

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Минский автомобильный завод

Важным этапом в подготовке квалифицированных специалистов является использование в учебном процессе компьютерных программ по расчету элементов трансмиссии автомобиля. Создан комплекс обучающих программ для выполнения геометрического расчета зубчатых колес.

Геометрический расчет зубчатых колес является одним из основных этапов создания надежной и долговечной конструкции трансмиссии транспортного средства. Правильный выбор исходных данных режущего инструмента, комплекса измерительных параметров определяют потребительские качества передачи, уровень шума, степень прирабатываемости в процессе эксплуатации, долговечность.

Программы по расчету геометрии цилиндрических эвольвентных зубчатых колес внешнего и внутреннего зацепления, конических зубчатых колес с прямым и круговым зубом позволяют инженеру-конструктору быстро решать вопросы, связанные с проектированием и ведением в производстве зубчатых колес.

Алгоритмы комплекса программ по расчету зубчатых колес позволяют в удобном для пользователя виде вводить исходные данные, компоновать результаты расчета, оценивать качество проектируемой передачи по соответствующим критериям, определять параметры контрольного комплекса с возможностью пересчета одних элементов в другие. Возможности, предоставляемые системной средой Windows 2000, под которую написан комплекс программ, позволяют быстро решать вопросы, связанные с созданием базы данных зубчатых передач, сравнения их качественных и количественных показателей в удобном для пользователя виде.

Общий вид программы для расчета геометрии цилиндрических зубчатых колес *Silcos* представлен на рис. 1. Представим основные функциональные возможности программы, заключающиеся во вводе исходных данных, геометрическом расчете, расчете измерительных параметров, норм точности, построении чертежной таблицы.

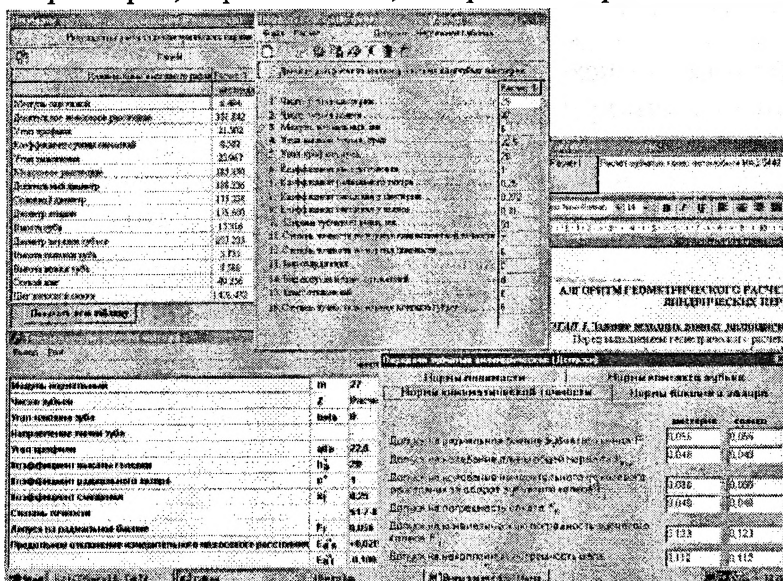


Рис. 1. Общий вид программы расчета зубчатых колес внешнего зацепления.

Главная программа служит для ввода исходных данных и управления ресурсами программы. Все необходимые действия продублированы графическими символами на соответствующих кнопках (рис. 2), нажимая на которые можно запустить задачу на счет, открыть существующий файл исходных данных, вызвать менеджер таблицы допусков, составить чертежную таблицу в соответствии с ГОСТ 1643-81.

Данные для расчета цилиндрических косозубых шестерен		Расчет 1
1. Число зубьев шестерни		25
2. Число зубьев колеса		27
3. Модуль нормальный, мм		6
4. Угол наклона зубьев, град		22,5
5. Угол профиля, град		20
6. Коэффициент высоты головки		1
7. Коэффициент радиального зазора		0,25
8. Коэффициент смещения у шестерни		0,272
9. Коэффициент смещения у колеса		0,31
10. Ширина зубчатого венца, мм		51
11. Степень точности по нормам кинематической точности		7
12. Степень точности по нормам плавности		6
13. Вид сопряжения		C
14. Вид допуска и класс отклонений		d
15. Класс отклонений		II
16. Степень точности по нормам контакта зубьев		6

Рис. 2. Главное диалоговое окно программы.

На рис. 3 представлены ресурсные окна программы Silcos, позволяющие визуализировать результаты расчета (рис. 3 а) и выбирать допуски зубчатых колес (рис. 3 б). Результаты расчета выводятся в удобном для пользователя виде, при этом цифры располагаются рядом для шестерни и колеса. Одновременно можно открывать расчеты до 10 зубчатых пар. Это позволяет производить сравнение размерных параметров зубчатых колес, а также определять зависимость влияния на каждый из параметров определенных исходных данных. В результате появляется возможность получения наиболее оптимального сочетания свойств зубчатых колес при учете всех геометрических и качественных их показателей.

