

Абрамова Иванна Андреевна

канд. пед. наук, заведующая кафедрой

Омский автобронетанковый инженерный институт (филиал)

ФГКВОУ ВО «Военная академия материально-технического

обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева» Минобороны России

г. Омск, Омская область

РАСЧЕТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАЧ В КОМПЛЕКСЕ ПРОГРАММ «КОМПАС-GEARS»

Аннотация: в статье рассмотрены назначение и возможности комплекса программ «Компас-Gears». Изложен алгоритм расчета прямозубой цилиндрической передачи внешнего зацепления по межосевому расстоянию. Автор приходит к выводу, что данный алгоритм поможет курсантам выполнить курсовой проект по разработке привода общего назначения на высоком качественном уровне.

Ключевые слова: САПР, механическая передача, Компас-Gears, геометрический расчет, расчет на прочность, расчет на долговечность.

«Компас-Gears» – это комплекс программ, входящий в состав системы «Валы и механические передачи 2D» системы автоматизированного проектирования «Компас 3D», предназначенный для расчета механических передач. Использование возможностей данной системы позволяет преподавателям интенсифицировать процесс обучения дисциплине «Детали машин и основы конструирования», а курсантам выполнить курсовой проект по разработке привода общего назначения на высоком качественном уровне. Интенсификация обусловлена тем, что при выполнении инженерных расчетов в этой системе, в том числе в рамках курсового проекта, курсанты могут осуществлять самоконтроль, достоверно отражающий информацию о ходе и результатах расчета, реализуя тем самым индивидуальную траекторию обучения [2].

Для запуска модуля «Компас-Gears необходимо в «Компас 3D» в менеджере библиотек на вкладке *Валы и механические передачи 2D* запустить режим

Расчеты механических передач. На основе использования этого модуля осуществляется расчет различных типов механических передач (рис. 1). При этом, перечень доступных видов расчетов соотнесен с типом передач: для цилиндрических передач выполняются геометрический, прочностной расчеты и расчет на долговечность. Все расчеты соответствуют действующим ГОСТам.

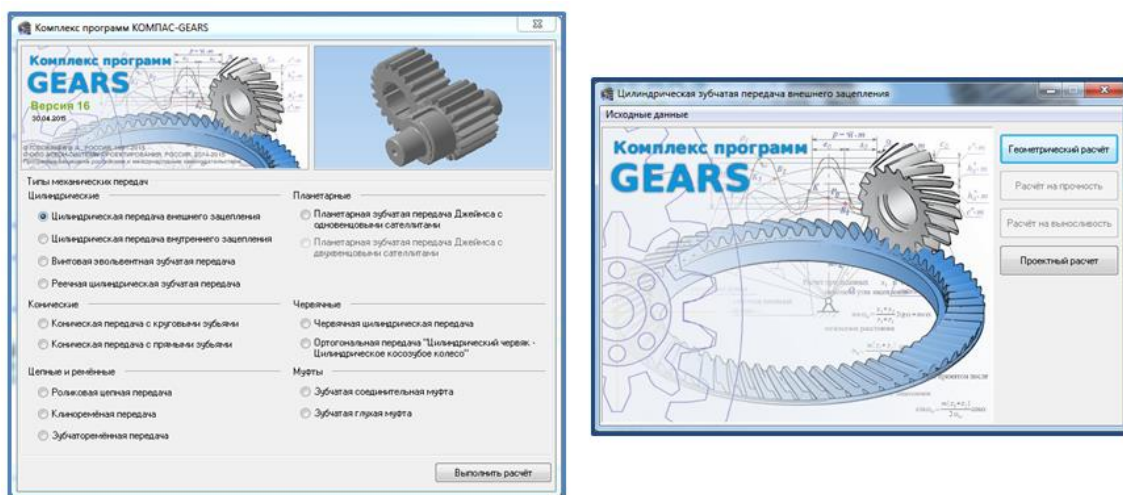


Рис. 1. Диалоговые окна комплекса программ «Компас-Gears»

Цилиндрические передачи в данном комплексе программ могут проектироваться для трёх типов зубчатого зацепления: прямозубого, косозубого и шевронного. Рассмотрим алгоритм выполнения расчета прямозубой цилиндрической передачи.

