**Лабораторная работа №2**

**Тема: Изучение свойств металлов и составление их характеристик**

**Цель: Изучить свойства металлов и составить их характеристики**

Основные сведения

Основными механическими свойствами являются прочность, упругость, вязкость, твердость. Зная механические свойства, конструктор обоснованно выбирает соответствующий материал, обеспечивающий надежность и долговечность конструкций при их минимальной массе.

Механические свойства определяют поведение материала при деформации и разрушении от действия внешних нагрузок.

В зависимости от условий нагружения механические свойства могут определяться при:

1. статическом нагружении – нагрузка на образец возрастает медленно и плавно.
2. динамическом нагружении – нагрузка возрастает с большой скоростью, имеет ударный характер.
3. повторно, переменном или циклическим нагружении – нагрузка в процессе испытания многократно изменяется по величине или по величине и направлению.

Для получения сопоставимых результатов образцы и методика проведения механических испытаний регламентированы ГОСТами.

При статическом испытании на растяжение: ГОСТ 1497 получают характеристики прочности и пластичности.

*Прочность* – способность материала сопротивляться деформациям и разрушению.

Испытания проводятся на специальных машинах, которые записывают диаграмму растяжения, выражающую зависимость удлинения образца (мм) от действующей нагрузки Р, т.е. .

Но для получения данных по механическим свойствам перестраивают: зависимость относительного удлинения от напряжения 



Рис. 1.1. Диаграмма растяжения: *а* – абсолютная*, б* – относительная; *в* – схема определения условного предела текучести

Проанализируем процессы, которые происходят в материале образца при увеличении нагрузки.

Участок *оа* на диаграмме соответствует упругой деформации материала, когда соблюдается закон Гука. Напряжение, соответствующее упругой предельной деформации в точке *а*, называется *пределом пропорциональности.*

Предел пропорциональности () – максимальное напряжение, до которого сохраняется линейная зависимость между деформацией и напряжением.

Так как практически невозможно установить точку перехода в неупругое состояние, то устанавливают *условный предел упругости,* – максимальное напряжение, до которого образец получает только упругую деформацию. Считают напряжение, при котором остаточная деформация очень мала (0,005…0,05%).

*Предел текучести* характеризует сопротивление материала небольшим пластическим деформациям.

В зависимости от природы материала используют физический или условный предел текучести.

*Физический предел текучести *– это напряжение, при котором происходит увеличение деформации при постоянной нагрузке (наличие горизонтальной площадки на диаграмме растяжения). Используется для очень пластичных материалов.



Но основная часть металлов и сплавов не имеет площадки текучести.

*Условный предел текучести* – это напряжение вызывающее остаточную деформацию 



.

*Предел прочности –* напряжение, соответствующее максимальной нагрузке, которую выдерживает образец до разрушения (временное сопротивление разрыву).

*Пластичность ––* способность материала к пластической деформации, т.е. способность получать остаточное изменение формы и размеров без нарушения сплошности.

Это свойство используют при обработке металлов давлением.

*Твердость* – это сопротивление материала проникновению в его поверхность стандартного тела (индентора), не деформирующегося при испытании.

Широкое распространение объясняется тем, что не требуются специальные образцы.

Это неразрушающий метод контроля. Основной метод оценки качества термической обработке изделия. О твердости судят либо по глубине проникновения индентора (метод Роквелла), либо по величине отпечатка от вдавливания (методы Бринелля, Виккерса, микротвердости).

Во всех случаях происходит пластическая деформация материала. Чем больше сопротивление материала пластической деформации, тем выше твердость.

Наибольшее распространение получили методы Бринелля, Роквелла, Виккерса и микротвердости. Схемы испытаний представлены на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Схемы определения твердости: *а* – по Бринеллю*; б* – по Роквеллу; *в* – по Виккерсу

Твердость по Бринеллю ( ГОСТ 9012)

Испытание проводят на твердомере Бринелля (рис.1.2 а)

В качестве индентора используется стальной закаленный шарик диаметром D 2,5; 5; 10 мм, в зависимости от толщины изделия.

