

УДК 681.518.54:334

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ПРОГРАММНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
ПРОЕКТИРОВЩИКА ФРИКЦИОННЫХ ПЕРЕДАЧ**

А.П. Кривошапко¹, В.И. Кравченко²

Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск
e-mail: kit@dgma.donetsk.ua

Фрикционные передачи (ФП) широко используются в сфере машиностроения и приборостроения. Их проекторочный расчет требует значительных временных и трудовых затрат. В силу человеческого фактора, высока вероятность появления ошибок, на устранение которых требуются контрольно - проверочные расчеты и дополнительное время. Автоматизация процесса расчета ФП значительно сокращает время на выполнение проектирования передачи и повышает его точность за счет контроля ошибок и используемого нормативно - справочного материала на каждом этапе расчета. Следовательно, тема настоящей работы является актуальной [1].

Цель данной работы автоматизировать расчет фрикционных передач с использованием ЭВМ. Для реализации этой цели необходимо изучить конструктивные особенности и методы расчета, применяемые конструктором при проектировании ФП, а также разработать математическую модель, представляющую основу математического обеспечения программно-методического комплекса (ПМК) автоматизированного проектирования.

ФП, расчетная схема которой представлена на рисунке 1, преобразовывает вращательное движение от одного вала к другому посредством сил трения, возникающих между насаженными на валы и прижатыми друг к другу рабочими телами (дисками, цилиндрами или конусами).

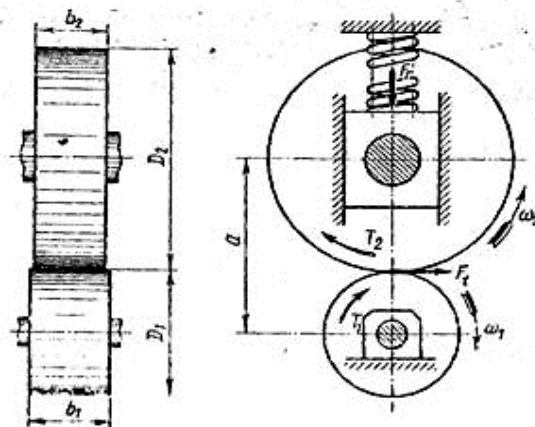


Рис. 1. Геометрические, силовые и кинематические параметры фрикционной передачи

Бизнес процесс проектирования ФП состоит из следующих этапов: анализ входных данных, выбор математической модели для расчета передачи необходимого типа, выполнение расчетов, проверка, исправление ошибок, формирование конструкторской документации для начала работ по технологической подготовке производства передач. Для расчета ФП используются следующие входные данные (обозначения см. на рис. 1): диаметр ведущего катка D_1 , вращающий момент на ведущем катке T_1 , материал катков.

В результате расчетов инженер должен получить размеры и характеристики катков для изготовления передачи. Основные выходные данные: диаметр ведомого катка D_2 ; b_1, b_2 - ширина ведущего и ведомого катков соответственно.

Математическая модель для моделирования параметров ФП разрабатывается исходя из условия работоспособности передачи (F_f – максимальная сила трения, F_r – усилие прижатия катков друг к другу H , f – коэффициент трения, F_t – сила трения покоя):

$$F_f = F_r \cdot f \geq F_t \quad (1)$$

нарушение, которого приводит к буксованию и быстрому износу катков. Разработка математической модели велась с использованием методов приближенных вычислений путем приведения к удобопрограммируемому аналитическому виду известных зависимостей, характеризующих ФП [2 - 5]. Дополнительно при моделировании используются следующие основные параметры ФП: u – передаточное число; a – межосевое расстояние; Ψ_a – коэффициент ширины ободка катка по межосевому расстоянию; E_{np} – приведенный модуль упругости; $[\sigma]_H$ – допускаемое контактное напряжение для менее прочного материала; σ_H – контактное напряжение; K_c – коэффициент запаса сцепления. К входным переменным модели относятся $D_1, u, T_1, [\sigma]_H$, к выходным - D_2, a, b_1, b_2 и отношения: $F_f / F_t, [\sigma]_H / \sigma_H$.

Пошаговый алгоритм моделирования заключается в следующем:

1) расчет межосевого расстояния - $a = D_1 \cdot (1+u)/2$; 2) расчет ширины катков - $b_2 = a \cdot \Psi_a, b_1 = 1.1 \cdot b_2$; 3) расчет силы трения покоя - $F_t = T_1 \cdot (1+u)/a$; 4) расчет силы прижатия - $F_r = K_c \cdot T_1 \cdot (1+u)/f \cdot a$; 5) расчет действующего контактного напряжения - $\sigma_H \leq [\sigma]_H$; 6) вычисление отношений - F_f / F_t и $[\sigma]_H / \sigma_H$; 7) проверка условия работоспособности (1) и выдача рекомендаций для поддержки принятия решений, с учетом содержащихся в нормативной базе данных ПМК табличных значений коэффициентов трения скольжения, допускаемых контактных напряжений, модулей упругости катков из различных материалов и т.п. Дальнейшее информационное моделирование с применением современных диаграммных методик (контекстная SADT диаграмма, диаграммы прецедентов, классов,

последовательностей) позволило разработать программное обеспечение ПМК, реализующее вышеприведенную математическую модель и алгоритм. Результаты моделирования на ЭВМ показаны на рис. 2.



Рис. 2. Интерфейс ПМК:

- а) контактные напряжения меньше допустимых;
 б) контактные напряжения больше допустимых.

Как видно из рисунка 2, рекомендации конструктору по результатам расчетов сил и напряжений в передаче выводятся на экран дисплея в различной цветовой гамме. Зеленый цвет, если расчетные значения контактных напряжений меньше допустимых и в красном – если это соотношение нарушается. Если цвет сообщения зеленый, то далее средствами ПМК выполняется проверочный расчет, в противном случае дальнейшее моделирование блокируется системой, а конструктор обязан изменить входные данные по геометрии и силам.

Выводы. Анализ конструктивных особенностей и методов расчета, фрикционных передач позволил разработать математическое и программное обеспечение для автоматизированного определения их параметров и оценки работоспособности, а формирование математической модели способствовало повышению уровня математической подготовки студента. Дальнейшее направление исследований – сопряжение расчетной части ПМК с автоматизированным проектированием ФП.

Литература

1. Расчет фрикционной передачи [Эл. Ресурс.] Режим доступа: <http://mehanika.ru/tekhnicheskie-raschety/729-raschet-friktsionnoj-peredachi.html>
2. Гулия Н. В. Детали машин / Н. В. Гулия Н. В., В.Г. Клоков, С.А. Юрков. — М.: Издательский центр "Академия", 2004. — 416 с.
3. Богданов В. Н. Справочное руководство по черчению / В. Н. Богданов, И. Ф. Малевич, А.П. Верхола и др. — М.: Машиностроение, 1989. — С. 438-480.
4. Общетехнический справочник / Под ред. Скороходова Е. А. М.: Машиностроение, 1982. 416 с.
5. Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2010. — 608 с.