

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМОВ ПО КРИТЕРИЮ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

А.Е. Шашко, А.М. Авсиевич, С.А. Пронкевич

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Abstract. The paper describes the algorithm for calculating the distribution of the contact pressure and relative wear resistance criteria on the surface of rotation kinematic pairs. The product of contact pressure on each surface element at relative sliding velocity is selected as the criteria of relative wear resistance of the elementary parts of the surfaces. It is established that for internal combustion engine the decrease of the load and the relative wear on the crank pin of the crankshaft takes place with increasing distance from the axis of the collar to the center of mass of the rod. Developed software makes possible to predict the resource and the energy consumption of different design options designed machines and optimize its design. Proposed approach can be applied to study the loading of kinematic pairs for different types of mechanisms.

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 процессов жизненного цикла машины. Одним из важнейших явлений, определяющих энергопотребление, ресурс, надежность и долговечность машин, является изнашивание подвижных соединений. Величины износа сопряжений в различных частях механизмов во многом обусловлены их механическими характеристиками и структурно-конструктивными особенностями.

Созданное программное обеспечение предназначено для исследования неравномерной нагруженности рабочих поверхностей кинематических пар. Может быть использовано в различных отраслях машиностроения для оптимизации конструкции механизмов и разработки технологий упрочнения поверхностей кинематических пар.

В нем реализуется алгоритм динамического анализа механизмов, позволяющий определить наиболее/наименее нагруженные участки поверхностей кинематических пар по показателям: приложенные силы, контактное давление, интенсивность изнашивания.

Создана программа для расчета сил реакций в рычажном механизме, позволяющая определять величины сил и их ориентацию относительно подвижных звеньев. Разработаны критерии оценки износостойкости конструкций, алгоритмы расчета распределения контактных давлений в элементах вращательных кинематических пар и относительной износостойкости по рабочим поверхностям кинематических пар, способы визуализации результатов расчетов.

Разработан алгоритм, позволяющий оценить распределение нагрузок и потерь на трение во вращательных кинематических парах механизмов. Он основан на определении распределения напряжений по поверхностям трения. Показателем, характеризующим относительную износостойкость элементарных участков поверхностей, выбрано произведение напряжения на каждом j -м участке на аналог относительной скорости скольжения.

Суммирование этих показателей позволяет определить нагруженность отдельных участков и всей поверхности в целом за цикл работы машины. Варьируя исходными данными для динамического анализа (угловой скоростью вращения начального звена, размерами, внешними силами) можно определить такие конструктивные параметры, которые обеспечат минимальную нагруженность и звеньев и минимальные потери на трение при различных режимах работы машины. Это продемонстрировано расчетом по разработанной

программе с использованием в качестве входных параметров конструктивных характеристик параметрам двигателя Д-245.2, производимого Минским моторным заводом. Примеры визуализации расчетов приложенных сил, контактных давлений и показателя относительной износостойкости показаны на рисунках 1 и 2.

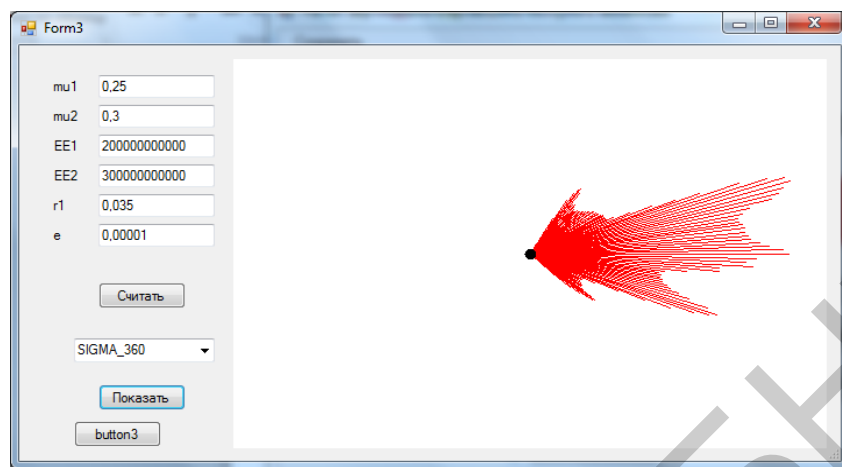


Рис. 1. – Пример визуализации роаспределения показателей нагруженности элемента вращательной кинематической пары

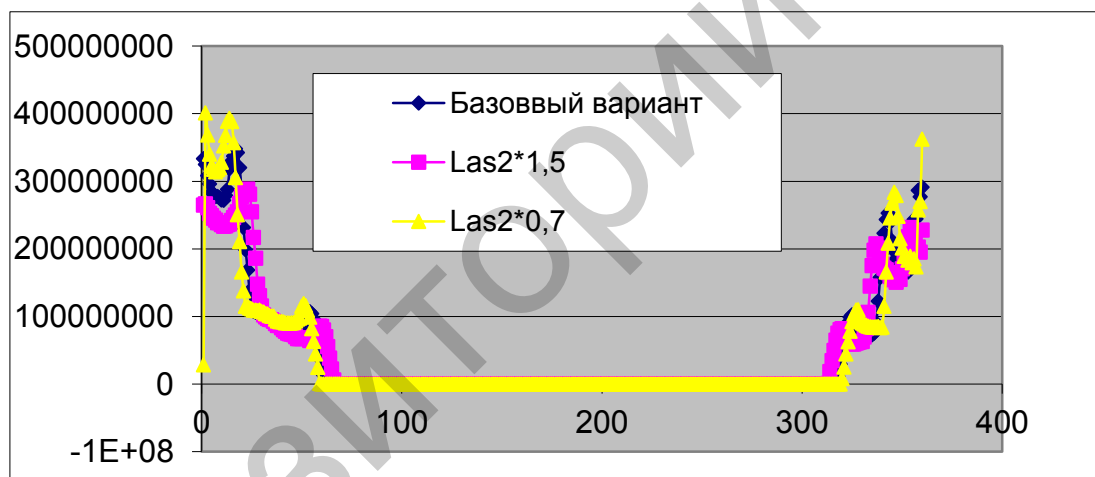


Рис. 2. – Изменение суммарных контактных давлений на элементах поверхности шатунной шейки в зависимости от положения центра масс шатуна

Установлено, что уменьшение показателей нагруженности и относительного износа шатунной шейки коленчатого вала имеет место при увеличении расстояния от оси шейки до центра масс шатуна. Одной из целей дальнейших исследований является анализ влияния изменения положения центра масс шатуна при увеличении/уменьшении его массы на нагруженность звеньев.

Разработка программного продукта для расчета нагруженности локальных участков поверхностей пар трения является актуальной задачей, которая позволит прогнозировать ресурс и энергопотребление различных вариантов конструкции проектируемой машины, проводить оптимизацию конструкции и тем самым улучшать показатели ее производительности и себестоимости эксплуатации. Предложенный в данной работе подход и разработанные программы расчетов при доработке могут быть применены для исследования нагруженности кинематических пар не только рычажных, но и зубчатых, кулачковых и иных видов механизмов.