

ние поверхностных слоев контактирующих материалов, пассивацию - образование защитных вторичных структур и разрушение вторичных структур, вследствие внешних воздействий. Перестройка исходной структуры происходит в энергетически более выгодную, для данных условий нагружения, в направлении максимального упрочнения и ориентации относительно перемещения при трении. Возникающая новая фаза экранирует исходный материал от механического и физико-химического разрушения. Внешние механические воздействия неизбежно приводят к разрушению экранирующей фазы, но эти же воздействия и сопряженные процессы переноса вещества из среды обеспечивают ее восстановление.

Экспериментальные исследования явления избирательного переноса и изучение его особенностей обеспечили новые возможности существенного повышения износостойкости металлов. Эффект избирательного переноса характеризуется определенными закономерностями структурных превращений в поверхностных слоях взаимодействующих материалов.

Анализ литературных данных позволяет считать, что 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 наиболее часто на практике 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 - разновидность окислительного изнашивания, 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.

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 механизмах 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.

УДК 621.74

Предварительная обработка литых заготовок, работающих в условиях ударно-абразивного износа

Студенты: гр. 103311 Цуба А.Е., гр. 10404113 Лысуха А.А.

Научный руководитель – Крутилин А.Н.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Многочисленные исследования и опыт эксплуатации показали, что определяющую роль в обеспечении эксплуатационных характеристик деталей машин, работающих в условиях абразивного и ударно - абразивного износа, имеет состояние поверхностного слоя. При-

дание 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 состояний и структур со свойствами мало или почти не изменяющимися в процессе работы, либо путем дополнительного упрочнения поверхностных слоев за счет пластической деформации микрообъемов металла и изменения химического состава в направлении формирования прочных и пластичных вторичных структур образующихся в процессе эксплуатации.

Изменяя в нужном направлении структурно-энергетическое состояние поверхностных слоев литых заготовок, можно улучшать и стабилизировать параметры, оказывающие наибольшее влияние на механизм разрушения при эксплуатации. К числу основных направлений обработки относятся: использование различных видов энергии (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, вызывающими качественно новые изменения состояния обрабатываемого материала.

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.

Модель оптимального состояния поверхностного слоя, обеспечивающего длительную работоспособность деталей, должна удовлетворять следующим условиям:

- структурное состояние поверхностного слоя должно обеспечивать образование равномерно легированного, текстурированного тонкого слоя металла высокодисперсного строения;

- поверхностный слой должен быть достаточно активизирован для протекания явлений структурной приспособляемости, стабильность, которой при эксплуатации обуславливается динамическим равновесием процессов образования и разрушения вторичных структур (1-3).

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 деформаций 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 (от 500 до 1200° С).

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, что может оказывать существенное влияние на формирование качества поверхностного слоя.

Возникающая в зоне удара жидкоподобная структура может создавать, коэффициент диффузии в металле значительно больший, чем при температуре плавления, в результате чего возможно образование разных по химическому составу диффузионных слоев с повышенным и пониженным содержанием легирующих элементов.

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.

При ударно-абразивном изнашивании наиболее перспективными являются сплавы с вязкой аустенитной основой и сплавы, находящиеся на границе хрупко-вязкого разрушения.

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

Высокая износостойкость нестабильно - аустенитных сплавов 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.

Целесообразность проведения предварительных упрочняющих обработок должна определяться исходя из реальных условий эксплуатации.

УДК 621.74

Улучшение эксплуатационных характеристик чугуна при пластической деформации

Студенты: гр. 103311 Шкутко А.М., гр. 10404113 Павлович В.С.
Научный руководитель – Крутилин А.Н.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Повышение пластичности ряда специальных чугунов предопределило возможность применения к ним различных методов обработки давлением. Обработка чугуна давлением получила развитие в нескольких направлениях. Одно из них - улучшение качества отливок путем обработки в герметичной камере, заполненной аргоном, в которой поддерживаются на определенном уровне высокая температура и давление в течение 1-3 часов. Детали подвергаются сжатию и пластическому деформированию, в результате чего внутренние поры диффузионно свариваются. Этот процесс получил название горячего изостатического прессования [1]. Достоинства его в повышении таких характеристик материала как ударная вязкость, усталостная и динамическая прочность, ползучесть. Полученные результаты показали, что чугунные отливки, подвергнутые такой обработке, могут конкурировать с коваными стальными деталями. Очевидно, что в первую очередь экспериментальные исследования по деформации чугунов были проведены на заготовках, полученных из высокопрочного чугуна. По данным работы [2] у высокопрочного чугуна за счет горячего изостатического прессования относительное удлинение увеличилось с 1,4 - 7,1 до 5,2 - 14% полностью ликвидированы поры, представляющие собой скопления с размерами 2-8 мкм.

Второе направление - использование обработки давлением для получения деталей с улучшенными эксплуатационными характеристиками непосредственно из литого материала путем пластической деформации [3, 4].

Анализ литературы свидетельствует о принципиальной технологической возможности высокотемпературной деформационной обработки заготовок из износостойких чугунов, работающих в условиях абразивного и ударно-абразивного износа. В максимальной степени эффектив-