

УДК 539.538: 539.3 - 621.81.004.1

А.Н.Шоев

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КУЛАЧКОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Технологический университет Таджикистана**(Представлено академиком АН Республики Таджикистан З.Д.Усмановым 24.04.2010 г.)*

Рассмотрены различные подходы исследования кинетики изнашивания и повышения долговечности кулачковых механизмов. Проведено сравнение результатов долговечности кулачкового механизма, рассчитанное по различным методам.

Ключевые слова: *изнашивание – кулачок – кулачковый механизм – долговечность.*

Одним из основных видов, широко применяемых в современных машинах-автоматах, являются кулачковые механизмы, относящиеся к классу цикловых в соответствии с обеспечением периодического движения рабочих органов машины.

Вопросу трибоконтактного взаимодействия в кулачковых механизмах посвящены многочисленные научные исследования как у нас в стране, так и за рубежом [1-5]. Вместе с тем расширение эксплуатационных возможностей кулачковых механизмов требует дальнейшего совершенствования методов трибоконтактного взаимодействия, учета динамических особенностей и составления уточненного описания свойств, которые ранее оставались либо незамеченными, либо их учет был связан с определенными математическими трудностями.

Последнее во многом касается динамики кулачковых механизмов как нелинейных механических систем, содержащих нестационарные связи. Решение задач, направленных на изучение возникающих при этом эффектов в кулачковых механизмах, нацелено на повышение их работоспособности и долговечности и представляется актуальным. Возможности проведения подобных исследований обусловлены появлением нового эффективного математического обеспечения в виде пакетов прикладных программ, позволяющих с малыми затратами труда и времени составлять решения дифференциальных нелинейных уравнений и учитывать особенности эффектов, обусловленных нестационарностью связей. То же относится и к совершенствованию экспериментальных методов исследования, наделяемых в настоящее время повышенной точностью измерения физических параметров и обработкой получаемых результатов с широким применением средств вычислительной техники.

Одним из таких факторов, менее изученным по сравнению с другими свойствами кулачковых механизмов, является учет трибоконтактного взаимодействия элементов высшей кинематической пары, изучения его влияния на законы движения толкателя механизма и нагружение именно этого соединения, наличие которого в кулачковых механизмах часто ограничивает область их применения.

Адрес для корреспонденции: Шоев Алмосшо Наботович. 734060, Республики Таджикистан, г.Куляб, ул.И.Сомони, 27/1, Кулябский филиал Технологического университета Таджикистана. E-mail: shoev_a@mail.ru

$$A = 0.34 \text{ при } 0 < d < 0.6 \text{ мм},$$

$$B = 0.9 \text{ при } 0 < d < 4 \text{ мм}$$

$$B = 1 \text{ при } 0 < d < 0.6 \text{ мм}$$

Определение силы обкатывания

$$P_y = 1.05 \sigma_n d \sqrt{\frac{21_{m\hat{c}x} R_p R_\partial}{R_p + R_1}} \left[1 + 0.35 \sqrt{\frac{R_p + R_\partial}{R_1}} \right], \tag{7}$$

где: R_p – радиус ролика; R_d – радиус детали.

$$L_{m\hat{c}x} = \sqrt{R_{np}^2 - (d - S_z)^2} - \sqrt{R_{np}^2 - d^2} \text{ или } L_{m\hat{c}x} = S_z d / R_{np}, \tag{8}$$

где: σ_{II} – напряжение на площадке контакта, Мна.

$$\sigma_n = 5.2 \sigma_s / \sqrt{3}, \tag{9}$$

σ_s – степень деформации,

$$\varepsilon = \Gamma / \sqrt{3} \tag{10}$$

Γ – накопленная деформация поверхностного слоя.

