

менее быстроходны и более чувствительные к перекосам осей колёс.

Для опор валов конических прямозубых колёс редукторов применяют чаще всего конические радиально-упорные подшипники по схеме установки подшипников «врастяжку» с фиксацией вала в обеих опорах. Данная схема получила преимущественное распространение для силовых конических зубчатых передач.

Современное машиностроение требует от инженера умения работать с объёмными моделями и сборками. Поэтому для объёмного моделирования были выбраны два наиболее характерных варианта: вал-шестерня с симметрично расположенными цилиндрическим колесом на радиальных шарикоподшипниках и вал-шестерня с консольно расположенным коническим колесом на конических радиально-упорных подшипниках.

По выполненным ранее расчётам вычерчиваются объёмные модели вала-шестерни с подшипниками и другими деталями узла редуктора. Далее осуществляется сборка этих деталей. Собранный узел редуктора не даёт представления о процессе сборки. Поэтому была выполнена анимация сборки узла редуктора. Анимация сборки узла редуктора даёт более полные, наглядные представления о конструкции узла редуктора и порядке сборки редуктора. В частности, более наглядно и понятно видно крепление гайки стопорной шайбой.

Данная работа предназначена для повышения технической эрудиции и пространственного воображения отдельных студентов, так и в качестве методического наглядного материала для курсового проектирования.

УДК 621.81

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЁТА НА ПРОЧНОСТЬ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ АВИАЦИОННЫХ РЕДУКТОРОВ

Тукмаков В.П., Горшков С. В.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### IMPROVEMENT OF METHODS OF CALCULATING THE STRENGTH OF AIRCRAFT GEAR REDUCERS

*Tukmakov V.P., Gorshkov S.V. Improved method for calculating gear. Developed in the environment C++ program for calculating the strength of cylindrical, bevel and planetary gears. Calculation program displays and prints the kinematic transmission scheme with size.*

В курсе «Детали машин» изучают методы расчёта зубчатых передач на прочность и долговечность. Основные преимущества зубчатых передач: высокая нагрузочная способность и малые габариты; большая долговечность и надёжность работы; высокий к.п.д. (до 0,97...0,99 в одной ступени); постоянство передаточного отношения.

Зубчатые передачи наиболее широко распространены во всех отраслях машиностроения и приборостроения. Из всех разновидностей зубчатых передач наибольшее распространение имеют передачи с цилиндрическими колесами. Конические применя-

ют лишь в тех случаях, когда это необходимо по условиям компоновки машины.

На кафедре основ конструирования машин расчёты на прочность цилиндрических, конических и планетарных передач выполняются по программам, разработанным для микроЭВМ на алгоритмическом языке Бейсик.

Зубчатые передачи рассчитываются на усталостную прочность рабочих поверхностей зубьев по контактным напряжениям и полумку зубьев – по напряжениям изгиба в опасном сечении зуба.

Расчёт на усталостную прочность по

контактным напряжениям является основным для определения габаритов передачи, расчёт на выносливость по напряжениям изгиба – для определения модуля передачи.

Последовательность выполнения основных этапов расчёта изложена в виде схем алгоритмов расчёта, которыми можно пользоваться и при «ручном» расчёте.

Студенты выполняют расчёты на ЭВМ в диалоговом режиме. Часто студенты тратят на расчёты длительное время, вводя неправильные параметры и коэффициенты. Это создает большие очереди, поскольку на кафедре обучаются студенты многих факультетов. Результаты расчётов выводятся только на матричные принтеры.

Старые программы по расчёту на прочность зубчатых передач не позволяют совершенствовать проектировочные и проверочные расчёты редукторов.

В настоящее время в среде C++ разработана программа расчёта зубчатых прямо-

зубых передач на прочность. Входя в программу пользователь выбирает тип передач (цилиндрическая, коническая или планетарная). Программа рассчитывает цилиндрическую передачу внешнего и внутреннего зацеплений.

Новая программа расчёта зубчатых передач более удобна, наглядна и позволяет достаточно быстро просчитать несколько вариантов и найти оптимальный. В ней исключается возможность ввода неправильных коэффициентов при выполнении расчётов. Задача пользователя тщательно разобраться с подготовкой исходных данных, а программа расчёта выберет приемлемый результат. Для наглядности выполненных расчётов на экран выводится кинематическая схема рассчитываемой передачи.

Программа расчёта на прочность зубчатых передач отлажена и тщательно протестирована.

УДК 629.7.036

## ГРАДУИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО ПОДСИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ ТЯГИ

Ветров П.А., Григорьев В.А., Леденев А.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет

### CALIBRATION DEVICE OF A SUBSYSTEM OF MEASUREMENT OF THRUST

*Vetrov P.A., Grigoriev V.A., Ledenev A.I. The force measurement at aviation tests of gas turbine engines is important part of this hard process. This measurement is necessary for thrust and turning moment determination. Traditionally arm devices and systems of reference weights are used for calibration of measuring channels. But traditional solutions can't be realized in all cases. One of decisions of this problem is presented in this article.*

Измерение усилий при испытаниях авиационных ГТД является важной частью этого сложного процесса. Такие измерения необходимы для определения тяги двигателя или крутящего момента, необходимого для косвенного измерения мощности [1]. Традиционно для градуировки измерительных каналов, измеряющих силы, используют рычажные устройства и системы эталонных грузов [2]. Однако в ряде случаев традиционные решения реализовать не удастся (малораз-

мерные двигатели, особенности испытательных станков и боксов и т.п.).

Один из вариантов решения такой проблемы представлен в данной работе. На рис. 1 показана принципиальная схема градуировочного устройства, используемого в системе измерения силы тяги двигателя в диапазоне 0...0,7 кН и усилия от крутящего момента 0...0,3 кН.

Эталонное усилие вырабатывается калибратором усилий (рис.2).