

МЕХАНИЗМЫ ИЗНОСА ЭЛЕМЕНТОВ ХИМИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СПОСОБЫ ЕГО ОЦЕНКИ

Современные проблемы развития химической промышленности в сформировавшихся рыночных условиях указывают на необходимость разработки совершенно новых, более требовательных, стандартов качества эксплуатируемых машин и механизмов. Качество электронасосных агрегатов и всего химического оборудования в значительной мере определяется ресурсом их работы и отказоустойчивостью. Недостаточный ресурс динамического оборудования является причиной огромных затрат энергии, материалов, рабочей силы, и как следствие – понижения уровня ресурсосбережения, увеличения себестоимости оказываемых услуг, значительного понижения конкурентоспособности химической отрасли.

В данной работе произведен обзор видов механического износа, наиболее часто встречающихся в химической промышленности, и методов его количественной оценки.

На рисунке 1 представлена кинетика изнашивания при разных видах износа.

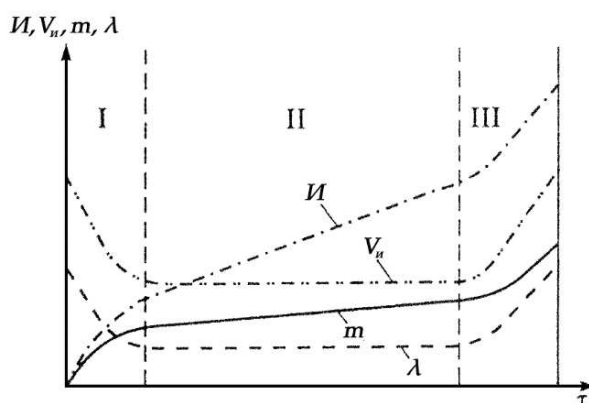


Рисунок 1 – Кинетика изнашивания при различных видах износа

Работа трущегося сопряжения обычно характеризуется тремя типичными стадиями (см. рис. 1): I – начальное изнашивание, наблюдаемое при приработке поверхностей изнашивания; II – установившееся изнашивание, наблюдаемое при нормальной эксплуатации соединения; III – катастрофическое изнашивание, характеризуемое резким возрастанием скорости изнашивания [2].

Изменения на поверхностях трения возникают в результате деформации, повышения температуры и химического действия окружающей среды.

Химическая техника подвержена следующим видам износа: абразивному, газоабразивному, гидроабразивному, кавитационному, адгезионному, окислительному, тепловому, усталостному [1].

Абразивный износ наблюдается при попадании на трущиеся поверхности мелких частиц высокой твердости (абразива шлифовального круга, окалины, песка и т.д). Когда одна трущаяся поверхность имеет малую твердость, абразивному износу подвергается главным образом другая поверхность [2]. Это объясняется более прочным удерживанием частиц абразива на менее твердой поверхности за счет того, что частицы под внешним давлением углубляются в менее твердую поверхность и удерживаются в ней, и, следовательно, происходит меньше движения частиц абразива относительно мягкой поверхности, чем относительно твердой.

На рисунке 2 представлены элементы динамического оборудования, которые под действием сил трения подверглись абразивному износу.



Рисунок 2 – абразивный износ
a – вала; *б* – деталей шаровых мельниц

На рисунке 3 показан кавитационный вид износа, который заключается в разрушении поверхности металла под действием ударов газовых пузырьков, образующихся в обтекающем изделие высокоскоростном потоке жидкости при перепадах давления.

Усталостный износ – это износ вследствие усталостного разрушения поверхностного слоя материала при многократном действии нагрузки, приводящем к зарождению и распространению внутри сильно деформированного слоя трещин, преимущественно параллельных поверхности, которые вызывают отделение в форме тонких чешуек материала.



Рисунок 3 – Кавитационный износ
***a* – лопастей ротора мешалки; *б* – ротора центробежного насоса**

На рисунке 4 представлен усталостный износ деталей.



Рисунок 4 – Усталостный износ
***a* – внутренней обоймы подшипника; *б* – катка**

Усталостный износ характерен для роликов (шариков) в подшипниках качения, железнодорожных колёс и рельсов, что видно на рисунке 4 [3].

В литературных источниках очень часто встречаются мнения, что сопряженная пара деталей из стали и капрона при абразивном износе имеет более высокую износостойкость, чем сопряжения металлических деталей. Капрон частично поглощает абразивные зерна и этим снижает активность абразивного изнашивания [3].

Методами оценки абразивного износа являются:

– метод микрометрических измерений – основан на измерении детали при контактных или каких-либо других приборах до и после испытания на изнашивание.

– весовой метод – определение величины линейного износа по потере веса осуществляется путем вычислений, основанных на предположении, что износ происходит равномерно по поверхности трения. В этом случае весовой износ пересчитывается в линейный по формуле (1):

$$Gh = \frac{Q}{S \cdot j \cdot L \cdot 10^{-3}} \quad (1)$$

где Q – весовой износ, мг; S – площадь поверхности трения, см²; j – удельный вес, г/см³; L – путь трения, м.

– метод искусственных баз – заключается в определении путем вычисления расстояния от поверхности трения до дна углубления, искусственно сделанного на этой поверхности, не нарушающее служебных свойств детали и имеющее глубину большую, чем ожидаемая величина линейного износа. Определив расстояние от поверхности до дна углубления (служащего искусственной базой) до и после испытаний, по разнице глубины определяют износ.

– метод радиоактивных изотопов – заключается в том, что в материал детали, износ которой требуется изучить, вводят радиоактивный изотоп. При этом вместе с продуктами износа в масло будет попадать пропорциональное им количество атомов радиоактивного изотопа.

– метод спектрального анализа – основан на определении содержания железа в пробе масла или другой смазывающей жидкости с помощью химического или спектрального анализа.

Повышение экономически и экологически целесообразной долговечности и надежности машин, технологического оборудования непосредственно связано с повышением износостойкости. Решение этой актуальной и практически необходимой задачи возможно только на базе глубоких, научно обоснованных решений [4].

Управление трением, правильный выбор материалов по критериям трения и износостойкости, рациональное конструирование узлов трения и деталей машин и оптимизация условий эксплуатации могут существенно продлить срок жизни и повысить эффективность машин, снизит вредные экологические воздействия при незначительном увеличении их стоимости.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение абразивного износа элементов химических насосов и выбор конструкционных материалов для их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абразивные материалы и абразивная обработка [Электронный ресурс]: URL: <https://ru.wikipedia.org/> (дата обращения: 20.01.2023).
2. Крагельский И.В. и др. Основы расчетов на трение, износ. – М.: Машиностроение. 1977. – 526 с
3. Петров В.М. Применение модификаторов в узлах машин для решения триботехнических задач [Текст] / В.М. Петров. – СПб.: СПбГПУ, 2004. – 282 с.
4. Старосельский А. А., Гаркунов Д. Н. Долговечность трущихся деталей машин: производственно-практическое издание. – М.: Машиностроение, 1967. – 396 с.