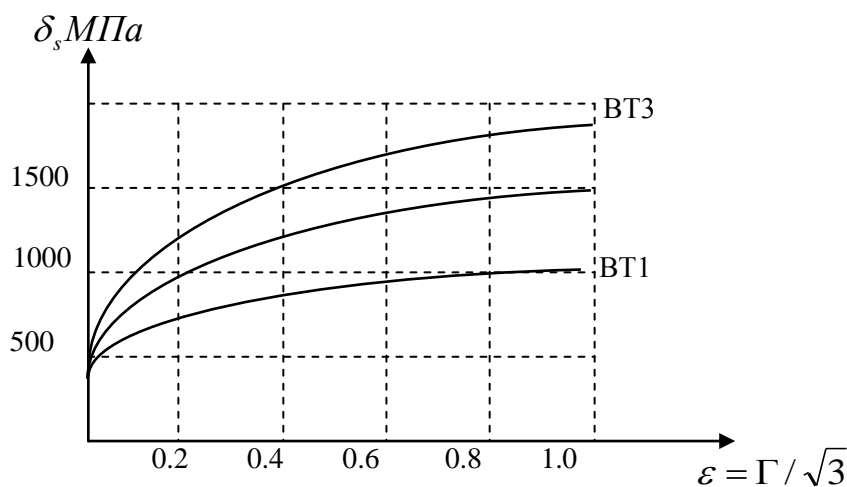


Рис. 2. Кривые упрочнения.

Развитие конструкции машин происходит при постоянном стремлении к увеличению их производительности, что почти всегда сопровождается повышением механической и тепловой нагрузок подвижных сопряжений деталей. В связи с этим перед конструктором стоит задача создания новых, более современных узлов трения.

Для оценки совместимости трущихся поверхностей был прежде всего разработан критерий заедания (задира), более объективный, чем визуальные наблюдения, и учитывающий специфические условия работы тяжело нагруженных трибосопряжений, а также методика оценки совместимости материалов с учетом температуры.

Исследования проблем оптимального проектирования конструкций различного назначения активно стимулируются потребностями в снижении материалоемкости, габаритов, стоимости и других характеристик инженерных объектов [2]. В рамках принятой концепции при проектировании, как правило, существует бесчисленное множество вариантов конструкции, удовлетворяющих заданным эксплуатационным и технологическим требованиям. Этот факт является основой для постановки задач оптимизации.

В соответствии с известными методиками синтеза кулачкового механизма расчет его геометрических размеров связан, прежде всего, с выбором теоретического закона движения толкателя, по которому строится профиль кулачка.

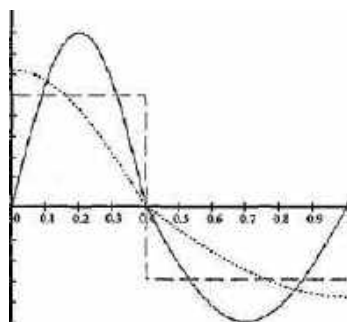


Рис. 3. К определению законов движения толкателя, несимметричная тахограмма, синусоидальный закон; косинусоидальный закон; закон постоянного ускорения.

Предложенные методы позволяют эффективно и достаточно просто, особенно первый из них, провести расчет долговечности (износа) элементов кулачкового механизма. Полученные данные долговечности механизма свидетельствуют, что упрощенный метод дает оценку, весьма близкую к оценке долговечности, установленной согласно уточненного решения данной трибоконтактной задачи. Составлены дифференциальные уравнения движения толкателя кулачкового механизма в различных приближениях применительно к описанию контактного взаимодействия элементов высшей пары кулачок – толкатель. Показано, что последовательность приближения к описанию реальных свойств механизма может содержать три основных этапа.

Первый этап связан с линейной моделью упруго-вязкого взаимодействия элементов высшей пары, в соответствии с которой усилие контактного взаимодействия прямопропорционально величине упругого сближения элементов пары. Второе приближение базируется на представлении, что приведенный коэффициент жесткости c - величина переменная и определяется как отношение усилия, нагружающего соединение, к величине его деформации - упругому сближению элементов высшей пары. В этом представлении дифференциальное уравнение движения толкателя остается линейным, но с переменным коэффициентом. Такое описание движения толкателя предполагает возможность появления неустойчивых режимов работы кулачкового механизма в зависимости от подбора законов движения толкателя и параметров механизма или, по крайней мере, возникновения параметрического возбуждения сопровождающих колебаний, что в свою очередь должно существенно влиять на инерционное нагружение толкателя.

