УДК 620.178.16.004

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИЗНОСА МАТЕРИАЛОВ ПАР ТРЕНИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Пенёв О.В., к.т.н.,
Черкун В.В., к.т.н.,
Парахин А.А., к.т.н.
Мелитопольский государственный университет, г. Мелитополь, Россия

Износ основных пар трения металлорежущего оборудования влияет на точность обработки и срок службы станков. В данное время известно большое количество работ по вопросам износа деталей и сопряжений металлорежущего оборудования. Но при анализе стойкости деталей сопряжения к износу во всех работах предоставлен относительный показатель износостойкости материалов. Отсутствие абсолютного показателя износостойкости в конкретных условиях износа, значительно затрудняет аналитический расчет долговечности деталей сопряжений по износу. Это важно при прогнозировании ресурса сопряжения, узла или агрегата на ранних стадиях проектирования.

Таким абсолютным показателем может быть коэффициент износа материалов деталей сопряжений. Он учитывает износостойкость материалов и условия износа, а также зависит от распределения давления по поверхности контакта, скорости относительного перемещения деталей сопряжения и времени наработки.

Одним из наиболее общих показателей износа материалов пар трения является коэффициент износа K_u, являющийся комплексным показателем скоростных, силовых и конструктивных параметров сопряжений [1,2].

Также на процесс износа деталей сопряжений металлорежущего оборудования влияют не только материалы и конструктивные особенности сопряжений, но и условия и среда работы оборудования.

Целью работы является дифференциация коэффициента износа материалов пар трения металлорежущего оборудования.

Коэффициент износа, как показатель устойчивости материалов пар трения к износу, является интегральной характеристикой износа сопряжений. Он объединяет различные виды износа, существующие в данном сопряжении, а также конструктивные особенности, условия и среду. Будучи случайной функцией времени, коэффициент износа характеризует сам процесс, что позволяет определять период приработки сопряжения и его предельное состояние.

Не претендуя на охват всех факторов, которые изменяют коэффициент износа как случайную величину, влияние некоторых

факторов на численные значения коэффициентов износа, можно представить схемой (рис. 1).

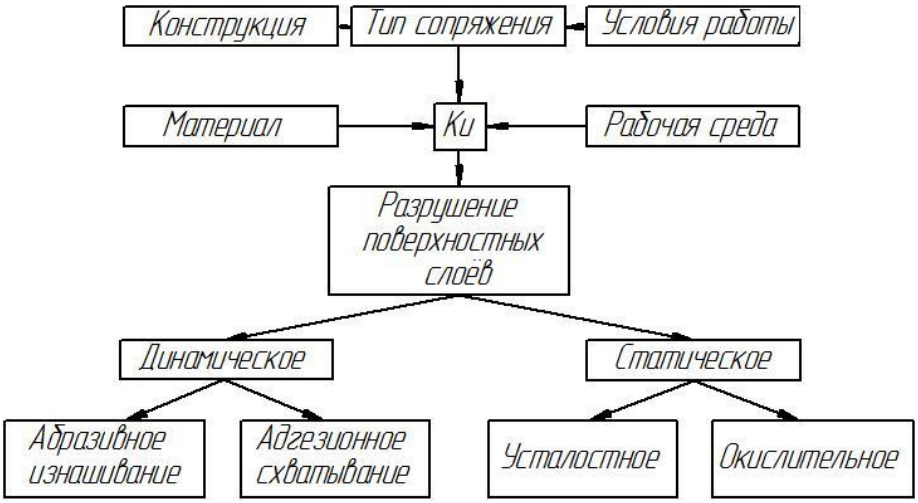

Рис. 1. – Факторы, влияющие на коэффициент износа

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что основную роль играет тип сопряжения, определяемый конструктивными особенностями, силовыми и скоростными параметрами.

Численные значения коэффициентов износа, в зависимости от типа спряжения колеблются от $0{,}003 \times 10^{-5}$ мкм/Па·км – у сопряжений вал-втулка вращательного движения, до $20\text{-}25 \times 10^{-5}$мкм/Па·км – у открытых плоских пар трения. Колебания численных значений коэффициентов износа объясняется распределением давления по поверхности контакта сопряженных тел, а также диапазоном скоростных характеристик.

Значительную роль играет и сам материал деталей сопряжения, точнее его способность сопротивляться износу, то есть энергоемкостью поверхностных слоев, способных сопротивляться разрушению энергией от внешних воздействий. Численные значения коэффициентов износа различных материалов подлежат зависимости от твердости материалов и изменяются от $0{,}004 \times 1^{-5}$ мкм/Па·км – у бронзы БрОСЦ 6-6-3, до $0{,}0002 \times 10^{-5}$ мкм/Па·км – у закаленной стали 45 (соединение вал-втулка вращательного движения).

Разное влияние на коэффициент износа имеют среда, абразивные и окислительные свойства среды, их интенсивность. Производственные испытания металлорежущего оборудования машиностроительных предприятий показали, что количество абразива в среде работы оборудования увеличивает коэффициенты износа материалов направляющих станин станков с 3×10^{-5} до 25×10^{-5} мкм/Па·км. Кроме того, среда работы определяет еще и доминирующий вид изнашивания, то есть вид разрушения поверхностных слоев деталей. Принимая, что основным видом износа деталей сопряжений металлорежущих станков является абразивное, влияние материала пары трения и среды работы

конкретного сопряжения на численные значения коэффициентов износа может быть представлено следующей схемой (рис. 2).

