

Студент гр.304313 Карнаух В.В.  
Научный руководитель – Крутилин А.Н.  
Белорусский национальный технический университет  
г.Минск

Успешное решение одной из основных задач машиностроения - повышение надежности и долговечности машин, тесно связано с проблемой износостойкости материалов. Определяющую роль в обеспечении эксплуатационных характеристик деталей машин имеет состояние поверхностного слоя. Поверхностные слои материала в условиях динамических нагрузок переходят в новое физическое состояние, кардинально изменяя механизм контактного взаимодействия. Закономерности структурных изменений в микрообъемах поверхности твердых тел и их контактного взаимодействия неразрывно связаны. Дополнительное упрочнение поверхностных слоев возможно за счет пластической деформации микрообъемов металла и изменения химического состава в направлении формирования прочных и пластичных вторичных структур, хорошо связанных с основным металлом.

Современные представления о механизме внешнего трения твердых тел базируются на двух основных процессах - эволюции дислокационной структуры и кинетике массопереноса, которые определяют степень упрочнения, разупрочнения и поверхностного разрушения.

Среди многообразных видов износа на практике часто встречается абразивный и ударно-абразивный износ. Существуют две формы проявления абразивных процессов, отличающиеся характером взаимодействия частиц с поверхностью металла: пластическое деформирование поверхностных объемов, их окисление и последующее разрушение образующихся пленок и с преобладанием механического разрушения металла (внедрение абразивных частиц и разрушение поверхностных объемов металла со снятием микростружки или без отделения металла). Качественным признаком абразивного изнашивания является направленная шероховатость поверхности трения, совпадающая с направлением движения абразива. Основные закономерности процесса изнашивания определяются скоростью абразивных частиц, их концентрацией, углом атаки, температурой, механическими свойствами материалов образца и абразива.

Основу механизма ударно-абразивного изнашивания составляет прямое внедрение в металл частиц абразива без последующего перемещения вдоль поверхности контакта. В зависимости от структуры и физико-механических свойств металлов, разрушение наступает в результате развития деформационных процессов или хрупкого выкрашивания. Поверхность металла при ударно-абразивном изнашивании имеет вид множества лунок различных по расположению, форме и величине и не имеющих следов направленной шероховатости.

В механизме абразивного и ударно-абразивного изнашивания много общего. В процессе изнашивания поверхностные слои металла претерпевают изменения, образующиеся вторичные структуры обладают аномалией физических, химических и механических свойств. Эти сложные изменения происходят с определенной скоростью и состоят из процессов упрочнения, разупрочнения, фазовых превращений, разрушения межатомных связей и других явлений, и зависят от структурного состояния металла, химических, физико-механических свойств и условий внешнего нагружения.

Придание рабочей поверхности деталей специальных свойств, в процессе предварительной обработки, представляет значительный интерес и является одним из перспективных направлений увеличения срока службы деталей.

Для достижения этой цели, необходимо формирование первичных структур со свойствами мало изменяющимися в процессе работы, либо дополнительное упрочнение поверхностных слоев за счет пластической деформации микрообъемов металла и изменения состава в направлении формирования прочных и пластичных вторичных структур образующихся в результате работы. Изменяя в нужном направлении структурно-энергетическое состояние поверхностных слоев деталей, можно улучшать и стабилизировать физические, химические и другие параметры, оказывающие большое влияние на механизм разрушения при эксплуатации.

К числу основных направлений совершенствования существующих и создания новых методов обработки относятся: использование различных видов высокоэнергетических воздействий (энергии удара, низкочастотных и высокочастотных ультразвуковых колебаний и т.д.), а также комбинирование нескольких схем обработки с использованием различных видов энергии с более высокими и сверхвысокими параметрами. Для обеспечения заданных показателей качества деталей необходимо осуществлять целенаправленное управление ходом технологического процесса обработки, а именно, факторами, оказывающими доминирующее влияние на процесс формирования поверхностного слоя деталей.

Формирующиеся слои характеризуются структурными и фазовыми превращениями, величиной, знаком и глубиной распространения остаточных напряжений, плотностью линейных и концентрацией точечных дефектов, деформацией зерен и другими параметрами, определяющими их свойства.

Теоретические и экспериментальные исследования показали, что ударно-импульсная обработка характеризуется весьма высокими локальными температурами в зоне контакта и наличием больших градиентов температур в направлении нормали к обрабатываемой поверхности. В момент удара происходит сжатие соударяющихся тел, работа упругой и пластической деформации полностью переходит в теплоту. Температура, возникающая в очаге деформации, быстро распространяется вглубь металла. Термический цикл (нагрев-охлаждение) в очаге деформации длится десятые доли секунды, образующаяся теплота не успевает рассеиваться в окружающую среду, в результате чего на поверхности контакта генерируется высокая температура. На втором этапе удара, когда происходит упругое восстановление деформированных объемов, контактная температура резко снижается.

В момент удара в зоне контакта возникают временные сжимающие температурные напряжения, которые по мере удаления от поверхности уменьшаются и затем переходят в растягивающие. После удара при охлаждении очага деформации в поверхностном слое возникают остаточные растягивающие напряжения.

Глубина распространения пластической деформации, структурные, химические изменения в поверхностном слое тем больше, чем ниже предел текучести обрабатываемого материала. Максимальное упрочнение достигается у каждого материала при определенном давлении деформирующего элемента. У более мягких и пластичных - при меньшем, а у твердых и менее пластичных, при большем давлении. Наибольший прирост твердости имеют материалы со структурой мартенсита закалки, наименьшей - сорбитные структуры.

Оптимизация режимов ударно-импульсной обработки должна осуществляться на основе количественных взаимосвязей между технологическими факторами, физико-механическими свойствами материала обрабатываемой детали и теми изменениями, которые вносятся при обработке в состояние поверхности и поверхностного слоя.

Для сохранения хорошей стойкости против ударно-абразивного воздействия используют нестабильно - аустенитные стали. В исходном состоянии эти стали должны иметь в аустенитной матрице 5-15% мартенсита закалки, а фазовые превращения при изнашивании должны обеспечивать образование дополнительно 40-50% мартенсита деформации. Факторами, определяющими требуемое количество мартенсита закалки и мартенсита деформации, является содержание углерода в стали и энергия ударов при изнашивании.

Высокая износостойкость нестабильно аустенитных сталей объясняется тем, что часть энергии внешнего воздействия расходуется не на разрушение поверхности, а на обеспечение фазового превращения в изнашиваемом слое. Мартенситное превращение в ходе износа позволяет снизить уровень напряжений в изнашиваемой поверхности, что позволяет затормозить процессы разрушения. По мере изнашивания поверхностного слоя в последующих слоях металла идут фазовые превращения, обеспечивающие постоянство свойств поверхностного слоя, поэтому износостойкий слой не срабатывается. Идет таким образом "самозалечивание" материала.

Целесообразность проведения предварительных упрочняющих обработок должна определяться исходя из реальных условий эксплуатации, температурно - силового режима, схемы напряженного состояния, динамичности нагружения.