

МЧС РОССИИ

Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий

ФГБОУ «Уральский институт Государственной противопожарной службы»

**УНК пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ**Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники и специальных технических средств

 **Научный материал**

**Механические свойства и пластическая деформация. Виды прочности. Влияние различных факторов на прочность и пластичность металлов и пути их увеличения**

Выполнил: Першина О.А.

студент учебной группы СЭв-121

Проверил: Калентьев В.А.

К.ф.-м.н., доцент кафедры

Екатеринбург, 2022

 Содержание

 Введение

1. Упругая и пластическая деформация

2. Изменение структуры металлов при пластической деформации

3. Разрушение металлов

4. Виды прочности

5. Влияние различных факторов на прочность и пластичность металлов и пути их увеличения

Заключение

 Список использованной литературы

Введение

Под механическими свойствами металла понимают характеристики, определяющие его поведение под действием приложенных к нему внешних механических сил в виде статической, динамической или знакопеременной нагрузок.

К механическим свойствам относят прочность - сопротивление металла (сплава) деформации и разрушению и пластичность - способность металла к необратимой без разрушения деформации, остающейся после удаления деформирующих сил.

Деформацией называется изменение размеров и формы тела под действием приложенных сил. Деформация вызывается внешними силами, приложенными к телу, или происходящими в самом теле физико-механическими процессами, например, изменение объема отдельных кристаллитов при фазовых превращениях или вследствие температурного градиента.

Упругая и пластическая деформация

Упругой называют деформацию, влияние которой на форму, структуру и свойства тела полностью устраняется после прекращения действия внешних сил. Упругая деформация не вызывает заметных остаточных изменений в структуре и свойствах металла; под действием приложенной нагрузки происходит незначительное, полностью обратимое смещение атомов, или поворот блоков кристалла. После снятия нагрузки смещенные атомы вследствие действия сил притяжения или отталкивания возвращаются в исходное равновесное состояние, и кристаллы приобретают первоначальную форму и размеры.

При достижении касательными напряжениями предела или порога упругости деформация становится необратимой. При снятии нагрузки устраняется лишь упругая составляющая деформации. Часть же деформации, которую называют пластической, остается.

Пластическая деформация в кристаллах может осуществляется скольжением и двойникованием. Скольжение - смещение отдельных частей кристалла - одной части относительно другой происходит под действием касательных напряжений, когда эти напряжения в плоскости и в направлении скольжения достигают определенной критической величины.

Схема упругой и пластической деформаций металла с кубической структурой, подвергнутого действию напряжений сдвига.

Скольжение в кристаллической решетки протекает по плоскостям и направлениям с наиболее плотной упаковкой атомов, где сопротивление сдвигу (τ ) наименьшее. Это объясняется тем, что расстояние между соседними атомными плоскостями наибольшее, т.е. связь между ними наименьшая.

Чем больше в металле возможных плоскостей и направлений скольжения, тем выше его способность к пластической деформации.

Пластическая деформация металлов с плотноупакованными решетками К12 и Г12, кроме скольжения, может осуществляться двойникованием, которое сводится к переориентировке части кристалла в положение, симметричное по отношению к первой части относительно плоскости, называемой плоскостью двойникования. Двойникование, подобно скольжению, сопровождается прохождением дислокации сквозь кристалл.

Изменение структуры металлов при пластической деформации

Пластическая деформация поликристаллического металла протекает аналогично деформации монокристалла путем сдвига (скольжения) или двойникования. Формоизменение металла при обработке давлением происходит в результате пластической деформации каждого зерна.

При больших степенях деформации вследствие скольжения зерна (кристаллиты) меняют свою форму. Так, до деформации зерно имело округлую форму. После деформации в результате смещений по плоскостям скольжения зерна вытягиваются в направлении действующих сил Р, образуя волокнистую или слоистую структуру. Одновременно с изменением формы зерна внутри него происходит дробление блоков и увеличение угла разориентировки между ними.

При больших степенях деформации возникает преимущественная кристаллографическая ориентировка зерен. Закономерная ориентировка кристаллитов относительно внешних деформирующихся сил получила название текстура деформации.

Наклеп. С увеличением степени холодной деформации свойства, характеризующие сопротивление деформации (σв, σ0, 1твердость и др.), повышаются, а способность к пластической деформации – пластичность(δ и ψ) уменьшается. Упрочнение металла в процессе пластической деформации получило название наклепа.

Разрушение металлов

При достаточно высоких напряжениях процесс деформации заканчивается разрушением. Разрушение состоит из двух стадий - зарождения трещины и ее распространения через все сечение образца (изделия). Возникновение микротрещины чаще всего происходит благодаря скоплению движущихся дислокации перед препятствием (границы субзерен, зерен, межфазные границы, всевозможные включения и т. д.), что приводит к концентрации напряжений, достаточных для образования микротрещины.