Полный набор допусковых измерительных параметров приводится на рис. 3 б. Выбираются допуски по нормам плавности, контакта зубьев, кинематической точности, бокового зазора. Численные значения даются для шестерни и колеса отдельно. При необходимости сравнения указанных величин или же представления всех значений в табличном виде, при нажатии на кнопку "Таблица" выводятся значения по ГОСТ 1643-81 численными величинами.

Таблица для построения чертежа выводится в случае, когда выбраны исходные данные и все качественные и количественные показатели, удовлетворяющие требованиям чертежа. Программа Silcos предоставляет возможность корректировки чертежной таблицы в зависимости от требований, предъявляемых к данной детали.

Персональный компьютер: Сиско (Доклад)

Нормы плавности | Нормы контакта зубьев

Нормы кинематической точности | Нормы бокового зазора

	шестерня	колесо
Допуск на радиальное биение зубчатого венца F_r	0,055	0,056
Допуск на колебание длины общей нормали F_{vw}	0,040	0,040
Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния за оборот зубчатого колеса $F_{a'}$	0,080	0,080
Допуск на погрешность осевого F_a	0,040	0,040
Допуск на кинематическую погрешность зубчатого колеса F_k	0,123	0,123
Допуск на максимальную погрешность шага зубчатого колеса F_p	0,112	0,112
Допуск на накопленную погрешность F_{pk} за z шагов F_{pk}	0,045	0,045

Таблица | Выход

Персональный компьютер: Сиско (Результаты)

Результаты расчета геометрических параметров

Расчет 1

Искомые параметры	шестерня	колесо
Модуль зубчатой	6,464	6,464
Делительное межосевое расстояние	181,842	181,842
Угол профиля	21,802	21,802
Коэффициент сдвига смещения	0,282	0,282
Угол смещения	23,967	23,967
Межосевое расстояние	183,130	183,130
Делительный диаметр	188,236	175,348
Осевой диаметр	175,228	163,144
Диаметр впадин	176,600	164,068
Высота зуба	13,316	13,316
Диаметр вершин зубьев	203,233	190,700
Высота головки зуба	5,735	6,081
Высота ножки зуба	7,381	7,235
Осевой шаг	49,256	49,256
Шаг высшей плоски	1428,432	1329,919

Показать всю таблицу

а) б)
Рис. 3. Ресурсные окна программы Ciscos

Таблица для построения чертежа

Выход | Выход

		шестерня	колесо
Модуль нормальный	m	27	27
Число зубьев	Z	Расчет 1	29
Угол наклона зуба	beta	6	6
Направление линии зуба	-	-	-
Угол профиля	alfa	22,5	22,5
Коэффициент высоты головки	h_a^*	20	20
Коэффициент радиального зазора	c^*	1	1
Коэффициент смещения	x_t	0,25	0,272
Степень точности		51-7-4-6C	51-7-4-6C
Допуск на радиальное биение	F_r	0,056	0,056
Предельное отклонение измерительного межосевого расстояния	$E_{a's}$	+0,020	+0,020
	$E_{a'l}$	-0,100	-0,100
Допуск на колебание измерительного межосевого расстояния			
за оборот колеса	$F_{a''}$	0,080	0,080
на одном зубе	$f_{a''}$	0,020	0,020
Делительный диаметр	d_t	188,336	175,348
Нормальная толщина зуба по дуге делительной окружности	S_n	10,711	10,890
Высота зуба	h_t	13,316	13,316
Длина общей нормали	W	83,677 -0,080 -0,150	83,822 -0,070 -0,140
Размер по шарикам(роликам)	M	205,413 -0,233 -0,278	192,764 -0,202 -0,247
Число зубьев в длине общей нормали	n	5,000	5,000
Диаметр шарика(ролика)	D	10,319	10,319
Допуск на колебание длины общей нормали	F_{vw}	0,040	0,040
Предельное отклонение шага зацепления	F_{pb}	$\pm 0,013$	$\pm 0,013$
Допуск на погрешность профиля	F_f	0,011	0,011
Допуск на погрешность направления зуба	F_{beta}	0,012	0,012
Основной диаметр	d_b	175,228	163,144
Толщина зуба по хорде		10,706	10,885
Высота зуба по хорде		7,578	7,821
Размер по шарикам(роликам) с учетом наименьшего утонения		205,413 -0,182 0,242	192,764 -0,156 0,213
Диаметр вершин зубьев	d_a	203,233	190,700

Рис. 4. Таблица для построения чертежа

Аналогичные возможности представляют и другие программы из комплекса по расчету геометрических параметров зубчатых колес.

Внедрение данного комплекса программ позволит ускорить процесс подготовки студента к самостоятельной работе после завершения обучения.