

Лабораторная работа 1

Определение среднего размера зерна

Томск – 2017

Цель работы

Ознакомление с методами определения среднего размера зерна.

Определение среднего размера зерна различными методами.

Задачи работы

1. Ознакомиться с методами определения среднего размера зерна;
2. Определить средний размер зерна различными методами.

Вид отчетности:

Сдать отчет (в электронном виде!)*:

- ✓ Титул
- ✓ Содержание (автоматически)
- ✓ Теория
- ✓ Расчетная часть
- ✓ Выводы
- ✓ Приложения

**сделайте заготовку для всех последующих отчетов (используйте стили, автосодержание, ссылки/сноски и пр.)*

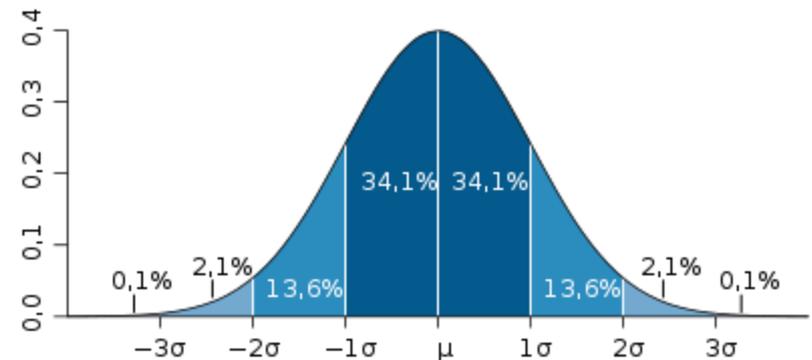
Поликристаллические материалы

Количественные характеристики

1) $\langle D \rangle$ – средний размер зерна

2) Среднеквадратичное отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$



3) Максимальный и минимальный размер зерен

Зернограничное упрочнение металлов и сплавов

Зависимость предела текучести σ_T материала от размера зерна D описывается хорошо известным уравнением Холла — Петча:

$$\sigma_T = \sigma_i + k_y D^{-1/2}$$

Напряжение σ_i можно представить себе как предел текучести монокристалла данного материала (отсутствие сопротивления со стороны границ зерен), так как при $D = \infty$ $\sigma_T = \sigma_i$. Следовательно, собственно зернограничное упрочнение, т.е. повышение прочности за счет границ зерен в материале, являющихся барьерами распространения течения, будет характеризоваться величиной

$$\sigma_z = k_y D^{-1/2}$$

Коэффициент k_y характеризует материал, и его значения равны тангенсу угла наклона прямых на графике, описывающем зависимость σ_T от $D^{-1/2}$. Теоретически значения k_y могут быть оценены в зависимости от принятой дислокационной модели влияния границ зерен на предел текучести.

К примеру, для углеродистых и низколегированных сталей значения коэффициента k_y в уравнении Холла - Петча практически одинаковы и могут быть приняты в пределах 1,8—2,3 кгс/мм^{3/2}.