Разрушение может быть хрупким и вязким. Вязкое разрушение происходит со значительной пластической деформацией; при хрупком разрушении пластическая деформация мала.

Вязкое разрушение обусловлено малой скоростью распространения трещины. Скорость распространения хрупкой трещины велика - близка к скорости звука. Поэтому нередко хрупкое разрушение называют "внезапным" или "катастрофическим" разрушением. Вязкому разрушению соответствует большая работа распространения трещины. При хрупком разрушении работа распространения трещины близка к нулю.

По виду микроструктуры различают разрушение транскристаллитное и интеркристаллитное. При транскристаллитном разрушении трещина распространяется по телу зерна, а при интеркристаллитном она проходит по границам зерен.

Виды прочности

 Прочностью называют свойство твердых тел сопротивляется разрушению, а также необратимыми изменениями формы. Основным показателем прочности является временное сопротивление, определяемое при разрыве цилиндрического образца, предварительно подвергнутого отжигу. По прочности металлы можно разделить на следующие группы:

непрочные (временное сопротивление не превышает 50 МПа) - олово, свинец, висмут, а также мягкие щелочные металлы;

прочные (от 50 до 500 МПа) - магний, алюминий, медь, железо, титан и другие металлы, составляющие основу важнейших конструкционных сплавов;

высокопрочные (более 500 МПа) - молибден, вольфрам, ниобий и др.

К ртути понятие прочности неприменимо, поскольку это жидкость.

Влияние различных факторов на прочность и пластичность металлов и пути их увеличения

Влияние температуры. Для увеличения пластичности обрабатываемые металлы нагревают. Температура оказывает наибольшее влияние на пластичность и сопротивление деформированию.Явление снижения пластичности при 300' С называется, синеломкостью, а при температуре 800'С - красноломкостью. Синеломкость объясняют выпадением мельчайших частиц карбидов по плоскостям скольжения, которые увеличивают сопротивление деформированию и уменьшают пластичность. Красноломкость появляется из-за образования в металле многофазной системы, обладающей пониженной пластичностью.

Влияние степени и скорости деформации. При деформировании практически можно считать, что с увеличением степени и скорости деформации пластичность уменьшается, а сопротивление деформированию растет.

 Степень и скорость деформации одновременно оказывают на металл как упрочняющее, так и разупрочняющее действие. Так, увеличение степени деформации, с одной стороны, увеличивает наклеп металла, но с другой стороны, уменьшая температуру ре-кристаллизации, интенсифицирует процесс рекристаллизации и ведет к разупрочнению металла. По этой причине при горячей пластической деформации увеличение степени деформации до 20 - 30% влечет за собой увеличение сопротивления деформированию до 25 - 30%. Дальнейшее увеличение степени деформации практически не оказывает влияния на сопротивление деформированию, но даже несколько его снижает.

 Увеличение скорости деформации уменьшает время протекания процесса рекристаллизации и, следовательно, увеличивает упрочнение. С другой стороны, увеличение скорости деформации увеличивает количество теплоты, выделяющегося в металле в момент деформирования, которая не успевает рассеяться в окружающую среду и вызывает дополнительный нагрев металла. Увеличение температуры сопровождается снижением сопротивления металла деформированию.

 При обработке давлением в холодном состоянии в интервале небольших скоростей деформации увеличение последней ведет к увеличению сопротивления деформированию. В области больших скоростей с увеличением скорости деформации уменьшается и сопротивление деформированию. При деформировании этой стали при низкой температуре с увеличением скорости в сопротивление деформированию уменьшается, так как металл несколько нагревается. При дальнейшем увеличении скорости сопротивление увеличивается. С увеличением скорости деформации ε· до 1 1/с сопротивление деформированию растет, а при скоростях выше ε· = 50 1/с - падает. При обработке давлением металла при более высоких температурах теплота, выделившаяся в металле, не вызывает существенного увеличения его температуры и поэтому увеличение скорости деформации ведет к увеличению сопротивления деформированию.

Влияние схемы напряженного состояния. Схема напряженного состояния оказывает существенное влияние на пластичность, сопротивление деформированию и полное усилие обработки давлением. Чем выше в деформируемом металле растягивающие напряжения, тем больше снижается его пластичность и тем вероятнее появление в нем трещин. Поэтому стремятся так обрабатывать металл, чтобы в нем возникали сжимающие напряжения и отсутствовали растягивающие.В современном кузнечно-штамповочном производстве заготовки деталей из некоторых жаропрочных сплавов получают только выдавливанием, так как при других процессах (например, гибка, осадка) эти заготовки разрушаются.

