

РАЗРАБОТКА САПР МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

На кафедре деталей машин УГТУ–УПИ разработана система автоматизированного проектирования механических приводов, в том числе редукторных, на персональных компьютерах.

Процесс проектирования рассматривается как комбинация отдельных модулей, сочетающих элементы компьютерной графики в среде Автокада и расчетов. Расчетные модули объединяют стандартные, или типовые, методики расчета энергетических и кинематических параметров привода, механических передач, валов, подшипников, пружин, соединений, корпусов редукторов и т.д. с базами данных стандартных элементов.

Структуру расчетных модулей для механических передач представим на примере модуля расчета зубчатых передач. Этот модуль предназначен для проведения геометрических и прочностных, проектных и проверочных расчетов зубчатых цилиндрических передач – эвольвентных и с зацеплением Новикова, зубчатых конических передач с прямым и круговым зубом, зубчатых винтовых передач. Расчеты зубчатых цилиндрических передач выполняются для передач внешнего и внутреннего зацепления в диапазоне модулей от 0,1 до 25 мм при стандартных и нестандартных исходных контурах. Прочностные расчеты передач внешнего зацепления производятся по ГОСТ 21354–87. Система позволяет определять контрольный комплекс и нормы точности зубчатых колес, формировать блокирующие контуры передач, выбирать рациональные коэффициенты смещения по критериям контактной и изгибной прочности зубьев, их износостойкости и плавности работы передачи, рассчитывать станочные профили зубьев и выполнять реконструкцию зубчатых колес, т.е. по заданным наборам известных геометрических характеристик вычислять все геометрические характеристики зубчатого колеса.

Модуль для расчета валов позволяет выполнять расчет на прочность и жесткость вала произвольной конструкции, изображенного на экране мони-

тора. Вал может быть нагружен любой системой сосредоточенных и равномерно распределенных сил, изгибающих и крутящих моментов. Если вал является частью сборочного чертежа и на нем установлены элементы механических передач (зубчатые и червячные колеса, звездочки, шкивы ременных передач), для которых выполняется прочностной расчет и определяются либо нагрузки в зацеплениях, либо нагрузки со стороны тяговых органов, то указанные нагрузки автоматически отображаются на расчетной схеме вала. Прочие нагрузки вводятся пользователем в диалоговом режиме. После ввода нагрузок в автоматическом режиме проводится определение опорных реакций, построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил во взаимно ортогональных плоскостях и в диалоговом режиме – построение эпюры крутящих моментов.

Результаты расчета вала на усталостную прочность представлены как в интегральной форме – в виде диаграммы изменения суммарного коэффициента запаса прочности по длине вала, так и в дифференциальной форме – в виде совокупности данных для выбранного пользователем сечения вала (суммарный изгибающий и крутящий момент, геометрические характеристики сечения, коэффициенты концентрации напряжений, масштабные факторы, коэффициенты запаса прочности).

Модуль для расчета опор валов позволяет рассчитывать стандартные подшипники качения на долговечность по динамической грузоподъемности и подшипники скольжения, работающие в режиме граничного, жидкостного и полужидкостного трения – как радиальные, так и упорные. Расчет подшипников качения осуществляется в едином комплексе с расчетом того вала, на котором установлены подшипники. При этом информация о расстоянии между опорами и взаимном расположении вала и опор считывается непосредственно со сборочного чертежа на экране монитора, что исключает ошибки, возможные при других способах передачи информации, и существенно ускоряет процесс создания расчетной схемы вала, установленного на подшипниках качения.

Модуль для расчета соединений позволяет проектировать шпоночные, шлицевые, прессыные и резьбовые соединения. Расчет резьбовых соединений выполняется на статическую и усталостную прочность при произвольном расположении болтов в плоскости стыка.

Для удобства стыковки трансмиссии с электродвигателем и исполнительным механизмом в САПР включен модуль, позволяющий рассчитывать энергетические и кинематические параметры привода, такие как требуемая мощность и общее передаточное число привода с рекомендуемым распределением последнего по отдельным передачам. Имеются базы данных по стандартным асинхронным электродвигателям и некоторым типам муфт (зубчатым, фланцевым и т.п.), а также базы данных по стандартным прокатным профилям и крепежу. В общую структуру САПР включены модули по расчету следующих механизмов: кулачковых, плоских рычажных и планетарного типа 2К-н и 3К-н.

Результаты расчета, полученные при обработке расчетных модулей, используются в проектировочных модулях, предназначенных для создания параметрических моделей деталей редукторов, их редактирования и отображения на сборочных чертежах. При вычерчивании на сборке любых типовых деталей информация о них передается в базу данных для последующего выполнения рабочих чертежей деталей и формирования в автоматизированном режиме спецификации сборочного чертежа по ГОСТ 2.108 – 68.

Подсистема генерации рабочих чертежей деталей предусматривает автоматическое формирование изображения деталей и простановку размеров как в автоматическом режиме, так и в режиме диалога с пользователем. Для удобства пользователя в состав подсистемы включены модули формирования и отрисовки на чертеже допускаемых отклонений форм и расположения поверхностей, предельных отклонений размеров, угловых таблиц для деталей типа зубчатых или червячных колес, червяков и цепных звездочек, простановки шероховатости поверхностей.

Опыт эксплуатации описанной системы показал, что комплексная автоматизация всех этапов проектирования, реализованная в виде взаимосвязанных модулей, позволяет в десятки раз ускорить процесс проектирования приводов и исключить ошибки, связанные с ручной передачей параметров из одной системы в другую.