

мышления и рефлексии: подходы и исследования. - Психология творчества. Общая, дифференциальная, прикладная. М., 1990. С. 57-55.

10. Степанов С.Ю. Место личностной рефлексии в решении творческих задач. /Диссертация на соискание ученой степени канд.псих.наук. М., 1984. С. 184.

11. Трик Х.Е. Основные направления экспериментального изучения творчества. Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления. М., 1981. С. 298-504.

12. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач. М., 1972. С. 216.

13 Новоселов С.А. Ассоциативно-синектические технологии проектирования образовательного пространства субъекта учебно-профессиональной деятельности. Материалы 6-й Международной научно-практической конференции. 2007г., Екатеринбург. С. 270-278.

**Т.А. Гамова, А.В. Гамов, Г.К. Смолин**

## **ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА СТРУКТУРНЫХ СХЕМ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ**

Методики расчетов механических узлов в курсе теоретической механики основаны на традиционных для этого курса методах. Во многих же специальных дисциплинах электротехнического профиля (теория электропривода, системы управления электроприводом, элементы систем автоматики и др.) применяется моделирование электромеханических систем. Для синтеза моделей и анализа динамических процессов в сложных электромеханических системах широко используется аппарат структурных схем, в том числе и детализированных, не нашедший должного отражения в сложившемся курсе теоретической механики. Применение аппарата структурных схем в преподавании теоретической механики это актуальная проблема, которую необходимо решать. Принципы, по которым формируются развернутые структурные модели [1], опираются на уравнения, описывающие динамику механической системы. Основой для составления моделей механических передач с жесткими линейными связями может служить ориентированный нагруженный граф, вершины которого отображают моменты инерции всех сосредоточенных вращающихся масс (или масс поступательного движущихся элементов), а переходы - механические связи между массами. При этом каждая вершина графа помечается (нагружается) внешними движущими и противодействующими моментами, а также внутрен-

ними моментами статического сопротивления, приложенными к данной массе. Переходы графа помечаются параметрами, характеризующими механическую связь между массами (коэффициент передачи по скорости, коэффициент полезного действия (цена связи), радиус приведения, коэффициенты жесткости и вязкого внутреннего трения и т. п.). Стрелки на переходах отражают направление передачи потока энергии (ориентация графа), причем количество вершин и переходов соответствует числу сосредоточенных масс и механических связей реальной передачи. Так, например, уравнения движения двухмассовой механической системы, состоящей из одного двигателя и редуктора с нагрузкой, в соответствии с рис. 1 могут быть записаны в виде:

$$M_{д2} - M_{N23} = J_2 p \omega_2$$

$$M_{д1} - M_{N12} = J_1 p \omega_1$$

$$\omega_2 = \omega_1 / i_{12}$$

$$\sum F_{д} - \sum F_{р1} = m_1 \cdot p \cdot v$$

На основании этого возможно рассчитать конкретный механический узел (рис.2)

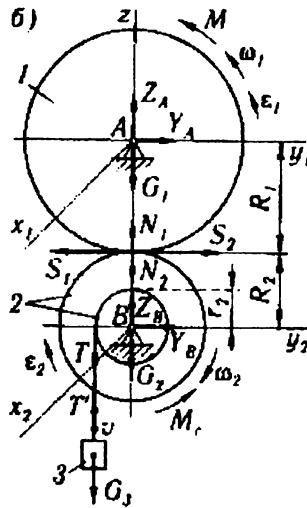


Рис. 2. Схема механической передачи в системе однодвигательного привода

Для расчета механической передачи воспользуемся классическими методами расчета, применяемые теоретической механики, но уравнения запишем в операторном виде.

$$J_1 \cdot p \cdot \omega_1 = M - SR_1$$

$$J_2 \cdot p \cdot \omega_2 = SR_2 - Tr_2 - M_c$$

$$m_2 \cdot p \cdot \omega_2 \cdot r_2 = T - G_3$$

$$i_{12} = \frac{R_2}{R_1}$$

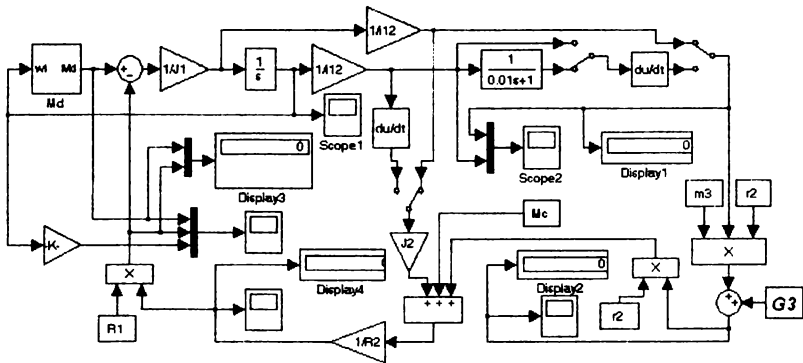


Рис. 3. Детализированная модель механической передачи в системе однодвигательного привода

Таким образом, моделирование механических узлов по аналогии с моделированием электрических схем возможно по формированию модели по передаточным функциям. При использовании этого способа модель механического узла представляется в виде структурной схемы. Решение задачи заключается в преобразовании типовых передаточных функций элементов общей структурной схемы модели в эквивалентные детализированные (развернутые) структуры. В общем случае синтез моделей по данному способу предусматривает выполнение следующей последовательности операций:

1. Составление системы дифференциальных уравнений механического узла.
2. Запись исходной системы уравнений в операторной форме и ее аналитическое преобразование.
3. Представление модели механического узла в виде структурной схемы и ее преобразование.

Необходимо отметить, что аппарат детализированных структурных схем является удобным инструментом анализа динамических режимов работы электромеханической системы. Данный подход эффективно использует достоинства метода визуального программирования и компьютерные пакеты типа SIMULINK (приложение к Matlab) с ориентацией на современную вычислительную технику.

Следует также отметить, что в компьютерной модели каждое звено структурной схемы выполняет математические операции (вычислительные процедуры) над переменными во временной области, хотя передаточные функции звеньев записываются в операторной форме. При этом легко формируются каналы измерения мгновенных значений параметров механических узлов.

Использование аппарата структурных схем в рамках теории расчета механических узлов курса теоретической механики способствует более раннему формированию у студентов специальности 180400 навыков владения одним из широко распространенных в специальных дисциплинах методов, а также успешному решению практических задач при курсовом и дипломном проектировании.

#### **Библиографический список**

1. Иванушкин В.А., Исаков Д.В., Кожеуров В.Н., Сарапулов Ф.Н. Структурное моделирование электротехнологических систем и механизмов. Нижний Тагил, 2006. 399 с
2. Иванушкин В.А., Сарапулов Ф.Н., Шимчак П. Структурное моделирование электромеханических систем и их элементов. Нижний Тагил, 2000. 310 с.