Нагрузка Р, в зависимости от диаметра шарика и измеряемой твердости: для термически обработанной стали и чугуна – , литой бронзы и латуни – , алюминия и других очень мягких металлов – .

Продолжительность выдержки: для стали и чугуна – 10 с, для латуни и бронзы – 30 с.

Полученный отпечаток измеряется в двух направлениях при помощи лупы Бринелля.

Твердость определяется как отношение приложенной нагрузки Р к сферической поверхности отпечатка F:



Стандартными условиями являются D = 10 мм; Р = 3000 кгс; = 10 с. В этом случае твердость по Бринеллю обозначается НВ 250, в других случаях указываются условия: НВ D / P / , НВ 5/ 250 /30 – 80.

Метод Роквелла ГОСТ 9013

Основан на вдавливании в поверхность наконечника под определенной нагрузкой (рис. 7.1 б)

Индентор для мягких материалов (до НВ 230) – стальной шарик диаметром 1/16” (1,6 мм), для более твердых материалов – конус алмазный.

Нагружение осуществляется в два этапа. Сначала прикладывается предварительная нагрузка (10 ктс) для плотного соприкосновения наконечника с образцом. Затем прикладывается основная нагрузка Р1, в течение некоторого времени действует общая рабочая нагрузка Р. После снятия основной нагрузки определяют значение твердости по глубине остаточного вдавливания наконечника h под нагрузкой.

Метод Виккерса

В качестве индентора используется алмазная четырехгранная пирамида с углом при вершине 136o.

Твердость рассчитывается как отношение приложенной нагрузки P к площади поверхности отпечатка F:

Нагрузка Р составляет 5…100 кгс. Диагональ отпечатка *d* измеряется при помощи микроскопа, установленного на приборе.

Преимущество данного способа в том, что можно измерять твердость любых материалов, тонкие изделия, поверхностные слои. Высокая точность и чувствительность метода.

*Способ микротвердости* – для определения твердости отдельных структурных составляющих и фаз сплава, очень тонких поверхностных слоев (сотые доли миллиметра).

Аналогичен способу Виккерса. Индентор – пирамида меньших размеров, нагрузки при вдавливании Р составляют 5…500 гс

Метод царапания.

Алмазным конусом, пирамидой или шариком наносится царапина, которая является мерой. При нанесении царапин на другие материалы и сравнении их с мерой судят о твердости материала.

Можно нанести царапину шириной 10 мм под действием определенной нагрузки. Наблюдают за величиной нагрузки, которая дает эту ширину.

Влияние температуры.

*Хладоломкостью* называется склонность металла к переходу в хрупкое состояние с понижением температуры.

Хладоломкими являются железо, вольфрам, цинк и другие металлы, имеющие объемноцентрированную кубическую и гексагональную плотноупакованную кристаллическую решетку.

Способы оценки вязкости.

Ударная вязкость характеризует надежность материала, его способность сопротивляться хрупкому разрушению

Испытание проводят на образцах с надрезами определенной формы и размеров. Образец устанавливают на опорах копра надрезом в сторону, противоположную удару ножа маятника,который поднимают на определенную высоту.

ГОСТ 9454 – 78 ударную вязкость обозначает KCV. KCU. KCT. KC – символ ударной вязкости, третий символ показывает вид надреза: острый (V), с радиусом закругления (U), трещина (Т) (рис. 7.3 в)

Серийные испытания для оценки склонности металла к хладоломкости и определения критических порогов хладоломкости.

Испытывают серию образцов при различных температурах и строят кривые ударная вязкость – температура ( *ан – Т)* (рис. 7.3 г), определяя пороги хладоломкости.

Порог хладоломкости - температурный интервал изменения характера разрушения, является важным параметром конструкционной прочности. Чем ниже порог хладоломкости, тем менее чувствителен металл к концентраторам напряжений (резкие переходы, отверстия, риски), к скорости деформации.

Оценка вязкости по виду излома.

