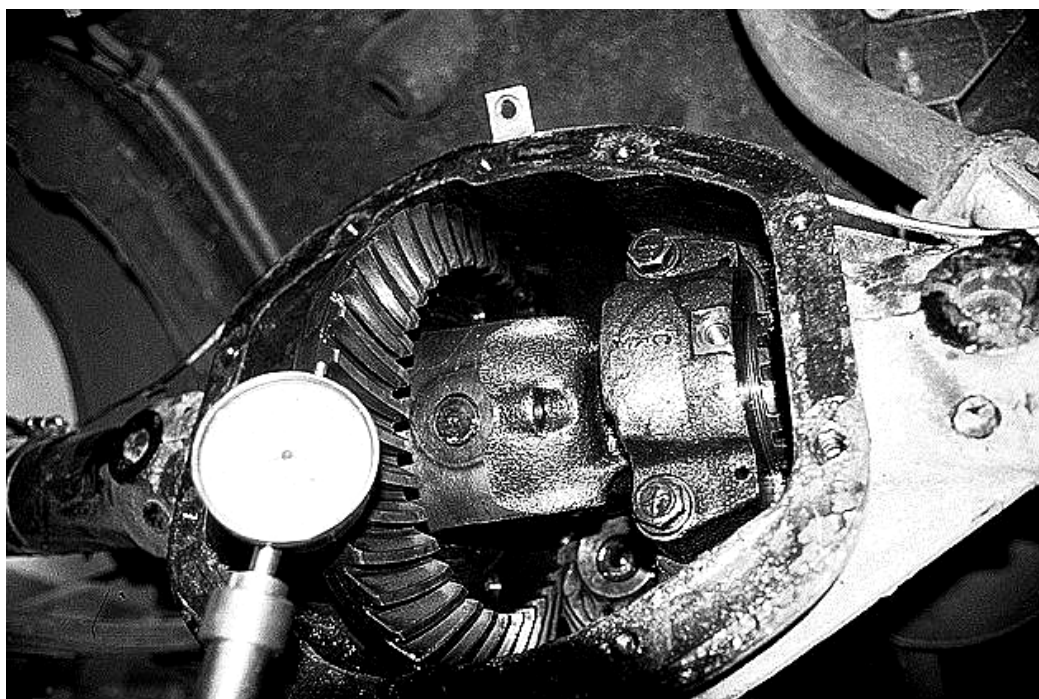


Рис. 3 Измерение бокового зазора в главной передаче передаче ведущего моста

Кинематическая погрешность зубчатой передачи, определяемая посредством измерения бокового зазора известными методами, не позволяет разделить влияние каждого конструктивного элемента главной передачи. Если радиальное биение фланца корпуса дифференциала можно измерить прямым способом, рис. 4, то радиальное биение фланца корпуса дифференциала, невозможно измерить прямым способом, так на него установлено зубчатое колесо. Биение зубчатого венца вала, биение зубчатого венца колеса также невозможно определить прямым способом.

