

Лабораторная работа 11

Оценка прочности стали на пределе текучести сумматорным методом

Томск – 2013

Рекомендуемая литература

- 1. Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. – М.: Metallurgy, 1973. – 584 с.
- 2. Гольдштейн М.И., Фарбер Б.М. Дисперсионное упрочнение стали. – М.: Metallurgy, 1979. – 208 с.
- 3. Пикеринг Ф.Б. Физическое металловедение и разработка сталей. – М.: Metallurgy, 1982. – 184 с.
- 4. Штремель М.А. Прочность сплавов. Часть II. Деформация. Учебник для ВУЗов. – М.: МИСИС, 1997. – 527 с.
- 5. Штремель М.А. Часть I. Дефекты решетки. Учебник для ВУЗов. – М.: МИСИС, 1999. – 384 с.

Цель работы

Ознакомление с механизмами упрочнения материала.

Оценка величины упрочнение конструкционной стали сумматорным методом.

Задачи работы

1. Ознакомление с механизмами упрочнения материала.
2. Оценка величины упрочнение конструкционной стали сумматорным методом.

Вид отчетности:

Сдать реферат и отчет на тему:

Оценка прочности стали на пределе текучести сумматорным методом.

В предыдущих лабораторных работах было показано, что величина упрочнения стали на пределе текучести определяется наличием многих факторов: трением решетки матрицы, присутствием дислокаций, частицами вторых фаз, внутрифазными границами, присутствием растворенных атомов. Предполагается, что общий предел текучести стали в **аддитивном приближении** можно представить в виде линейной суммы вкладов отдельных механизмов упрочнения (сумматорный метод).

$$\sigma = \Delta\sigma_0 + \Delta\sigma_{gr} + \Delta\sigma_{дисл.} + \Delta\sigma_{ор} + \Delta\sigma_{тв.р.} \quad (1)$$

В выражении (1) обозначено:

$\Delta\sigma_0$ – вклад, обусловленный трением решетки матрицы, $\Delta\sigma_{\text{гр.}}$ – вклад, обусловленный внутрифазными границами, $\Delta\sigma_{\text{дисл.}}$ – вклад, обусловленный наличием дислокаций, $\Delta\sigma_{\text{ор.}}$ – вклад, обусловленный присутствием частиц вторых фаз, $\Delta\sigma_{\text{тв.р.}}$ – вклад, обусловленный атомами легирующих элементов.

Как следует из анализа уравнения (1), принцип аддитивности предполагает независимое действие каждого из механизмов упрочнения на пределе текучести материала. Поэтому он является лишь первым приближением и приводит к большим расхождениям теоретических и экспериментальных результатов.

Вследствие этого в ряде работ предложен принцип **квадратичного сложения** вкладов механизмов упрочнения от равнопрочных препятствий, т.е. при $\Delta\sigma_1 \approx \Delta\sigma_2$

$$\sigma = \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2)} \quad (2)$$

Если материал является двухфазным (многофазным), к примеру, феррито-перлитные стали, то общий предел текучести стали рассчитывается из соотношения:

$$\sigma(\text{стали}) = \sigma(\Phi)\Delta V(\Phi) + \sigma(\Pi)\Delta V(\Pi), \quad (3)$$

где:

$\sigma(\Phi)$ и $\sigma(\Pi)$ – предел текучести зерен феррита и перлита;

$\Delta V(\Phi)$ и $\Delta V(\Pi)$ – относительное содержание зерен феррита и перлита в стали.

Практическая работа

1. Используя выражение (1), провести оценки величины предела текучести ферритной стали в аддитивном приближении.
2. Используя выражение (2), провести оценки величины предела текучести ферритной стали в квадратичном приближении.
3. Используя выражение (3), провести оценки величины предела текучести двухфазной феррито-перлитной стали.

Результаты оценок представить в виде таблицы:

$\Delta\sigma_0$, ГПа	$\Delta\sigma_{гр}$, ГПа	$\Delta\sigma_{дисл}$, ГПа	$\Delta\sigma_{ор}$, ГПа	$\Delta\sigma_{тв.р}$, ГПа	σ (ад.), ГПа	σ (кв.), ГПа

3) Сопоставить результаты оценок и объяснить выявленное различие в величине суммарного предела текучести стали $\sigma(\text{ад.})$ и $\sigma(\text{кв.})$.

