



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Физическое и прикладное материаловедение»

**Методические рекомендации для
выполнения
контрольной работы и
лабораторного практикума
по дисциплине**

«Стереологический анализ»



Авторы
Домбровский Ю. М.

Ростов-на-Дону, 2020

Аннотация

Методические указания для выполнения контрольной работы предназначены для студентов 2-го курса заочной формы обучения направления 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Авторы

д.т.н., профессор кафедры «Физическое и прикладное материаловедение»
Домбровский Ю.М.



Оглавление

Задания для контрольной работы.....	4
Лабораторная работа № 1	5
Краткие теоретические положения и методика выполнения	5
Практическая часть работы.	7
Лабораторная работа № 2	8
Краткие теоретические положения, методика и пример выполнения....	8
Практическая часть работы.	12
Литература.....	13
Контрольные вопросы к зачёту по курсу "Стереологический анализ"	13
Тестовые задания для самопроверки и контроля остаточных знаний студентов по курсу «Стереологический анализ».	15
ПРИЛОЖЕНИЕ	17

Методические рекомендации к контрольной работе
по дисциплине «Стереологический анализ»
для студентов заочной формы обучения направления
22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов»

1. Вариант задания выбирается по последней цифре зачетной книжки. Если последняя цифра «0», то вариант №10. Изображения микроструктур с номерами варианта представлены в Приложении данных Методических рекомендаций. Номер варианта касается двух фотографий:
 - однофазной микроструктуре технически чистого железа
 - двухфазной графитизированного чугуна или доэвтектоидной стали.Например, для варианта №3 обе фотографии с этим номером предназначены для работы над контрольной работой.
2. Контрольная работа выполняется в 12-и листовой тетради в «клеточку». Объем работы: 8 - 10 листов.
3. Ответы на вопросы контрольной работы необходимо иллюстрировать рисунками, поясняющими текст ответа.
4. Для выполнения контрольной работы необходимо тщательно изучить соответствующие разделы Учебного пособия по курсу «Стереологический анализ» расположенного на сайте: <http://skif.donstu.ru/> - Библиотека электронных ресурсов ДГТУ - факультет «Машиностроительные технологии и оборудование» - кафедра «Физическое и прикладное материаловедение» - Заочная форма обучения.
5. Номера страниц УП «Стереологический анализ», касающихся выполнения заданий контрольной работы, будут указаны в тексте заданий.
6. Успешная защита контрольной работы и выполнение лабораторного практикума дает студенту право на получение зачета «автоматом». При этом студенты должны продемонстрировать возможность ответа на дополнительные вопросы, не входящие в рамки основного вопроса.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

При выполнении задания, выбранную фотографию микроструктуры доэвтектоидной стали или чугуна необходимо скопировать, распечатать и вклеить в тетрадь контрольной работы (общее увеличение указано рядом с номером фотографии). Рекомендуемый размер фотографии для работы над выполнением контрольной работы 7-8см.

Задание №1.

Кратко опишите методику и определите двумя способами (линейным и точечным), объёмную долю тёмной фазы (структурной составляющей), а также переведите этот результат в долю по массе, принимая во внимание, что тёмная фаза на фотографиях либо графит в чугуне, либо перлит в доэвтектоидной стали.

С теоретической частью этого задания необходимо ознакомиться на стр. 24-25, а с практикой стереометрического анализа на стр. 48-52 УП

«Стереологический анализ» (в дальнейшем УП). Перерасчёт объёмной доли в долю по массе проводят по методике и с использованием данных на стр. 52-53 УП.

Задание №2.

При выполнении задания, выбранную фотографию микроструктуры технически чистого железа необходимо скопировать, распечатать и вклеить в тетрадь контрольной работы (общее увеличение указано рядом с номером фотографии). Рекомендуемый размер фотографии для работы над выполнением контрольной работы 7-8см.

Опишите методику и определите плотность линейных элементов (рёбер полиэдрической структуры) в единице объёма материала.

С теоретической частью этого задания необходимо ознакомиться на стр. 25-26, а с практикой стереометрического анализа на стр. 69-71 УП «Стереологический анализ».

Следует иметь ввиду, что для минимизации ошибки определения величины искомого параметра микроструктуры необходимо выполнить порядка 150 измерений параметров структуры на плоскости шлифа (фотоизображения).