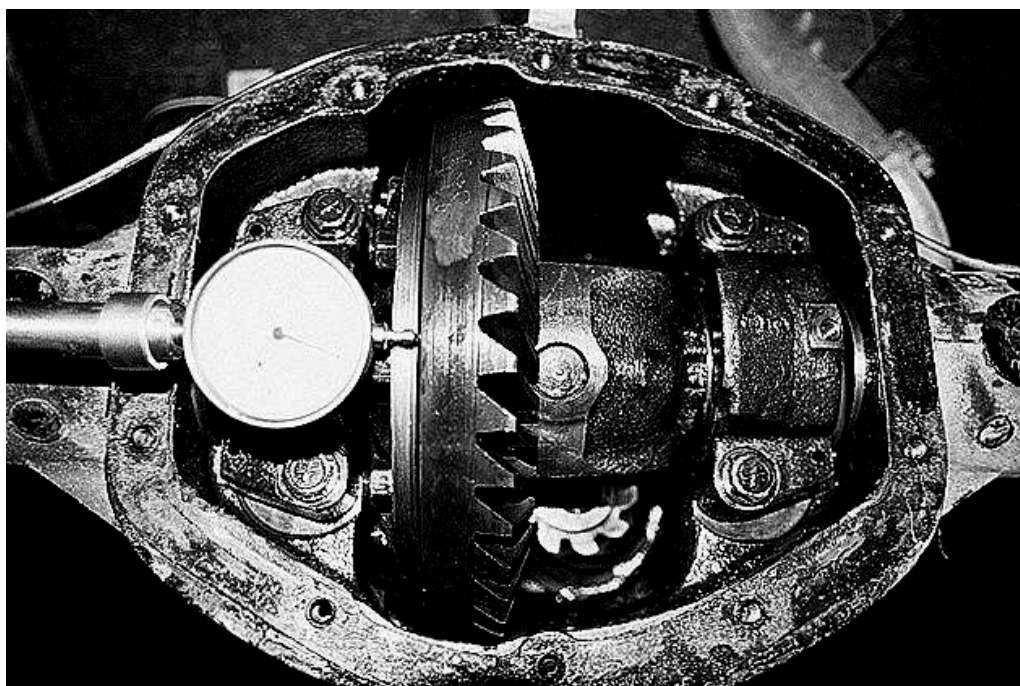


Рис. 4 Измерение торцевого биения фланца корпуса дифференциала

Радиальное биение фланца корпуса дифференциала, также влияет на кинематическую погрешность зубчатой передачи. Биение зубчатого венца вала, биение зубчатого венца колеса также невозможно определить прямым способом.

Для исключения этих недостатков разработан метод разделения биения зубчатого венца вала и биения зубчатого венца колеса. Этот метод апробирован на главной передаче фронтального погрузчика П46.

Главная передача устанавливается на контрольное приспособление. Измерения проводились по способу, показанному на рис. 3. За девять оборотов вала (равного числу зубьев вала) измерялась величина бокового зазора каждого зуба венца вала по зубьям колеса. Результаты намерения бокового зазора помещены в табл. 1.

Колебание бокового зазора во всех положениях зубчатого контакта практически соответствуют биению делительного конуса вала и равно 0,30 мм, для колеса 0,42 мм.

Таблица 1. Разделение бокового зазора в зубчатом зацеплении главной передачи

№ зубьев вала	Контрольные зубья колеса					Колебание венца колеса
	1	2	3	4	5	
1	0,65	0,47	0,25	0,40	0,53	0,40
2	0,59	0,48	0,24	0,42	0,50	0,35
3	0,57	0,50	0,32	0,31	0,45	0,36
4	0,42	0,55	0,37	0,34	0,17	0,38
5	0,50	0,67	0,41	0,25	0,25	0,42
6	0,51	0,62	0,46	0,55	0,22	0,40
7	0,23	0,33	0,48	0,54	0,16	0,38
8	0,35	0,44	0,54	0,47	0,12	0,42
9	0,22	0,38	0,55	0,32	0,60	0,38
Колебания венца вала	0,30	0,29	0,30	0,30	0,31	

Более точное разделение биения зубчатого венца вала и колеса определяется из двух опытов. Первый – фиксируем положение контакта каждого зуба вала и произвольно вращаем колесо. На каждом контакте зубьев вала и колеса выполняем измерения бокового зазора за 5 – 6 оборотов колеса. Второй опыт – отмечаем 5 – 6 зубьев колеса. Вращаем произвольно вал так, чтобы контакт находился в каждом отмеченном зубе колеса и было зафиксировано 5 - 6 измерений бокового зазора.

Таким образом, можно получить численно значение и положение максимальных колебаний венца зубчатой пары вала и колеса главной передачи. Если производить корректировку бокового зазора, то за счет взаимного поворота колеса и фланца корпуса дифференциала в противофазы максимальных

отклонений можно уменьшить колебание бокового зазора. Это позволяет улучшить кинематическую точность зубчатой передачи.

### **Список использованных источников**

- 1 Никитенко Ю.Д. Исследование нагруженности и усталостной прочности фланцевого окончания корпуса моста трактора Т-150К / Ю.Д. Никитенко. [“Динамика и прочность машин”]. Сб. научн. тр. –Харьков:НТУ “ХПИ”, 2003. – № 12’2003, т.1. – С. 90–98
- 2 Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения. – М.: Машиностроение, 1986. – 352 с.

### **Анотація**

#### **ПРО КІНЕМАТИЧНУ ТОЧНІСТЬ ЗУБЧАСТИХ ПЕРЕДАЧ**

**Нікітенко Ю.Д., інженер**

*Стаття призначена розробці методу розділення коливання бокового зазору зубчастої пари головної передачі на биття зубчастого вінця валу та биття зубчастого вінця колеса.*

### **Abstract**

#### **ABOUT KINEMATIC ACCURACY OF TOOTH GEARINGS**

**Nikitenko Ju.D., engineer**

*Article is devoted to development of a method of division of fluctuation of a lateral gap of gear pair of main transfer on palpation of a gear wreath of a shaft and palpation of a gear wreath of a wheel.*