4) Сравнить полученные результаты (величину суммарного предела текучести стали $\sigma(\text{ад.})$ и $\sigma(\text{кв.})$) с пределом текучести различных реальных сталей, выявленных экспериментально (найти в соответствующих справочниках). Объяснить причину выявленных различий.

Контрольные вопросы

1. Что такое твердые растворы?
2. Что называется растворителем (матрицей) в твердых растворах?
3. Перечислите виды твердых растворов.
4. Что такое твердые растворы замещения?
5. Что такое твердые растворы внедрения?
6. Что такое твердые растворы вычитания?
7. Что такое твердые растворы замещения с ограниченной и неограниченной растворимостью? Приведите примеры.
8. Перечислите условия для неограниченной растворимости.
9. Почему твердые растворы внедрения могут быть только с ограниченной концентрации?
10. Почему образование твердого раствора сопровождается искажением кристаллической решетки растворителя?
11. Перечислите факторы, от которых зависит степень упрочнения твердого раствора.

Контрольные вопросы

1. Почему в кристалле алюминия электроны, ускоренные напряжением 100 кВ, полностью отражаются плоскостями $\{111\}$, если для них соблюдается условие отражения, на глубине 27,8 нм, а плоскостями $\{220\}$ — на глубине 52,8 нм?
2. Почему возникают биения падающей и дифрагированной волн электронов с периодичностью, вдвое большей глубины полного отражения?
3. Что называется экстинкционной длиной?
4. От чего зависит экстинкционная длина кристалла?
5. Почему на изображении кристалла переменной толщины (например, клиновидного края фольги) возникают чередующиеся светлые и темные полосы?
6. Как называются чередующиеся светлые и темные полосы, возникающие на изображении клиновидного кристалла?
7. Что такое изгибные контуры; почему они формируются в кристалле.
8. О чем свидетельствуют присутствующие в кристалле изгибные контуры?
9. Перечислите виды изгиба кристаллической решетки материала.
10. Какие параметры материала можно определить, изучая изгибные экстинкционные контуры

Контрольные вопросы

1. При каких процессах в материале зарождаются дислокации.
2. Дайте определение плотности дислокаций.
3. В каких единицах измеряется плотность дислокаций.
4. Объясните, почему расчетное усилие для смещения одной части кристалла относительно другой оказалось на 2–3 порядка выше фактически затрачиваемого при пластической деформации металла.
5. Каким образом, исходя из теории дислокаций, осуществляется деформация кристалла.
6. Что является причиной низкой прочности реальных металлов.
7. В результате каких процессов металл упрочняется при пластической деформации.
8. Каким образом может быть достигнуто повышение прочности металлов и сплавов?
9. Объяснить, каким образом определяется скалярная плотность дислокаций.
10. Какие процессы учитываются при введении статистического коэффициента χ в уравнение для расчета напряжения течения материала?

Контрольные вопросы

1. Назвать неоднородности структуры, формирующиеся в многокомпонентных сплавах, содержащих элементы внедрения
2. Что такое зоны Гинье – Престона
3. Какие границы называются когерентными, полукочерентными, некогерентными
4. Указать основную причину упрочнения материала выделениями
5. Что происходит с когерентными частицами при их взаимодействии с движущимися дислокациями
6. Назвать причину формирования поля дальнорействующего упругих напряжений около когерентных выделений
7. Объяснить, почему упрочнение сплава когерентными частицами значительно выше при огибании частиц, чем при перерезании
8. Чем обусловлено упрочнение сплава некогерентными частицами

Контрольные вопросы

1. Физическая суть зернограничного упрочнения металлов и сплавов.
2. В чем заключается метод сравнения с контрольной шкалой.
3. Дать понятие методу подсчета зерен.
4. Пояснить суть метода подсчета пересечений зерен.
5. Пояснить суть планиметрического метод определения размера зерен.
6. Планиметрирование площади S линейным методом.
7. Планиметрирование площади S сеточным методом.
8. Планиметрирование площади S весовым методом.