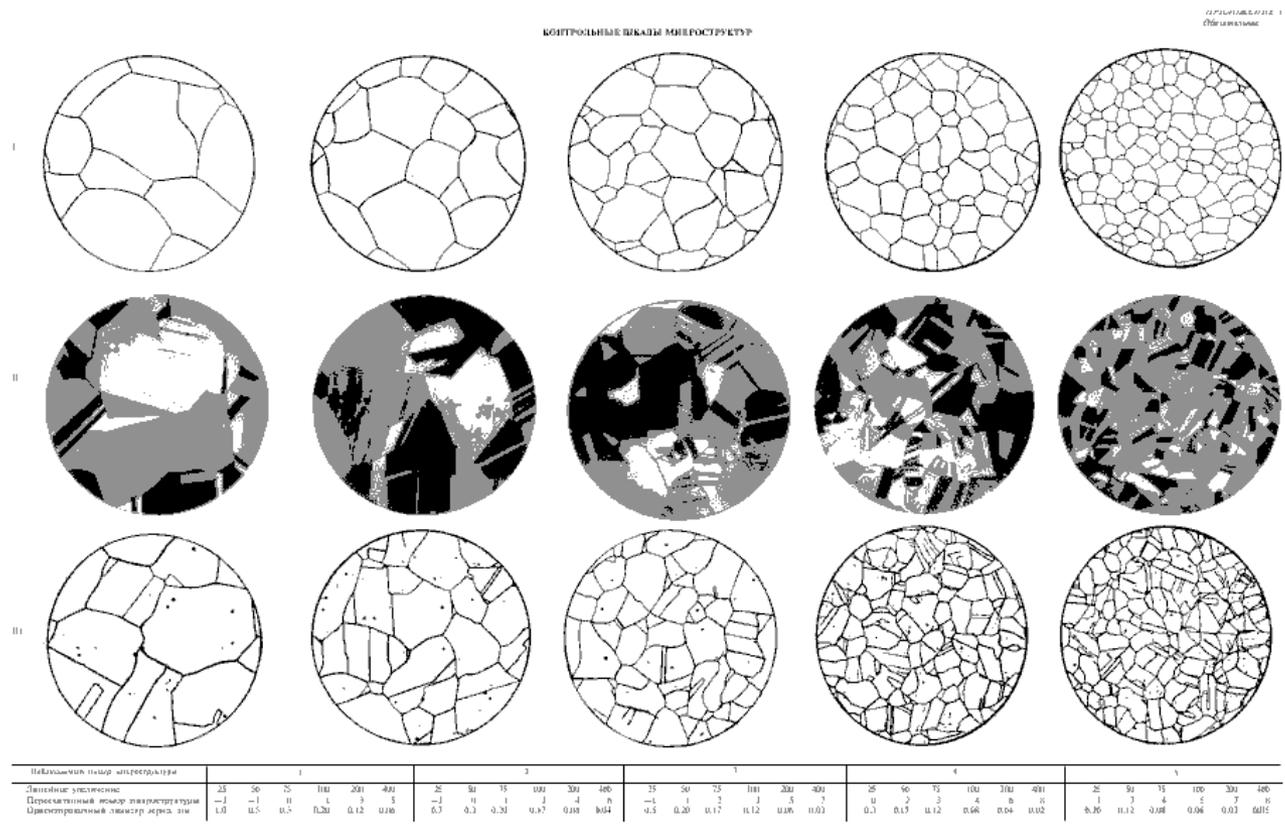
ГОСТы, регламентирующие методики определения средней величины зерна

- ✓ Метод сравнения с контрольной шкалой (ГОСТ 21073.1-75)
- ✓ Метод подсчета зерен (ГОСТ 21073.2-75)
- ✓ Метод подсчета пересечений зерен (ГОСТ 21073.3-75)
- ✓ Планиметрический метод (ГОСТ 21073.4-75)

Метод сравнения с контрольной шкалой (ГОСТ 21073.1-75)

Метод применяется для массового определения величины зерна в условиях производства.

Определение величины зерна производят сравнением изображения структуры материала с микроструктурами шаблона.



Метод подсчета зерен (ГОСТ 21073.2-75)

Метод применяется для количественных характеристик величины зерна при исследовательских или опытных работах.

Проведение испытаний

- 1) На изображении структуры шлифа выбирают место с хорошо выявленными границами зерен.
- 2) Наносят контур контрольной площади подсчета зерен в виде круга или прямоугольника.
- 3) Величину зерна определяют подсчетом числа зерен n_1 , целиком находящихся внутри контура контрольной площади подсчета, и n_2 , пересекаемых контуром контрольной площади подсчета, исключая зерна, находящиеся на углах контура контрольной площади подсчета

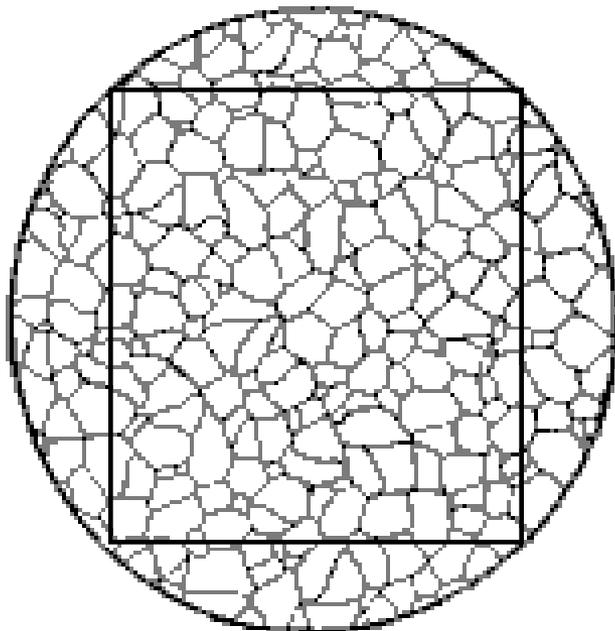
За результат испытаний принимают следующие величины:

1) среднее число зерен m , находящихся на 1 мм^2 площади шлифа S_k ;

2) среднюю площадь сечения зерна a , мм^2 .