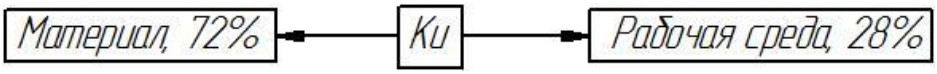

Рис. 2. – Степень влияния материала и среды работы пар трения на коэффициент износа

Перечисленные выше факторы косвенно влияют на коэффициент износа, но не определяют его основную роль, как показателя надежности сопряжения с износом. Основная функция коэффициента износа - противостоять износу или разрушению поверхностных слоев при контактном приложении нагрузки. Степень влияния параметров пары трения конкретного сопряжения на численные значения коэффициентов износа представлена на рис. 3.

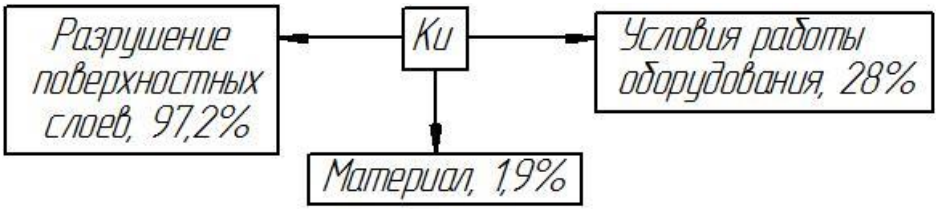

Рис. 3. – Степень влияния параметров пары трения на коэффициент износа

Разрушение поверхностных слоев деталей сопряжения, которое подвергается износу, может быть как динамическим, так и статическим. Динамическое разрушение поверхностных слоев - это разрушение в процессе относительного перемещения деталей соединения, оно является главным видом разрушения в процессе износа.

Статическое разрушение поверхностных слоев деталей сообщение, или разрушение покоя, это разрушение при скорости относительного перемещения равного или близкого к нулю. Динамическое разрушение поверхностных слоев металлов с доминирующими процессами бывает абразивным износом при малых и средних нагрузках в сочетании с адгезионным схватыванием при больших удельных нагрузках в сопряжении. Причем, при абразивном износе, характеристикой процесса является величина абразивного зерна и его количество в зоне контакта сопряженных тел.

Статическое разрушение поверхностных слоев происходит за счет импульсной нагрузки сопряженных тел и усталостного разрушения участков поверхности, или за счет окислительных процессов, которые проходят на контактирующих поверхностях. Как показали эксперименты. численные значения коэффициента износа статического

разрушения колеблются для сопряжений металлорежущих станков в пределах (1-3)х10^{-8} мкм/Па·км, что составляет 0,1% от всего разрушения поверхностных слоев деталей сопряжения.

Степень влияния различных параметров на численные значения коэффициентов износа представлены на рис. 4

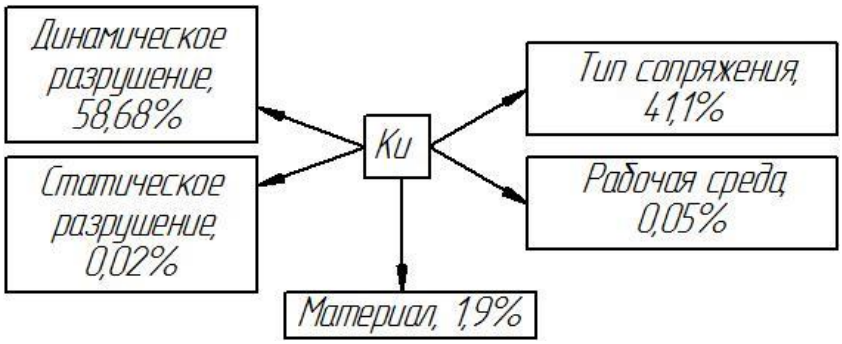

Рис. 4. – Степень влияния различных параметров на коэффициент износа

Как видно из этой схемы, значительное влияние на износ деталей соединений металлорежущего оборудования имеют динамическое разрушение и тип сопряжения. Но на величину динамического разрушения значительное влияние имеет материал пар трения.

Резюмируя, можно сказать, что при определенном виде износа для конкретного сопряжения, основным параметром, который позволяет регулировать численные значения коэффициентов износа, есть материал пар трения.

Список использованных источников

1. Balabanov V.I., Bolgov V.J., Ishhenko S.A.: Friction application of nanoscale antifriction coatings on parts. Nanotechnol. Ecol. Prod, 2010. – 1(3). –P.104–107 ().

2. Shepelenko I., Nemyrovsky, Y., Tsekhanov Y., Posviatenko E.: E. Modeling of contact interaction of micro roughness at FANP. In: I-th International Scientific and Technical Conference «Prospects for the Development of Mechanical Engineering and Transport-2019». – P. 218–219 (2019).