

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ИЗНОСА В НИЗШИХ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАХ

Авсиевич А.М., Николаев В.А., Герасименко С.А., Адаменко Д.В.

*The problem of wear calculation with comprehensive allowance for factors is considered. The necessity of mechanism kinematics features accounting and wear factors dependence from parts displacement is shown.*

Трение и вызываемое им изнашивание существенно влияют на эксплуатационные характеристики механизмов, поэтому при проектировании механизмов и машин все большее внимание уделяется расчету узлов и сопряжений на износ. В настоящее время исследованы основные виды изнашивания, имеющие место в подвижных сопряжениях машин, а также получены эмпирические зависимости, связывающие величину износа с кинематическими и силовыми параметрами.

В общем случае интенсивность изнашивания сопряжений  $I$  имеет вид /1/:

$$I = kp^m V^n, \quad (1)$$

где  $p$  – давление в контакте,

$V$  – относительная скорость в сопряжении,

$k$ ,  $m$  и  $n$  – числовые коэффициенты.

В свою очередь величины давления и относительной скорости зависят от большого количества параметров, которые можно условно разделить на две группы: 1) факторы, зависящие от физико-механических свойств и состояния контактирующих поверхностей; 2) факторы, зависящие от кинематических характеристик и функциональных особенностей механизмов.

Факторы, входящие в первую группу и влияющие преимущественно на величину контактного давления, такие как механические характеристики материалов поверхностей, фактическая площадь контакта, шероховатость поверхностей, коэффициент трения подробно рассматриваются физикой и механикой твердого тела. В настоящее время получены сложные математические модели, позволяющие рассчитать напряженное состояние контактирующих поверхностей с высокой степенью точности /2/. Учет факторов второй группы не менее значим для адекватного расчета изнашивания сопряжений, что показано в работе /3/. Однако к настоящему моменту в триботехнике им уделено значительно меньше внимания. Важным, но недостаточно изученным является также вопрос о взаимосвязи факторов первой и второй группы. С данной точки зрения учет кинематических характеристик и динамической нагруженности пар трения необходим для рассмотрения факторов износа сопряжений в динамике, учесть области наибольших интенсивностей изнашивания в соединении и применить полученные данные к созданию конструкции с равноизнашиваемыми поверхностями.

В соответствии с подходом /4/ изнашивание точек сопряжения будет различаться из-за неравномерной их нагруженности. Поэтому при расчете на износ следует рассматривать в отдельности каждую элементарную площадку поверхности сопряжения. Тогда схема расчета, например, для цилиндрических сопряжений вращательных кинематических пар, будет иметь вид, представленный на рис. 1. Каждый блок представленной схемы представляет собой отдельную научно-инженерную задачу. При этом сохраняется необходимость эмпирического определения коэффициентов в формуле (1).

Расчет, проведенный в /4/, показывает, что с учетом передаточных функций и закона изменения внешних сил интенсивность износа различных участков достигает 3-х крат. Учет скорости изменения угла наклона реакции между звеньями во вращательной паре показывает, что относительная скорость скольжения для разных участков поверхности контакта может



Рис. 1. Схема расчета вращательных пар на износ

различаться на несколько порядков. В отдельных положениях имеет место скачкообразное изменение направления реакции, то есть данные участки испытывают ударные нагрузки. В этом случае вид изнашивания может отличаться от вида изнашивания прочих участков поверхности сопряжения, и для них следует применять иные формулы расчета величины износа и интенсивности изнашивания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трение, износ и смазка: (Трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под общ. ред. Чичинадзе А.В. - М.: Машиностроение, 2003. - 5785 с.
2. Кравчук А.С., Чигарев А.В. Механика контактного взаимодействия тел с круглыми границами. - Мн.: Технопринт, 2000. - 196 с.
3. Повышение долговечности трущихся элементов вращательных кинематических пар механизмов машин на основе моделирования их износа / Филонов И.П., Анципорович П.П., Акулич В.К., Булгак Т.И. // Современные методы проектирования машин: Респ. межведомств. сб науч. тр. Вып. 2. В 7 томах. Т. 4. / под общ. Ред. П.А. Витязя. - Мн.: УП «Технопринт», 2004. - С. 127 - 132.
4. Патент 2107902 С1 РФ, МКИ G 01 N 3/56. Способ повышения долговечности деталей подвижных соединений механизмов машин / И.П. Филонов, А.А. Черкас. - № 5030070/28; Заявл. 27.02.92; Опубл. 27.03.98, Бюл. № 9.