Все оценки геометрических параметров микроструктуры должны сопровождаться расчётом ошибок определения исходя из уровня доверительной вероятности равного 95% (см. стр. 7 УП).

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Площадь граничных поверхностей составляющих структуры материала в единице объёма материала

Краткие теоретические положения и методика выполнения

ИЗМЕРЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ СЛУЧАЙНЫХ СЕКУЩИХ В КОМБИНАЦИИ С ТОЧЕЧНЫМ МЕТОДОМ

На изображение структуры необходимо нанести карандашом сетку. Размер ячеек сетки должен быть большим, чем средний размер фазы. Схема наложения квадратной сетки на структуру показана на рис.1. Горизонтальные и вертикальные линии окулярной сетки рассматриваются, как случайные секущие линии. Они пересекают поверхности микрочастиц фазы α в ряде точек, которые обозначены на рис.1 светлыми кружками. Число таких точек, отнесенное к единице длины секущих линий, определяется суммарной поверхностью микрочастиц фазы α в единице объёма сплава $\sum S_\alpha$ (удельной поверхностью). Применяя второе основное стереометрическое соотношение (см. стр. 25 УП), получаем суммарную поверхность микрочастиц фазы α в единице объёма сплава:

$$\sum S_\alpha = 2 \frac{z}{L} \text{ мм}^2/\text{мм}^3,$$

где L — суммарная длина секущих линий, приведенная к плоскости шлифа (с учётом увеличения), мм;

z — число точек пересечений секущих линий с поверхностями микрочастиц фазы α .

В том же поле зрения узловые точки сетки частично попадают на площади сечений микрочастиц фазы α . На рис.1 эти точки показаны черными кружками. Относительное число узловых точек, попавших на сечения микрочастиц фазы α , определяется объемной долей этой фазы в сплаве $\sum V_\alpha$. Поэтому суммарный объем микрочастиц фазы α в единице объема сплава определим согласно первому основному стереометрическому соотношению (см. стр. 24-25 УП):

$$\sum V_\alpha = \frac{x}{X} \text{ м}^3/\text{мм}^3$$

где X — общее число узловых точек квадратной сетки;

x — число узловых точек сетки, попавших на площади сечений микрочастиц фазы α в одном поле зрения.

В соответствии с определением понятия относительной удельной поверхности фазы находят относительную удельную поверхность, как отношение $\sum S_\alpha$ к $\sum V_\alpha$, т.е.:

$$S_\alpha = \frac{\sum S_\alpha}{\sum V_\alpha} = \frac{2X}{L} \frac{z}{x} \text{ мм}^2/\text{мм}^3$$

В последнем равенстве величина $2X/L$ — постоянный коэффициент при данных условиях анализа, который определяется увеличением микроструктуры, размерами и числом ячеек квадратной сетки секущих линий.

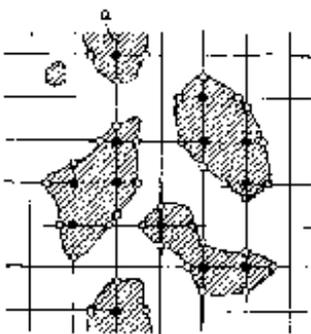


Рис. 1 Схема определения относительной удельной поверхности методом случайных секущих в комбинации с точечным методом.

ИЗМЕРЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ СЛУЧАЙНЫХ СЕКУЩИХ В КОМБИНАЦИИ С ЛИНЕЙНЫМ МЕТОДОМ

На изображении структуры проводят ряд секущих линий, как показано на рис. 2. Они могут отстоять друг от друга на разном расстоянии и не быть параллельными. Пересекая микрочастицы фазы α , секущие образуют ряд точек

пересечений с поверхностями микрочастиц (обозначены на рисунке кружками) и ряд хорд, выделенных на рисунке жирными линиями.

Обозначим суммарную длину секущих линий через L , число полученных на этой длине хорд (отрезков) через z , а их среднюю длину через \bar{h} .

