DOI: 10.17117/na.2015.10.03.237

Поступила (Received): 09.10.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.10.03.237.pdf>

Смирнов В.В.
Модель напряженного состояния на фрикционном
контакте при трогании с места

Smirnov V.V.
Model for stress state frictional contact when starting off

В работе представлена модель определения параметров процесса трения при трогании с места подвижных частей металлорежущего станка, которая может использоваться для анализа динамических явлений при позиционировании суппорта

Ключевые слова: процесс, трение, модель

The paper presents a model of the process of determining the parameters of friction when starting off the moving parts of the machine tool that can be used to analyze the dynamic phenomena in the positioning of the caliper

Key words: process, friction, model

Смирнов Виктор Владимирович

Кандидат технических наук, доцент

Тверской государственный технический университет

г. Тверь, наб. А. Никитина, 22

Smirnov Viktor Vladimirovich

Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor

Tver state technical university

Tver, A. Nikitin emb., 22

Контактирующие поверхности двух реальных тел волнисты и шероховаты, поэтому касание происходит не по всей номинальной площади, а лишь по отдельным площадкам – пятнам касания. Сила F_t сопротивления скольжению одного тела относительно другого равна сумме сил F_{ik} сопротивления, действующих на отдельных площадках контакта. В связи с этим представляет интерес исследование явлений на единичном контакте, как элементарном источнике сил сопротивления.

Сила F_{ik} трения скольжения неровности определяется двумя составляющими: адгезионной F_{ika} и деформационной F_{ikd} , т.е.

$$F_{ik} = F_{ika} + F_{ikd}$$

Это выражение является следствием двойственной молекулярно-механической природы трения. Адгезионная составляющая записывается в виде

$$F_{ika} = \mu_a \cdot N$$

где μ_a – адгезионная составляющая коэффициента трения;

N – нормальная сила, действующая на единичную неровность.

Как показал И.В. Крагельский [1], при скольжении неровности по деформируемому пространству, вследствие сил адгезионного трения, впереди неровности образуется валик высотой h_{ik} . Существование такого валика экспе-

риментально было определено и определены его размеры. Деформационная составляющая F_{ikd} определяется усилием, необходимым для деформации этого валика, и зависит от его высоты:

$$F_{ikd} = F_d(h_{ik})$$

Для упрощения анализа напряженного состояния на контакте, а также для приближенной количественной оценки параметров процесса трогания с места необходимо заменить реальный контакт моделью.

Рис. 1. Предварительное смещение в начале скольжения

При этом принимаются следующие допущения:

1. Взаимодействие двух неровностей заменяется взаимодействием твердого индентора с деформируемой полуплоскостью (плоская контактная задача). Нагрузки, действующие на индентор, принимаются как среднее арифметическое нагрузок на всех площадках контакта двух реальных поверхностей. Рабочие поверхности индентора плоские (см. рисунок 1): АМ – передняя поверхность, АК – задняя поверхность – «затылок». Адгезионная составляющая силы трения действует лишь на затылке АК, а деформационная – на передней поверхности АМ.

2. Все деформации рассматриваются в пределах упругости. Это объясняется тем, что при трении металлов, роль упругих деформаций весьма существенна и при некоторых условиях является определяющей [1].

3. Сила трения не зависит от скорости скольжения.

Эти допущения позволяют дать качественную оценку явлений, происходящих на единичном контакте. Для уточнения количественных показателей, необходимо вводить поправочные коэффициенты, определяемые экспериментально.

При равномерном скольжении индентора с заданной скоростью деформирование валика происходит следующим образом (см. рисунок). Пусть индентор переместился из положения 1 в положение 2. На участке $A_1B_1C_1D_1$ материал валика опускается вниз (точка B_1 перемещается в положение B_2 , точка

C_1 — в положение C_2 и т.д.). За счет этого материал валика на участке $D_1E_1F_1$ поднимается вверх (точка E_1 перемещается в положение E_2 , точка F_1 — в положение F_2), так, что высота валика h_{ik} при скольжении остается постоянной. Передеформирование валика происходит под действием силы R_2 , горизонтальная проекция которой F_{ikd} представляет деформационную составляющую силы трения.

Под действием силы R_2 в элементах Э внутри валика возникают сжимающие напряжения σ_x и σ_y . Продольная (в направлении оси x) деформация элемента Э зависит от соотношения напряжений σ_x и σ_y . Если $\sigma_y * \nu > \sigma_x$, где ν — коэффициент Пуассона, то элемент удлиняется. Подобную деформацию испытывают все элементы полуплоскости под передней поверхностью индентора и поэтому точка смещается A_1 влево ($l_{dk} < 0$). Если $\sigma_y * \nu < \sigma_x$, то элементы укорачиваются и точка A_1 смещается вправо. Соотношение напряжений σ_x и σ_y зависит от величины переднего угла β индентора. Значение β , при котором перемещение $l_{dk} = 0$ можно назвать граничным и обозначить $[\beta]$.

Адгезионная составляющая силы трения не препятствует смещению точки A_1 , так как скольжению индентора соответствует горизонтальный участок на характеристике этой силы.

Заключение

В работе представлена модель определения параметров процесса трения при трогании с места подвижных частей металлорежущего станка, которая может использоваться для анализа динамических явлений при позиционировании суппорта.

Список используемых источников:

1. Крагельский И.В., Добычин М.В., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ. М.: Машиностроение, 1977. 526 с.

© 2015, Смирнов В.В.

Модель напряженного состояния на фрикционном контакте при трогании с места

© 2015, Smirnov V.V.

Model for stress state frictional contact when starting off