Влияние легирующих элементов и примесей. Примеси, как правило, снижают пластичность сплавов. Растворимые в металле примеси оказывают меньшее влияние, нерастворимые - большее. Особо опасными с точки зрения снижения пластичности являются примеси, выпадающие в сплаве по границам зерен и образующие хрупкую сетку. В сталях наиболее вредными являются примеси серы и фосфора. Сера, образуя легкоплавкие соединения, снижает пластичность при повышенных температурах и приводит к явлению красноломкости. Фосфор, наоборот, искажая кристаллическую структуру железа, приводит к хрупкости при низких температурах, т. е. к синеломкости. В качественных сталях содержание серы и фосфора не должно превышать 0,020 - 0,015%.
Для деталей, работающих при повышенных температурах, применяют стали с повышенным содержанием никеля, вольфрама, хрома, титана и др. Эти легирующие добавки, однако, увеличивают сопротивление деформированию сталей, затрудняя их обработку давлением.

Увеличение прочности металла повышает надежность и долговечность машин (конструкций) и понижает расход металла на их изготовление вследствие уменьшения сечения деталей машин. Реально достигнутая прочность металла (техническая прочность) значительно ниже теоретической.

Под теоретической прочностью понимают сопротивление деформации и разрушению, которое должны бы иметь материалы согласно физическим расчетам сил сцепления в твердых телах. Низкая прочность (сопротивление деформации) металла объясняется легкой подвижностью дислокации. Следовательно, для повышения прочности или необходимо устранить дислокации или повысить сопротивление их движению. Сопротивление их движению дислокации возрастает при взаимодействии их друг с другом и с различного рода другими дефектами кристаллической решетки, создаваемыми при обработке металла.

Дефекты решетки оказывают на сопротивление металла деформации двоякое влияние. С одной стороны, образование в металле дислокации ослабляет металл. С другой стороны, дефекты кристаллического строения упрочняют его, так как препятствуют свободному перемещению дислокации.

Заключение

Вопросы пластичности и прочности твердых тел имеют первостепенное значение для многих отраслей техники. Пластичность и прочность данного материала определяют в конечном счете возможность использования его в строительных сооружениях, в деталях машин, в конструкциях приборов, в инструментах для механической обработки твердых тел и во многих других случаях. Эти же свойства определяют также возможность механической обработки данного материала давлением (ковкой, прокаткой, штамповкой, резанием) и задают мощности применяемых для этой цели машин.

В настоящее время следует проблему прочности и пластичности твердых тел рассматривать с позиций двух областей интересов – физической и технической.

Первая из них включает: выяснение физической природы пластичности и прочности твердых тел на основе изучения элементарных процессов, протекающих при деформировании и разрушении.Систематическое накопление и обобщение новых фактов и закономерностей поведения твердых тел в условиях, встречающихся на практике. Во вторую область интересов входят все задачи, связанные с применением твердых тел в технике с общим феноменологическим описанием их силового и деформационного поведения при разных видах напряженного состояния и в многообразных условиях эксплуатации с применением этих сведений для расчета прочности и пластичности деталей машин и сооружений на базе формальных теорий прочности и пластичности.

Исследования природы прочности и пластичности твердых тел необходимы для создания строгой физической теории их пластического деформирования и разрушения. Построение такой теории состоит в первую очередь в решении задачи об отступлении строения твердых тел от идеально правильного под воздействием механических факторов и о влиянии нарушений идеального строения твердых тел на их пластичность и прочность.

Совершенно очевидно, что отсутствие физической теории, опирающейся на многообразие экспериментальных фактов, которые удалось накопить в итоге многолетней работы над проблемой, по-прежнему будет тормозить решение ряда возможных практических вопросов. Главнейшие из них состоят в следующем: в разработке принципов создания новых материалов с заданными свойствами, в улучшении существующих материалов, в определении путей дальнейшей рационализации их обработки. Огромное народнохозяйственное значение этих задач очевидно. Между тем до настоящего времени существует заметный разрыв между запросами техники в отношении прочности и пластичности материалов для разнообразных условий их работы в машинах и конструкциях и возможностями теории для отыскания путей решения стоящих задач. Сейчас, в лучшем случае, мы располагаем лишь набросками возможной теории отдельных явлений, а также некоторыми экспериментальными основами теории, охватывающими далеко не полностью стоящие перед нами вопросы.

 Список использованной литературы

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. М., 1972, 1980.(стр. 135)

2. Гуляев А.П. Металловедение. М., 1986.(стр. 29-43)

3. Сидорин И.И. Основы материаловедения. М., 1976.(стр. 67-70)

4. Антикайн П.А. Металловедение. М., 1972.

5. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение. - М.: Металлургия, 1989. (стр.495)

6. Лившиц Б.Г. Металлография. - М.: Металлургия, 1990. – (236 с.)

7. Сидорин И.И. Основы материаловедения. - М.: Машиностроение, 1976. – (436 с.)

8. Полухин П.И. Технология металлов. - М.: Высш. шк., 1966. –( 438 с.)

9. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. - М.: Машиностроение, 1985. – (448 с.)