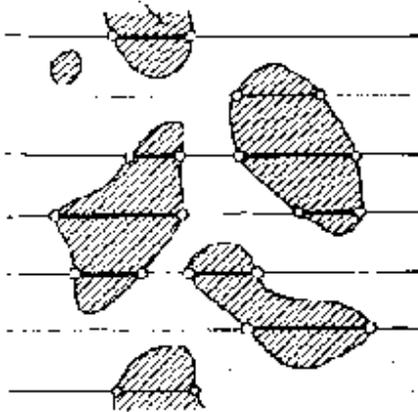


Рис. 2 Схема определения относительной удельной поверхности методом случайных секущих в комбинации с линейным методом

В результате преобразований получаем искомую величину относительной удельной поверхности фазы α :

$$S_{\alpha} = \frac{\sum S_{\alpha}}{\sum V_{\alpha}} = \frac{4}{\bar{h}} \text{ мм}^2/\text{мм}^3$$

Из последней формулы следует, что относительная удельная поверхность фазы однозначно определяется величиной средней хорды, получаемой при многократном пересечении микрочастиц данной фазы случайными секущими.

Определение относительной удельной поверхности фазы осуществляют с помощью изображения структуры и линейки. Линейкой измеряют и регистрируют длины и число хорд, чтобы найти среднюю величину хорды. Точность полученного результата обусловлена числом хорд, измеренных в процессе выполнения анализа.

Практическая часть работы.

Для выданной к заданию фотографии микроструктуры чугуна или доэвтектоидной стали (общее увеличение указано преподавателем на обратной стороне фотографии):

определите площадь граничных поверхностей этой фазы (структурной составляющей) в единице объёма сплава (удельную поверхность) и её

относительную удельную поверхность методом случайных секущих в комбинации с точечным и линейным методами.

Отчёт должен содержать:

- расчёт удельной поверхности фаз;
- расчёт относительной удельной поверхности этих фаз;
- расчёт выполнить двумя методами: методом случайных секущих в комбинации с точечным и в комбинации с линейным.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Анализ зёрненной структуры металлов и сплавов и определение балла зерна по ГОСТ 5639

Краткие теоретические положения, методика и пример выполнения

Микроструктура однофазных поликристаллических тел (металлов и сплавов) определяется расположением зерен в пространстве (зёрненная структура), ориентацией кристаллических решеток в зернах относительно некоторых осей в исследуемых объектах (текстурой) и их взаимосвязью. Знание зеренной структуры необходимо для управления структурными превращениями и формируемыми свойствами.

Главная задача анализа зеренной структуры металлов и сплавов заключается в выборе таких ее характеристик, которые определяют сущность происходящих изменений структуры и достигаемый уровень свойств.

Важными и достаточно просто определяемыми характеристиками зеренной структуры являются объемные – средний объем зерна \bar{V} , поверхностные – средняя площадь сечения зерна (случайная плоскость микрошлифа) $\bar{F} = F/n$ (F – анализируемая площадь микрошлифа, n – число зерен), линейные геометрические параметры – средний диаметр зерна в объеме \bar{D} и на плоскости \bar{d} , средняя хорда \bar{h} – средний отрезок случайной прямой внутри зерна. Эти характеристики связаны друг с другом соотношениями:

$$\bar{V} = K_1 \cdot \bar{F}^{3/2} = K_2 \cdot \bar{D}^3 = K_3 \cdot \bar{d}^3 = K_4 \cdot \bar{h}^3$$

где $K_1 - K_4$ - коэффициенты пропорциональности, зависящие от формы зерен.

Балл зеренной структуры M можно определить, исходя из формулы

$$M = (\lg 500 + 8 \cdot \lg 2 - \lg \bar{F}) / \lg 2$$

1. Анализ зеренной структуры методом измерения хорд.

Нанести на изображение структуры сетку секущих линий. Выполнить измерение хорд.

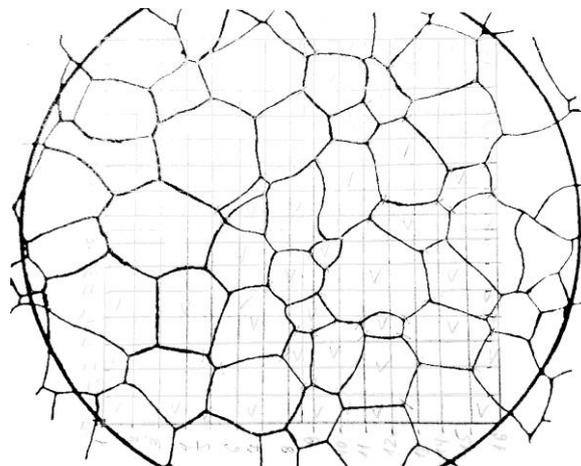
По горизонтали:

$$3+9+3+12+12+3+8+6+5+14+3$$

4+7+5+8+10+8+8+10+6+1+3+4+6
 12+4+9+9+5+8+1+4+6+13+7
 8+10+3+8+8+6+3+8+9+14
 3+12+12+6+5+2+11+11+9+7
 3+2+8+5+10+4+11+5+2+3+13+13
 18+4+4+3+10+14+5+7+10+3
 9+3+7+9+17+5+4+7+4+8
 1+6+3+9+10+3+7+9+7+5+6+3+2+4+5