При вязком состоянии металла в изломе более 90 % волокон, за верхний порог хладоломкости *Тв* принимается температура, обеспечивающая такое состояние. При хрупком состоянии металла в изломе 10 % волокон, за нижний порог хладоломкости *Тн* принимается температура, обеспечивающая такое состояние. В технике за порог хладоломкости принимают температуру, при которой в изломе 50 % вязкой составляющей. Причем эта температура должна быть ниже температуры эксплуатации изделий не менее чем на 40oС.

Испытания на выностивость (ГОСТ 2860) дают характеристики усталостной прочности.

*Усталость* - разрушение материала при повторных знакопеременных напряжениях, величина которых не превышает предела текучести.

*Усталостная прочность* – способность материала сопротивляться усталости.

Процесс усталости состоит из трех этапов, соответствующие этим этапам зоны в изломе показаны на рис.1.3.

1 – образование трещины в наиболее нагруженной части сечения, которая подвергалась микродеформациям и получила максимальное упрочнение

2 – постепенное распространение трецины, гладкая притертая поверхность

3 – окончательное разрушение, зона “долома“, живое сечение уменьшается,а истинное напряжение увеличивается, пока не происходит разрушение хрупкое или вязкое

Рис 1.3. Схема зарождения и развития трещины при переменном изгибе круглого образца

Характеристики усталостной прочности определяются при циклических испытаниях “изгиб при вращении“. Схема представлена на рис. 1.3.

Основные характеристики:

*Предел выносливости* ( – при симметричном изменении нагрузки, – при несимметричном изменении нагрузки) – максимальное напряжение, выдерживаемое материалом за произвольно большое число циклов нагружения N.

*Ограниченный предел выносливости* – максимальное напряжение, выдерживаемое материалом за определенное число циклов нагружения или время.

*Живучесть* – разность между числом циклов до полного разрушения и числом циклов до появления усталостной трещины.

Технологические свойства

*Технологические свойства* характеризуют способность материала подвергаться различным способам холодной и горячей обработки.

1. Литейные свойства.

Характеризуют способность материала к получению из него качественных отливок.

*Жидкотекучесть* – характеризует способность расплавленного металла заполнять литейную форму.

*Усадка (линейная и объемная)* – характеризует способность материала изменять свои линейные размеры и объем в процессе затвердевания и охлаждения. Для предупреждения линейной усадки при создании моделей используют нестандартные метры.

*Ликвация* – неоднородность химического состава по объему.

2. Способность материала к обработке давлением.

Это способность материала изменять размеры и форму под влиянием внешних нагрузок не разрушаясь.

Она контролируется в результате технологических испытаний, проводимых в условиях, максимально приближенных к производственным.

Листовой материал испытывают на перегиб и вытяжку сферической лунки. Проволоку испытывают на перегиб, скручивание, на навивание. Трубы испытывают на раздачу, сплющивание до определенной высоты и изгиб.

Критерием годности материала является отсутствие дефектов после испытания.

3. Свариваемость.

Это способность материала образовывать неразъемные соединения требуемого качества. Оценивается по качеству сварного шва.

4. Способность к обработке резанием.

Характеризует способность материала поддаваться обработке различным режущим инструментом. Оценивается по стойкости инструмента и по качеству поверхностного слоя.

Эксплуатационные свойства

Эксплуатационные свойства характеризуют способность материала работать в конкретных условиях.

1. *Износостойкость* – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.
2. *Коррозионная стойкость* – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.
3. *Жаростойкость* – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.
4. *Жаропрочность* – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.
5. *Хладостойкость* – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.
6. *Антифрикционность* – способность материала прирабатываться к другому материалу.

Эти свойства определяются специальными испытаниями в зависимости от условий работы изделий.

При выборе материала для создания конструкции необходимо полностью учитывать механические, технологические и эксплуатационные свойства.

**Задание для оформления отчёта.**

1. Опишите механические свойства и методы их исследования.
2. Опишите технические свойства и методы их исследования.
3. Опишите экпплуатационные свойства и методы их исследования.