

УДК 621.91.01.015

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ ЗУБЬЕВ ФРЕЗЫ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ ТРЕНИЯ И ИЗНАШИВАНИЯ

© Гуренков А.С., Полторацнев А.С., Силаев Б.М.

e-mail:gurenkovas@mail.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Вопросом изнашивания и износостойкости металлорежущих инструментов посвящено достаточно большое количество работ, среди которых можно назвать следующие [1-4]. Однако совокупное воздействие всех основных факторов влияющих на изнашивание поверхностей инструментов в процессе резания установлено не было.

В предлагаемом исследовании предпринята попытка разработки модели изнашивания задней поверхности зубьев фрезы на основе обобщенной модели трения и изнашивания при относительном перемещении контактируемых твердых тел. Указанная математическая модель представляет собой общее решение задачи о трении и изнашивании контактирующих поверхностей в виде концепции открытой термодинамической системы-триборектора [5, 6].

Она показывает, что интенсивность изнашивания I_h определяется комплексом факторов, обуславливающих источники и стоки массы с поверхности трения, связанные с тангенциальным перемещением и деформированием среды; с явлениями диффузии из-за различия концентраций компонентов в различных точках движущейся среды, а также наличия термо- и бародиффузии, с наличием пространственной неоднородности в распределении температуры и переносом теплоты путем теплопроводности, конвекции и излучения, а также с химическими реакциями в зоне трения, с механическим отделением частиц среды с взаимодействием среды с энергией других видов и др. Зависимость между этими параметрами можно выразить следующим соотношением:

$$I_h = \frac{h_f}{L_f} = K \left(\frac{\theta_s h_s}{|j_s|} \right)^a = K (\dot{S})^a, \quad (1)$$

В уравнении (1) I_h – интенсивность изнашивания поверхности, определяемая обобщенным безразмерным термокинетическим критерием изнашивания, характеризующим отношение производства энтропии θ_s в подвергнутом трибовоздействию слое h_s твердого тела к изменению энтропии в указанном слое за счет переноса ее потоком $|j_s|$, K, a – соответственно коэффициент пропорциональности и показатель степени, определяемые экспериментально. Эти величины учитывают влияние некоторых трудно учитываемых факторов, таких как диффузионные явления, воздействия возникающих электромагнитных явлений и др.

При адаптации обобщенной модели трения изнашивания (1) к конкретному виду трибосопряжения необходимо решить вопрос о том, чтобы выделить ведущие процессы. Учитывая, что энтропия является аддитивной функцией производства энтропии θ_s и потока j_s

$$\rho \frac{ds}{dt} = -j_s + \theta_s$$

эта модель позволяет установить все основные воздействующие факторы, определяющие контактное взаимодействие элементов трибосистемы. На рисунке для её

наглядного представления составлена структурно-функциональная схема, на которой приводятся все взаимодействующие элементы и параметры.

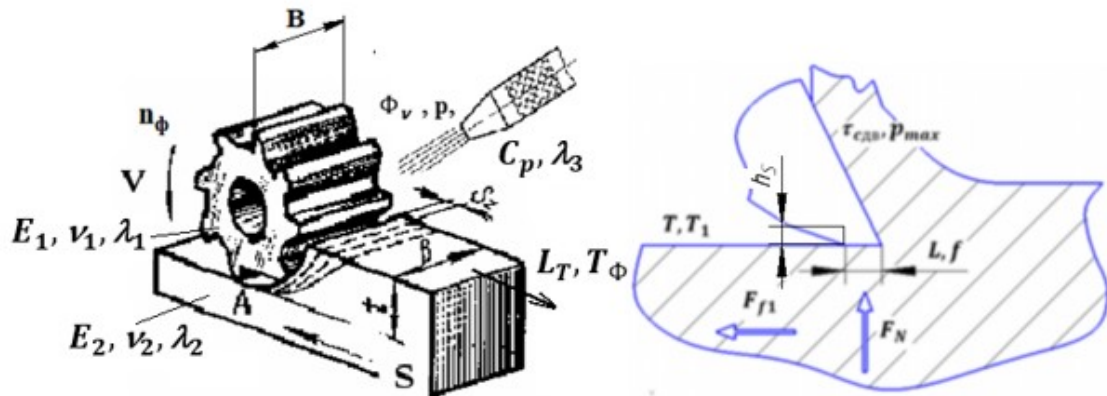


Рис. Структурно-функциональная схема трибосистемы при цилиндрическом фрезеровании

С учетом вышеизложенного обобщенная математическая модель (1) для рассматриваемого случая изнашивания зубьев фрезы по задней поверхности получена в следующем виде:

$$h = K \left[\frac{\left(\frac{\tau_s v_s}{h_s} + \gamma_a T_{\sigma} T_{\varepsilon} + \frac{1}{T} \sum |j_s| T \right) h_s}{\sum |j_s|} \right] L_T \quad (2)$$

где τ_s и v – касательные напряжения и скорость скольжения на задней поверхности зуба фрезы; $\gamma_a T_{\sigma}$ и T_{ε} соответственно, коэффициент гистерезисных потерь, тензоры напряжений и скоростей деформации; T и j_s – градиент температуры и плотность потока (поток на единицу площади тепловой энергии), соответственно.

Таким образом, исходя из изложенных результатов можно констатировать, что полученное уравнение включает в себя практически все элементы и параметры, определяющие согласно структурно-функциональной схеме комплексное влияние на процесс изнашивания задней поверхности зубьев фрезы при цилиндрическом фрезеровании.

Библиографический список

1. Клушин М.И. Резание металлов / М.И. Клушин – М.:Машгиз.1958.– 454с.
2. Макаров А.Д. Износ инструмента, качество и долговечность деталей из авиационных сплавов: учеб.пособие / А.Д. Макаров, В.С. Мухин, Л.Ш. Шустер – Уфа: Изд-во Уфимского авиационного института им. Орджоникидзе. 1974. – 272 с.
3. Грановский Г.И., Шмаков Н.А. О природе износа резцов из быстрорежущих сталей дисперсионного твердения // Вестник машиностроения. 1971. №11. С.65-70
4. Зорев Н.Н., Клауч Д.М., Батыров В.А. и др. О природе износа твердосплавного инструмента // Вестник машиностроения. 1971.№11.С. 70-73
5. Силаев Б.М. Обобщенная модель процесса внешнего трения и изнашивания // Машиноведение. 1989. №2. С. 56-65
6. Силаев Б.М. Термодинамические основы обобщенных модельных представлений процесса трения и изнашивания //
7. Силаев Б.М. Трибология деталей машин в маловязких смазочных средах / Б.М. Силаев– Самара: Изд-во Самарского государственного аэрокосмического ун-та, 2008. – 204 с.