По вертикали:

2+5+3+8+12+9+6+9+3+4+6+4
 7+3+2+8+10+9+11+2+11+3+3
 6+5+5+10+2+3+9+16+12+3
 4+3+7+13+5+2+6+11+8+11+2
 10+4+2+12+5+18+3+15+2
 3+2+8+5+10+4+12+4+2+3+13+12
 5+5+6+3+14+4+11+3+8+1+6+2
 6+12+2+10+1+13+17+3+2+8+1
 7+5+5+7+10+8+4+7+5+8+7



Определим число групп разбиения k зафиксированных зерен n , в данном случае $k=9$. И найдем число зерен n_j , входящих в j -ую группу.

I 0-2	$n_1=23$ шт.	VI 10-12	$n_6=19$ шт.
II 2-4	$n_2=48$ шт.	VII 12-14	$n_7=10$ шт.
III 4-6	$n_3=36$ шт.	VIII 14-16	$n_8=2$ шт.
IV 6-8	$n_4=33$ шт.	IX 16-18	$n_9=4$ шт.
V 8-10	$n_5=26$ шт.		

Построим гистограмму распределения размеров длин хорд $n_j = f(h_j)$:

Для перестройки гистограммы распределения размеров длин хорд $n_j = f(h_j)$ в гистограмму распределения диаметров зерен $N_j = f(D'_j)$ определим:

$$N_j = j^2 * \left(\frac{n_j}{2j-1} - \frac{n_{j+1}}{2j+1} \right)$$

$$N_2 = 2^2 * \left(\frac{23}{2 * 2 - 1} - \frac{48}{2 * 2 + 1} \right) = -8$$

$$N_4 = 4^2 * \left(\frac{48}{2 * 4 - 1} - \frac{36}{2 * 4 + 1} \right) = 46$$

$$N_6 = 6^2 * \left(\frac{36}{2 * 6 - 1} - \frac{33}{2 * 6 + 1} \right) = 26$$

$$N_8 = 8^2 * \left(\frac{33}{2 * 8 - 1} - \frac{26}{2 * 8 + 1} \right) = 43$$

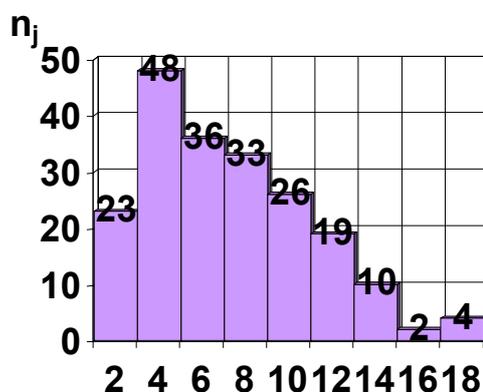
$$N_{10} = 10^2 * \left(\frac{26}{2 * 10 - 1} - \frac{19}{2 * 10 + 1} \right) = 46$$

$$N_{12} = 12^2 \left(\frac{19}{2 * 12 - 1} - \frac{10}{2 * 12 + 1} \right) = 61$$

$$N_{14} = 14^2 \left(\frac{10}{2 * 14 - 1} - \frac{2}{2 * 14 + 1} \right) = 59$$

$$N_{16} = 16^2 \left(\frac{2}{2 * 16 - 1} - \frac{4}{2 * 16 + 1} \right) = -15$$