Третье приближение основывается на модели, в соответствии с которой трибоконтактное взаимодействие элементов высшей пары формируется как нелинейная зависимость этого усилия от величи-

ны упругого сближения, а коэффициент диссипации определяется для конкретного механизма по результатам натурного испытания.

Самым эффективным способом увеличения долговечности является уменьшение контактных давлений в зоне трения, которое достигается выбором оптимальных геометрических размеров и обеспечением равномерности распределения контактных давлений. Долговечность сухого трения в значительной мере определяется трибологическими характеристиками используемых самосмазывающихся антифрикционных композитов. Интенсивность изнашивания используемых материалов при этом определяют экспериментально. Она зависит от режимов эксплуатации узла, материалов пары трения и др. Рассмотренные вопросы исследования работоспособности элементов в кулачковых механизмах позволяют ставить вопрос об оптимальном проектировании таких узлов. Нами установлены химические составы и агрегатные состояния твердых покрытий, при которых повышается температура порога и снижается схватывание трущихся поверхностей. К этому, в частности, приводит присутствие в покрытиях в связанном состоянии атомов неактивного азота и наименьшая интенсивность изнашивания технологического инструмента.

В ы в о д ы

Для тяжело нагруженных трибосопряжений (в том числе и для рабочей зоны металлообработки) объективным критерием совместимости трущихся поверхностей является отношение, позволяющее численно оценить способность пары трения приспособляться друг к другу. Это существенно повышает точность оценки и производительность. Разработанная модель дает возможность эффективно провести оценку линейного износа при заданном ресурсе точек контура кулачка или его долговечности при заданном линейном износе. Упрощенные и уточненные способы решения этой трибоконтактной задачи дают весьма близкие результаты (расхождение не превышает 1%). Проведенные исследования свидетельствуют, что для эффективного и точного решения трибоконтактной задачи по кинетике изнашивания кулачковых механизмов возможно использовать первый из представленных упрощенных подходов.

Поступило 26.04.2010 г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Андрейкив А.Е., Чернец М. В. Оценка контактного взаимодействия трущихся деталей машин. – Киев: Наукова думка, 1991.
2. Воскресенский М.И. – Сб. «Теория механизмов и машин». – Харьков: Изд-во ХГУ, 1972, Вып. 13.
3. Вульфсон И.И. – Сб. «Теория механизмов и машин». – Изд-во АН СССР, 1963, с. 94-95.
4. Сенник Д.Н. – Тез. Докл. Всесоюзного совещания по методам расчета механизмов машин-автоматов. – Львов: Изд-во УПИ, 1979, с.91-92.
5. Чернец М., Пашечко М., Невчас А. Методи прогнозування і підвищення зносостійкості триботехнічних систем ковзання. Т. I. – Дрогобич: Коло, 2001.

А.Н.Шоев

**БАЪЗЕ ҶАНБАЪҲОИ ЗИЁД НАМУДАНИ ДАРОЗУМРИИ МЕХАНИЗМИ
МУШТАК***Донишгоҳи технологияи Тоҷикистон*

Дар мақола усулҳои гуногуни таққиқи кинетикаи хурдашавӣ ва баланд бардоштани дарозумрии механизми муштак баррасӣ шудааст. Таҳлили муқоисавии натиҷаҳои дарозумрии механизми муштак, ки бо усулҳои гуногун ҳисоб карда шудааст, нишон дода шудааст.

Калимаҳои калиди: *куҳнашавандагӣ – кулачок – кулачковый механизм – мустаҳкамӣ.*

A.N.Shoev

SOME ASPECTS OF INCREASE OF DURABILITY FIST OF MECHANISMS*Technological University of Tajikistan*

Various approaches of research kinetic wear processes and durability increases a cams mechanisms are considered. Comparison of results of durability a cam the mechanism, calculated on various methods is spent.

Key words: *wear process – a cam – camp of the mechanism – durability.*