3) Расчет производят по формулам:

- при контрольной площади подсчета в виде квадрата или прямоугольника:



$$m = \frac{1}{S_k} (n_1 + 0,5n_2 + 1)$$

$$a = \frac{1}{m}$$

Метод подсчета пересечений зерен (ГОСТ 21073.3-75)

Метод применяется для количественных характеристик величины зерна при исследовательских или опытных работах.

Определение величины зерна производят при таком увеличении, чтобы в поле зрения находилось целиком **80...200 зерен.**

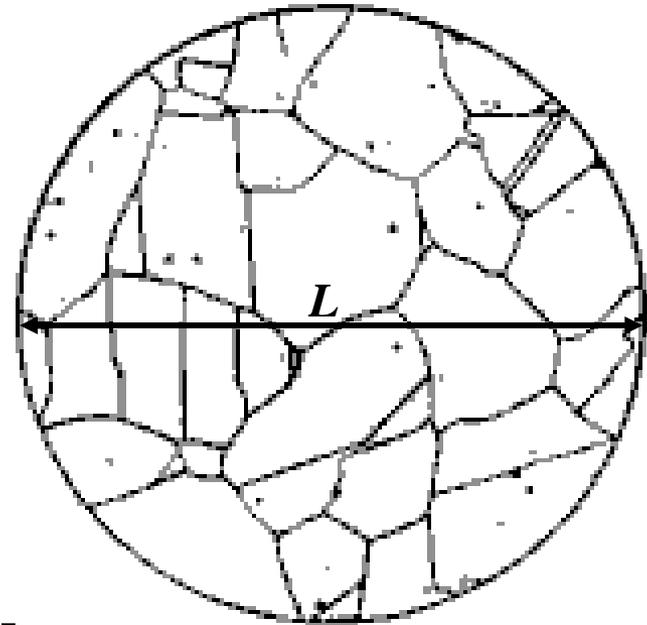
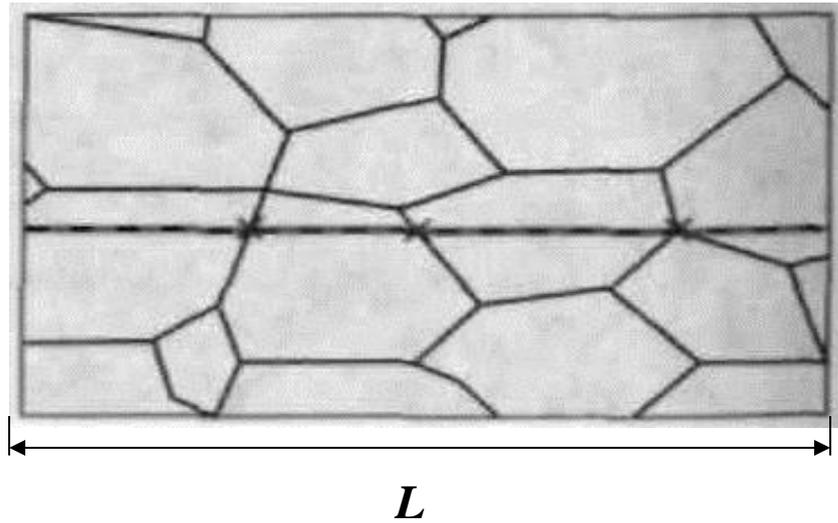
Для измерений применяют секущие линии в виде двух непараллельных прямых или окружности. Прямая секущая должна пересечь не менее 10 зерен; окружность – не менее 20 зерен.

Определение величины зерна производят подсчетом границ зерен **N**, пересеченных секущими длиной **L**.

Расчет средней величины зерна **D** производят по формуле:

$$D = L / N.$$

Метод подсчета пересечений зерен (ГОСТ 21073.3-75)



$$D = L / N$$

Планиметрический метод (ГОСТ 21073.4-75)

Метод применяется в случае, требующем повышенной точности измерений.

Определение величины зерна производят при таком увеличении, чтобы в поле зрения находилось целиком **80...200** зерен.

Определение величины зерна проводят **планиметрированием** площади S , составленной из целых зерен, и подсчета числа этих зерен n .

За результат испытаний принимают следующие величины:

- 1) среднюю площадь сечения зерна a , мм²;
- 2) среднее число зерен m , находящихся на 1 мм² площади шлифа;

Планиметрический метод (ГОСТ 21073.4-75)

Расчет производят по формулам:

$$a = \frac{S}{n} \qquad m = \frac{1}{a}$$

Средний диаметр зерна определяют по формуле:

$$D = \sqrt{a}$$

Планиметрирование площади S , составленной из целых зерен, осуществляют специальными приборами либо вручную, применяя линейный, сеточный или весовой методы.

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.