$$N_{18} = 18^2 \left(\frac{4}{2 * 18 - 1} - \frac{0}{2 * 18 + 1} \right) = 37$$



h_j, мм

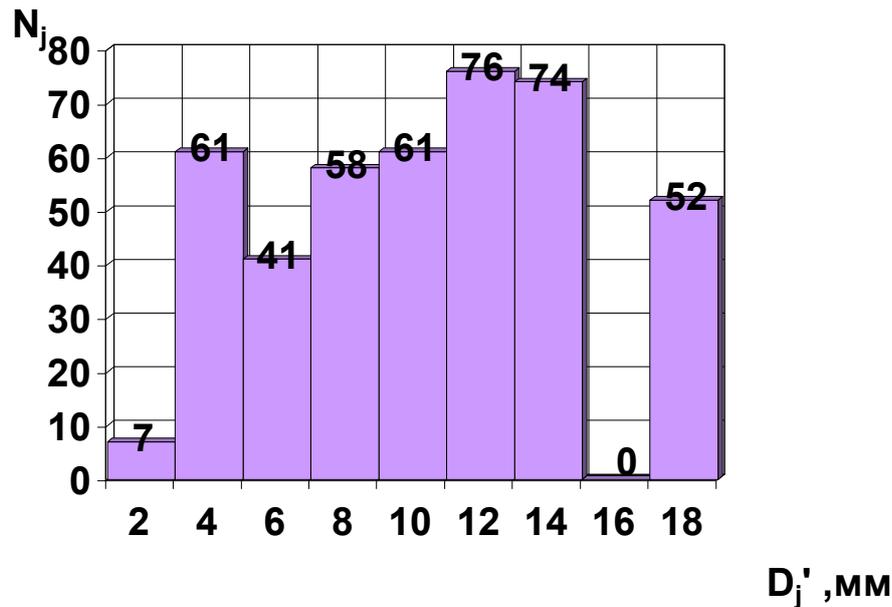
Избавимся от отрицательных значений N_j, повышая их уровень:
 N₂=7; N₄=61; N₆=41; N₈=58; N₁₀=61; N₁₂=76; N₁₄=74; N₁₆=0; N₁₈=52.

Перестроим гистограмму n_j = f(h_j) в гистограмму N_j = f(D'_j)

Определим средний диаметр зерна D'_j без учета увеличения U:

$$\bar{D}' = \frac{\sum_{j=1}^k (N_j * D_j)}{\sum_{j=1}^k N_j}$$

$$\bar{D}' = \frac{2 * 7 + 4 * 61 + 6 * 41 + 8 * 58 + 10 * 61 + 12 * 76 + 14 * 74 + 16 * 0 + 18 * 52}{7 + 61 + 41 + 58 + 61 + 76 + 74 + 0 + 52} = 10,38 \text{ (мм)}$$



Определим средний диаметр зерна \bar{D} с учетом увеличения U ($\times 250$):

$$\bar{D} = \frac{\bar{D}'}{U} = \frac{10,38}{250} = 0,0415 \text{ (мм)} = 41,5 \text{ (мкм)}$$

Определим общее число зерен по формуле:

$$n = n_1 + n_2/2 + n_3/4$$

где $n_1=68$ шт.-число зерен, полностью лежащих внутри анализируемой площади;

$n_2=40$ шт.- число зерен, пересекающих границы;

$n_3=4$ шт. – число зерен, расположенных в углах анализируемой площади.

$$n = 68 + 40 \cdot 0,5 + 4 \cdot 0,25 = 68 + 20 + 1 = 89$$

Вычислим среднюю площадь сечения зерна \bar{F}' без учета увеличения:

$$\bar{F}' = \frac{F}{n} = \frac{80 \cdot 75}{89} = 67,416 \text{ (мм}^2\text{)}$$

С учетом увеличения:

$$\bar{F} = \frac{\bar{F}'}{U^2} = \frac{67,416}{250^2} = 0,0011 \text{ (мм}^2\text{)} = 1,1 \cdot 10^3 \text{ (мкм}^2\text{)}$$

Определим балл анализируемой зеренной структуры исследуемой стали по формуле:

$$M = \frac{\lg 500 + 8 \lg 2 - \lg \bar{F}}{\lg 2} = \frac{\lg 500 + 8 \lg 2 - \lg 1100}{\lg 2} = \frac{2,7 + 2,4 - 3,04}{0,3} = 6,9$$

С учётом полученного значения среднего диаметра зерна определим среднюю площадь его сечения:

$$\bar{F} = \frac{\pi \bar{D}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,0415)^2}{4} = 0,0013 \text{ (мм}^2\text{)} = 1,3 \cdot 10^3 \text{ (мкм}^2\text{)}$$

$$M = \frac{\lg 500 + 8 \lg 2 - \lg \bar{F}}{\lg 2} = \frac{\lg 500 + 8 \lg 2 - \lg 1300}{\lg 2} = \frac{2,7 + 2,4 - 3,1}{0,3} = 6,7$$

Практическая часть работы.

