

Секция «Математика и механика»

**Моделирование нагруженности поверхностей вращательных
кинематических пар в рычажных механизмах**

Балышева Н.О.¹, Хват А.В.², Иванов А.Ю.³

1 - БНТУ (Белорусский Национальный Технический Университет),
Машиностроительный факультет, 2 - БНТУ (Белорусский Национальный
Технический Университет), Машиностроительный факультет, 3 - БНТУ
(Белорусский Национальный Технический Университет), Машиностроительный,
Минск, Беларусь

E-mail: nadezhda_balysheva@mail.ru

В современном машиностроении происходит ускорение и повышение качества подготовки производства новых изделий за счет применения достижений в области информационных технологий, которые позволяют строить математические модели различных технических и физико-химических процессов жизненного цикла машины. Одним из важнейших критериев, определяющих ресурс, надежность и долговечность машин, является изнашивание подвижных сопряжений. Величины износа сопряжений в различных частях механизмов во многом обусловлены их конструктивными характеристиками. Влияние механических характеристик и особенностей строения рычажных механизмов на нагруженность вращательных кинематических пар доказано в [1]. От величины нагруженности поверхностей зависят такие характеристики как КПД машины и ее механические потери энергии. Поэтому разработка программного продукта для расчета нагруженности локальных участков поверхностей пар трения является актуальной задачей, которая позволит прогнозировать ресурс и энергопотребление проектируемой машины, проводить оптимизацию конструкции и тем самым повышать важнейшие показатели ее производительности и безопасности.

Определение нагруженности рабочих поверхностей вращательных кинематических пар основано на динамическом анализе механизма, в котором эти пары функционируют. Показателями, определяющими нагруженность элемента поверхности, являются мгновенное и среднее напряжение, путь трения и параметр l – отношение относительной угловой скорости звеньев и угловой скорости вектора реакции в кинематической паре [2]. Основное требование к программе заключается в визуализации значений указанных показателей при задаваемом пользователем расчетном шаге по обобщенной координате механизма (массивы с переменной i) и угловой координате элемента исследуемых поверхностей (массивы с переменной j). Исходными данными являются: основные размеры механизма, массы подвижных звеньев, средняя угловая скорость. Закон изменения внешних сил на выходном звене задается из текстового файла, данные в который передаются отдельной программой, рассчитывающей математическую зависимость силы от перемещения звена по конечному числу экспериментально полученных точек. Программа реализуется на языке C# и включает в себя четыре основных блока расчетов. Первый блок представляет собой определение угловой скорости и углового ускорения начального звена. Далее производится вычисление скоростей и ускорений точек и звеньев, инерционных нагрузок, реакций в кинематических парах и угловых скоростей поворота их векторов. В следующем блоке выполняется пересчет углов наклона и проекций векторов реакций в системы координат, связанные с подвижными звеньями. В

последнем блоке при предварительном вводе механических характеристик материала на основе решения задачи о внутреннем контакте цилиндра с круговой полостью [3] рассчитывается контактное давление и углы контакта, путь трения для каждого элемента поверхности.

Результаты расчетов представляются в виде круговых диаграмм, в которых длины и цвет векторов пропорциональны значениям рассчитываемых параметров, а направления векторов, характеризующих нагруженность отдельных элементов поверхности, соответствуют угловой координате ϕ данного элемента. Визуализация осуществляется посредством библиотеки компьютерной графики OpenGL.

Программный комплекс позволяет производить исследования влияние режимов работы, геометрических и массовых характеристик машины на нагруженность во вращательных кинематических сопряжениях, без углубления в математическое описание происходящих процессов. Дружелюбный интерфейс предоставляет информацию в доступном виде, удобном для проведения дальнейших исследований.

Литература

1. Авсиевич А.М., Реут Л.Е., Девойно О.Г. Влияние конструктивных особенностей рычажных механизмов на изнашивание вращательных пар трения / А.М. Авсиевич, Л.Е. Реут, О.Г. Девойно // Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. 2012, №1 – С. 51 – 57.
2. Авсиевич А.М., Реут Л.Е., Николаев В.А., Адаменко Д.В. Алгоритмизация расчетов факторов износа кинематических пар рычажных механизмов / А.М. Авсиевич и др. // Машиностроение: Респ. сб. научн. трудов. Вып. 25. Мн.: БНТУ, 2009. – С. 8 – 11.
3. Александров В.М., Ромалис Б.Л. Контактные задачи в машиностроении / В.М. Александров, Б.Л. Ромалис – М.: Машиностроение, 1986. – 176 с.