В случае выполнения расчета передачи *по межосевому расстоянию* перечень параметров, которые необходимо самостоятельно вычислить, включает: число зубьев колеса z_2 ; модуль передачи m ; ширину зубчатого венца шестерни b_1 и колеса b_2 . Исходные данные должны содержать следующие параметры: число зубьев ведущего колеса z_1 ; передаточное число u ; межосевое расстояние a_w , мм; материал; расчетную нагрузку T_{max} , Н · м; число оборотов на ведущем колесе (частота вращения шестерни) n_1 , об/мин; базовый ресурс L_h , ч [1].

После запуска расчета цилиндрической передачи внешнего зацепления появляется диалоговое окно, в котором изначально активны две кнопки *Геометрический расчет* и *Проектный расчет* (рис. 1). При нажатии кнопки *Проектный расчет* откроется диалоговое окно, в котором указываются исходные данные и без каких-либо предварительных расчетов выводится список передач,

удовлетворяющих им. Кнопка *Геометрический расчет* позволяет перейти к точному расчету передачи, при этом две последующие кнопки *Расчет на прочность* и *Расчет на долговечность* станут активными поступательно, после выполнения предшествующего расчета. Это обусловлено использованием в них данных, полученных в предыдущих расчетах.

Геометрический расчет выполняется в соответствии с ГОСТ 16532–70 «Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет геометрии». После запуска геометрического расчета появляется диалоговое окно *Вариант расчета*, в котором в соответствии с вышеуказанным ГОСТом предлагаются возможные варианты расчета: по межосевому расстоянию, по коэффициентам смещения, по диаметрам вершин колес. В соответствии с поставленной задачей выбирается вариант – по межосевому расстоянию.

Поля на вкладке *Страница 1* появившегося диалогового окна *Геометрический расчет* заполняются следующим образом (рис. 2):

1. *Число зубьев*. Число зубьев ведомого колеса рассчитывается по формуле:

$$z_2 = z_1 \cdot u,$$


где u – передаточное число.

Вычисленный модуль округляют в большую сторону до стандартного из двух рядов чисел в соответствии с ГОСТ 9563–60 «Основные нормы взаимозаменяемости. Колеса зубчатые. Модули». Значения нормальных модулей представлены в диалоговом окне в ниспадающем списке п. 2.

2. *Модуль, мм*. Модуль передачи рассчитывается по формуле:

$$m = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w,$$

где a_w – межосевое расстояние, мм.

Из стандартного ряда в диалоговом окне *Выбор модуля и исходного контура*, которое открывается кнопкой одноименной кнопкой , выбирается ближайшее к расчетному значение.

П. 3–8. Для стандартных изделий могут не заполняться.

9. *Ширина зубчатого венца, мм. Ширина зубчатого венца ведомого колеса рассчитывается по формуле:*

$$b_2 = \Psi_a \cdot a_w,$$


где Ψ_a – коэффициент ширины венца колеса (при симметричном расположении $\Psi_a = 0.315 \dots 0.4$).

Ширина зубчатого венца ведущего колеса рассчитывается по формуле:

$$b_1 = b_2 + (2 \dots 4),$$

где b_2 – ширина зубчатого венца ведомого колеса, мм.

Для расчета пунктов 10. *Межосевое расстояние, мм* и 11. *Диаметр ролика (шарика), мм* достаточно нажать на кнопки с изображением калькулятора.

После ввода и расчета всех параметров на вкладке *Страница 1* появляется вкладка *Страница 2*, на которой следует нажать кнопку *Расчет*. Кнопка  *Расчет* запускает выполнение геометрического расчета передачи. Если сообщение в окне предварительного просмотра соответствует указанному на рисунке 2 образцу, то расчет выполнен верно. В случае нарушения каких-либо параметров в ходе расчета цвет шрифта сообщения в окне будет изменен на красный, а содержание текста укажет на ошибку.