Для выданной к заданию копии фотографии микроструктуры технического железа или стали (общее увеличение указано преподавателем на обратной стороне фотографии):

Проведите полный анализ зёрненной структуры и определите балл зерна по ГОСТ 5639 двумя методами: методом хорд и методом диаметров.

Отчёт должен содержать:

- расчёт среднего диаметра зерна с учётом увеличения, определённый методом хорд;
- расчёт средней площади зерна;
- расчёт балла зерна по ГОСТ 5639;
- расчёт средней площади зерна, выполненный по результатам подсчёта числа зёрен на единице площади шлифа;
- сравнение результатов расчёта балла зерна обоими методами;

ЛИТЕРАТУРА

1. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография М.: Metallurgy, 1970. - 376 с.
2. Салтыков С. А. Стереометрическая металлография М.: Metallurgy, 1976. - 272 с.
3. Чернявский К.С. Стереология в металловедении М.: Metallurgy, 1977. - 230 с.
4. Домбровский Ю.М. Стереологический анализ: Учеб. пособие.- 2019, Электронный ресурс: <http://skif.donstu.ru/>
5. Штремель М.А., Карабасова Л.В., Сатдарова Ф.Ф. Прочность сплавов. Лабораторный практикум. М.: МИСиС. - 1982. - 110 с.
6. Пустовойт В.Н., Блиновский В.А. Анализ зёрновой структуры металлов и сплавов: Методические указания/ДГТУ, Ростов н/Д. - 2001. - 10 с.
7. Пустовойт В.Н., Блиновский В.А. Электронно-микроскопическое определение плотности дислокаций: Методические указания/ДГТУ, Ростов н/Д. - 2001. - 10 с.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ЗАЧЁТУ ПО КУРСУ "СТЕРЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ"

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ МИКРОАНАЛИЗА

1. Статистические характеристики параметров микроструктуры. Задачи предмета "Стереометрическая металлография".
2. Точность (погрешность) статистической оценки геометрических параметров микроструктуры металлов.

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МИКРОСТРУКТУРЫ

3. Однофазная полиэдрическая структура. Понятие идеального полиэдра.
4. Многофазные структуры. Классификация.
5. Ориентированные структуры. Классификация.
6. Размерности геометрических параметров трехмерной, двумерной и одномерной структур сплава. Связь геометрических параметров структуры со свойствами сплавов.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКОГО МИКРОАНАЛИЗА

7. Соотношения между параметрами трехмерных, двумерных и одномерных структур.
8. Объемная доля фазы или структурной составляющей в сплаве.

9. Удельная поверхность границ зерен или фаз в сплаве.
10. Суммарная длина (плотность) линейных элементов структуры в сплаве.
11. Число микрочастиц в единице объема сплава.
12. Средняя кривизна граничных поверхностей.
13. Средняя величина и дисперсия двугранных углов.
14. Кривизна граничных поверхностей элементов структуры сплава.
15. Соотношения параметров при анализе по срезу (фольге).

ПРАКТИКА СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКОГО МИКРОАНАЛИЗА

16. Неоднородность структуры и выбор плоскости шлифа. Требования к качеству шлифа для стереометрического микроанализа.
17. Технические средства стереометрического микроанализа.
18. Основные приёмы определения параметров двумерной структуры.
19. Автоматический количественный микроанализ. Компьютерные методы в стереологии.

СТРУКТУРНЫЙ (ФАЗОВЫЙ) ОБЪЕМНЫЙ СОСТАВ СПЛАВА

20. Планиметрический метод.
21. Линейный метод.
22. Точечный метод.
23. Соотношения между структурным (фазовым) составом сплава по объему и его составом по массе.

ПЛОЩАДЬ ГРАНИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ЕДИНИЦЕ ОБЪЕМА СПЛАВА (УДЕЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ)

24. Определение удельной поверхности в изометрических структурах методом случайных секущих.
25. Определение удельной поверхности ориентированных систем граничных поверхностей.
26. Ориентационная характеристика граничных поверхностей.
27. Определение относительной удельной поверхности фаз сплава.
28. Особенности оценки удельной поверхности металлических порошков.
29. Определение средней кривизны граничных поверхностей методом подсчета точек касаний.

ПЛОТНОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ В ОБЪЕМЕ СПЛАВА

30. Определение плотности линейных элементов структуры в объеме сплава методом случайных секущих плоскостей. Плотность линейных элементов на проекционном изображении.

ЧИСЛО МИКРОЧАСТИЦ В ЕДИНИЦЕ ОБЪЕМА СПЛАВА И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИХ ПО РАЗМЕРАМ

31. Сечение микрочастиц случайной плоскостью или линией и распределение сечений по размерам.
32. Определение общего числа шаровидных микрочастиц в объеме сплава методом обратных диаметров.

33. Определение числа шаровидных микрочастиц в объеме сплава и параметров распределения их размеров (диаметров) по арифметическому и геометрическому ряду.

34. Определение числа шаровидных микрочастиц в объеме сплава и параметров распределения их размеров (диаметров) методом хорд.

35. Методы оценки кривизны граничных поверхностей структуры сплава.

ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В СПЛАВЕ

36. Определение и оценка формы микроскопических частиц.

37. Расположение микрочастиц в объеме сплава и методы оценки их связности.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И КОНТРОЛЯ ОСТАТОЧНЫХ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ ПО КУРСУ «СТЕРЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ».

1. С увеличением объема выборки среднее квадратичное отклонение:

а) увеличивается; б) уменьшается; в) остается неизменным.

2. В условиях близких к равновесным величина двугранного угла соседних микрочастиц в однофазной полиэдрической структуре стремится к:

а) 3600; б) 1200; в) 1800.

3. В стереометрической металлографии имеется ряд основных стереометрических соотношений, их число:

а) 3; б) 5; в) 7.

4. Доля фазы в объеме сплава пропорциональна:

а) сумме площадей на единице площади шлифа; б) сумме отрезков на единице длины секущей линии; в) числу случайных точек на шлифе; г) перечисленному в п.п. а), б), в).

5. Суммарная площадь поверхностей фазы в единице объема пропорциональна:

а) суммарной длине линий их следов на единице площади шлифа и суммарному числу точек на единице длины секущей; б) суммарной длине линий их следов на единице длины секущей и суммарному числу точек на единице площади шлифа; в) перечисленному в п.п. а) и б).

6. Суммарная длина линейных элементов (фазы) в единице объема сплава пропорциональна:

а) среднему числу следов этих линий (точек) на единице длины случайной секущей плоскости;

б) среднему числу следов этих линий (точек) на единице площади случайной секущей плоскости; в) перечисленному в п.п. а) и б).

7. Число шаровидных микрочастиц в единице объема сплава пропорционально:

а) произведению средней величины обратных диаметров сечений микрочастиц на число их сечений на единице площади шлифа; б) произведению суммы обратных диаметров сечений микрочастиц на единице площади шлифа на среднее расстояние между их центрами;

в) перечисленному в п.п. а) и б).

8. Средняя кривизна границы поверхностей сферических микрочастиц пропорциональна:

а) средней величине обратных диаметров всех сечений микрочастиц на единице площади шлифа; б) средней кривизне линий их следов на шлифе; в) средней кривизне линий их следов на единице длины секущей.

9. Средняя величина плоских углов при пересечении случайной секущей плоскостью двугранных углов:

а) пропорциональна величине двугранных углов; б) обратно пропорциональна величине двугранных углов; в) равна средней величине двугранных углов.

10. Объемную долю фазы проще всего определить:

а) планиметрическим методом; б) линейным методом; в) точечным методом.

11. В случае неоднородности микроструктуры, имеющей ось или плоскость симметрии по сечению анализируемого образца, искомый геометрический параметр структуры определяют как:

а) среднеквадратичное значение искомого параметра по площади шлифа;

б) средневзвешенное значение искомого параметра по зонам неоднородности анализируемого образца; в) среднеарифметическое значение искомого параметра на шлифе параллельном оси или плоскости симметрии.

12. Качество подготовки шлифа для стереометрического микроанализа должно учитывать:

а) возникновение теневого эффекта вокруг твёрдых микрочастиц (типа карбидов);

б) явление "замазывания" частиц металлом при полировке; в) последствия после глубокого травления фаз сплава; г) перечисленное в п.п. а), б), в).

