

Блинкова Т.П., Хименкова С.В.
Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Зелинский
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: center@mivlgu.ru

Механические процессы в поверхностном слое трибосистем

Поверхностный слой детали - это слой, у которого структура, фазовый и химический состав отличаются от основного металла, из которого сделана деталь. Силовое поле, создаваемое атомами поверхностного слоя, обладает высокой адсорбционной способностью, вследствие чего поверхность, как правило, покрыта адсорбционными слоями воздуха, воды и различных органических веществ.

При контактировании деталей машин вследствие волнистости поверхностей и макроотклонений формы на значительной части номинальной площади контакта микронеровности сопряженных поверхностей не касаются одна другой. Поэтому площадь касания очень мало зависит от номинальной площади сопрягаемых тел. В области взаимодействия поверхностей и ее окрестности возникает напряженное состояние, которое оказывает существенное влияние на процессы трения и изнашивания. От контактных напряжений зависит состояние поверхности и поверхностных пленок на ней, возникновение адгезионных связей в области взаимодействия, накопление поврежденности поверхностных слоев и их разрушение и т. д.

В результате волнистости пятна контакта группируются на вершинах волн в отдельных зонах, совокупность которых составляет контурную площадь контакта.

При контактировании двух шероховатых поверхностей под влиянием нормальной нагрузки первыми вступают в контакт те пары выступов, для которых сумма высот выступа первой поверхности и противолежащего ему выступа второй поверхности будет наибольшей. По мере увеличения нагрузки в контакт будут вступать все новые пары противостоящих выступов, обладающие все меньшей суммой высот. Вступившие в контакт выступы деформируются вначале упруго, а затем, когда нагрузка превысит некоторую критическую величину, – пластически, точнее упруго–пластически, поскольку основа материала, на которой расположен пластически деформирующийся выступ, будет упруго проседать.

С возрастанием нагрузки происходит упругая деформация волн, на которых расположены микронеровности. Упругая деформация волн ведет к увеличению контурной площади и вследствие этого к увеличению числа выступов, воспринимающих нагрузку. Поскольку высота выступов различна, в каждый момент времени деформация разных выступов одной и той же поверхности будет различной. Наиболее сильно будут деформироваться выступы, имеющие наибольшую высоту. Выступы, высота которых меньше средней, даже при высоких нагрузках, не вступают в контакт.

Если контактируют поверхности тел с разной твердостью, то выступы более твердой поверхности внедряются в выступы сопряженной поверхности. Выступы более мягкой поверхности при этом расплющиваются и изменяют свою форму. В этом случае на свойства контакта будет влиять микрогеометрия поверхности более твердого тела и механические свойства более мягкого.

Дискретный характер контакта, имеющий место при соприкосновении двух твердых тел, обуславливает при трении постоянную смену отдельных элементарных точек контакта. В связи с тем, что на поверхности определенной шероховатости сложно найти выступы одинаковой формы, а их высота постоянно меняется в процессе относительного движения двух тел пары трения, один и тот же выступ будет в процессе трения деформироваться с разной интенсивностью. Соотнеся данный процесс с процессом поверхностного пластического деформирования, получаем переменные режимы воздействия на поверхностный слой металла.

В процессе работы пары трения в ней имеют место три стадии процесса изнашивания: приработка, период установившегося режима и катастрофический износ. В течении первой ста-

дии процесса идет интенсивное упругое, упруго-пластическое и пластическое деформирование тех пар выступов суммарная высота которых наибольшая. Данное явление называется наклепом. В связи с этим данные выступы получают критические значения деформаций, так называемый перенаклеп, и в связи с увеличением твердости данных выступов, но снижения пластичности, происходит охрупчивание данных частей поверхностного слоя и последующее выкрашивание. Этим обуславливается повышенный износ на данной стадии процесса трения. В связи с выкрашиванием происходит уменьшение количества выступов наибольшей высоты и увеличение количества выступов со средней высотой. Происходит переход ко второй стадии трения – установившегося режима трения с образованием равновесной шероховатости. В этот период параметры трения и скорость изнашивания минимальны. Изменение условий взаимодействия поверхностей обусловленное изменением режима работы машины вызывает кратковременные приработачные процессы. К аналогичным явлениям приводит пуск и остановка машины.

При исчерпании ресурса по износостойкости и контактной выносливости поверхностного слоя масштабы разрушения возрастают – наступает третья стадия работы пары трения, при которой эксплуатация машина не желательна.