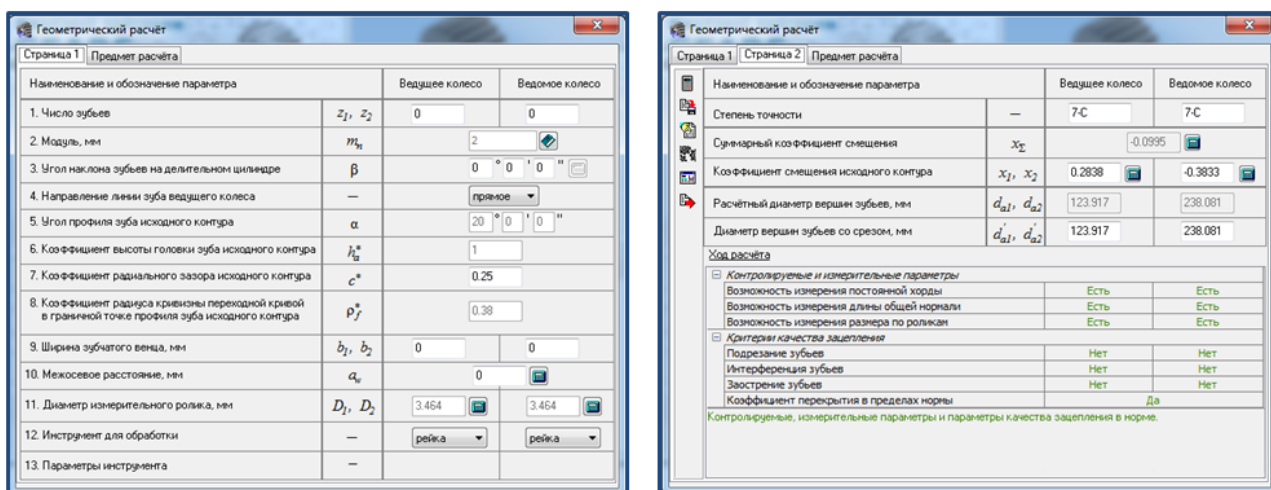




Рис. 2. Диалоговое окно *Геометрический расчет*

После выполнения расчета передачи реализована возможность визуализации работы зубчатого зацепления. Для вызова окна визуализации необходимо нажать кнопку  *Визуализация зацепления*, после чего откроется одноименное

диалоговое окно. В любой момент движение в зацеплении может быть остановлено, а изображение «стоп-кадра» сохранено в документе типа фрагмент или в виде растрового изображения. Полученная картинка может оказаться полезной, например, при согласовании каких-либо параметров передачи или для анализа картины зацепления.

Для перехода к следующему виду расчета – *Расчету на прочность*, необходимо нажать кнопку  *Возврат в главное окно*.

Расчет на прочность выполняется в соответствии с ГОСТ 21354–87 «Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные внешнего зацепления. Расчет на прочность».

Поля на вкладке *Страница 1* заполняются следующим образом (рис. 3):

1. *Вариант схем расположения передачи*. В диалоговом окне указывается схема, соответствующая рассчитываемой передаче.

7. *Число оборотов на ведущем колесе, об/мин*. Вводится значение оборотов в соответствии с исходными данными.

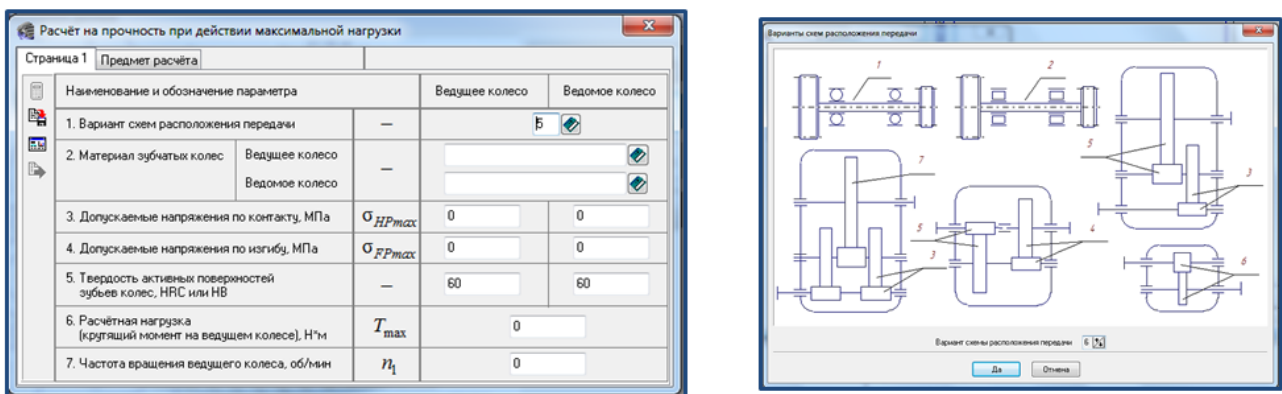



Рис. 3. Расчет на прочность при действии максимальной нагрузки

Завершается расчет по аналогии с предыдущим – нажатием на кнопку  *Расчет*, просмотром результатов расчета в появившемся одноименном окне, возвратом в главное окно для перехода к следующему виду расчета.

Расчет на выносливость выполняется в соответствии с методом эквивалентных напряжений.

Для его выполнения необходимо заполнить поля на вкладке *Страница 1* появившегося диалогового окна следующим образом (рис. 4):

Поля 1–3, 5–7. Заполняются автоматически. При необходимости могут корректироваться.

4. *Базовый ресурс и его размерность.* В поле вводится значение в соответствии с исходными данными.

Поля на вкладке *Режимы нагружения* заполняются автоматически.

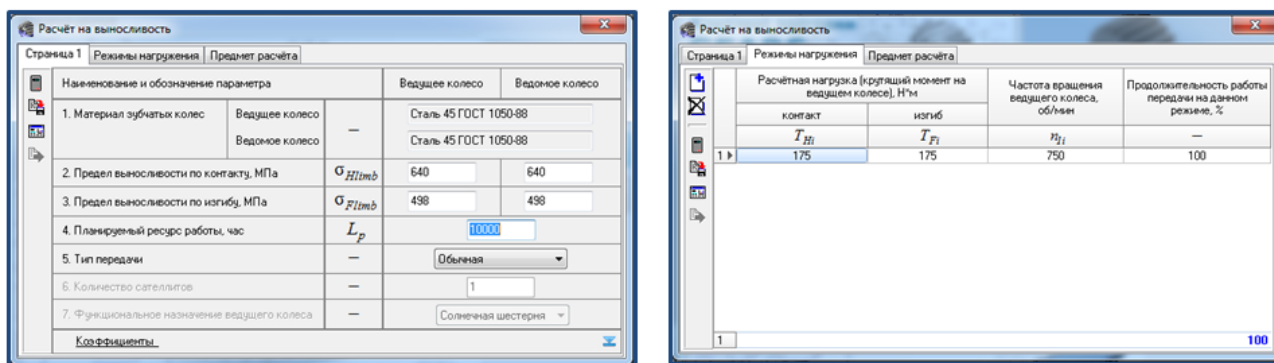





Рис. 4. Диалоговое окно *Расчет на выносливость*

После нажатия на кнопку  *Расчет* появляются результаты расчета. Результаты представлены в табличной форме, содержащей как исходные данные, так и результаты расчета. Для сохранения отчета на жесткий диск необходимо на панели инструментов нажать кнопку  *Сохранить*. Следует обратить внимание, что файл сохраняется в формате FP3. Вместе с тем, отчет может быть экспортирован в документы форматов PDF, XLS, RTF, ODS, ODT, JPEG. Для экспортирования используются соответствующие пункты выпадающего меню, расположенные под кнопкой  *Экспортировать отчет*.

Список литературы

4. Абрамова И.А. Автоматизация расчета цилиндрических передач в комплексе программ «Компас-Gears» / И.А. Абрамова, А.П. Степанов // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения. – 2018. – №3 (47). – С. 152–157.

5. Сыркин В.В. Некоторые аспекты междисциплинарной интеграции дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» / В.В. Сыркин,

И.А. Абрамова, А.П. Степанов [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2019. – Т. 17, №1. – С. 102–109.