13. При автоматическом (компьютерном) количественном микроанализе качество препарирования шлифа должно быть;

а) предельно высоким; б) таким же, как и при визуальном количественном анализе изображения структуры непосредственно в микроскопе; в) таким же, как при обычном визуальном осмотре микроструктуры сплава.

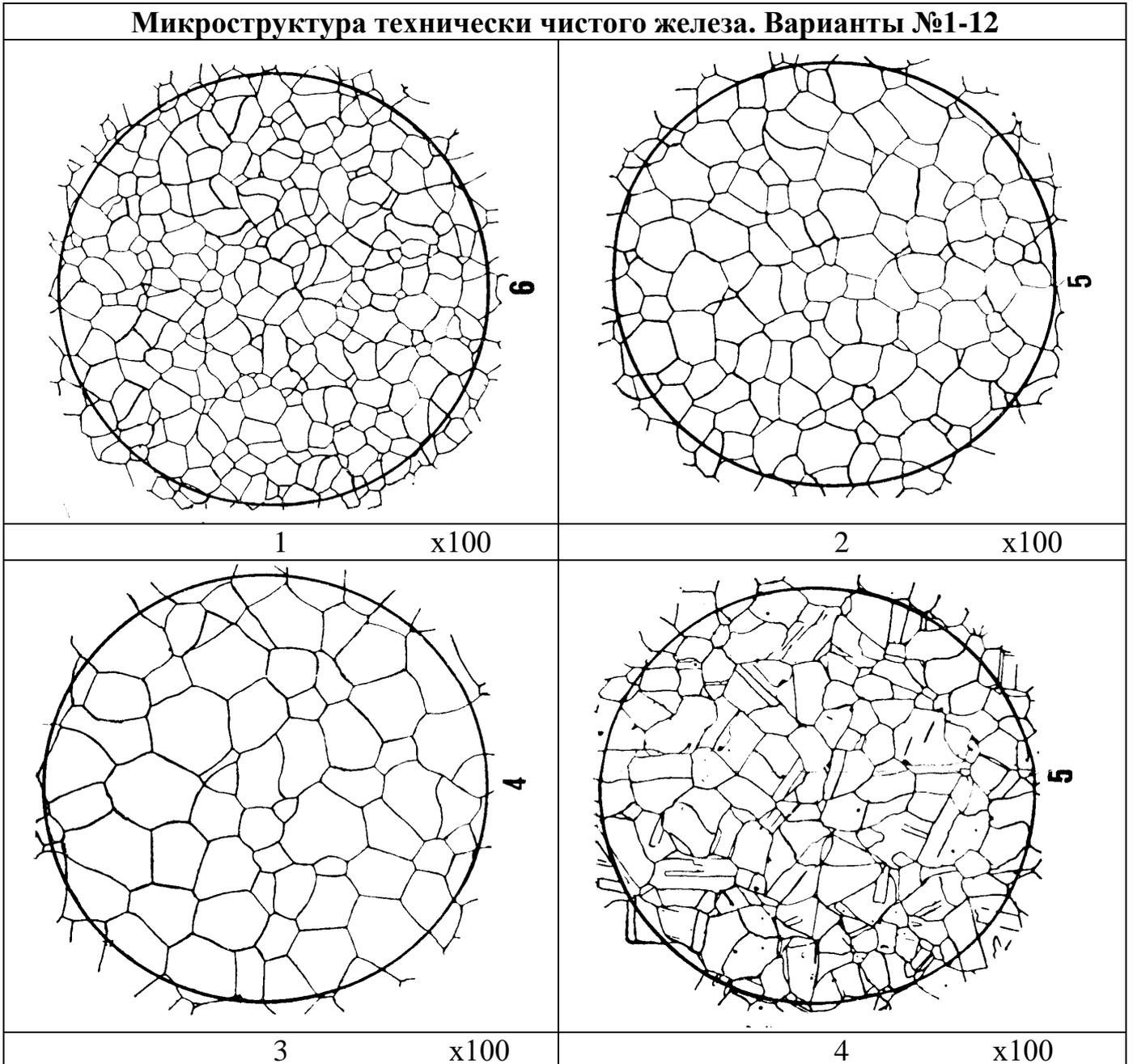
14. Предварительное технологическое воздействие (например, холодная пластическая деформация) на микроструктуру металлического сплава может создать в нём:

а) изометрическую структуру; б) линейно ориентированную структуру; в) плоскоотно ориентированную структуру; г) плоскоотно-линейную ориентацию структуры;

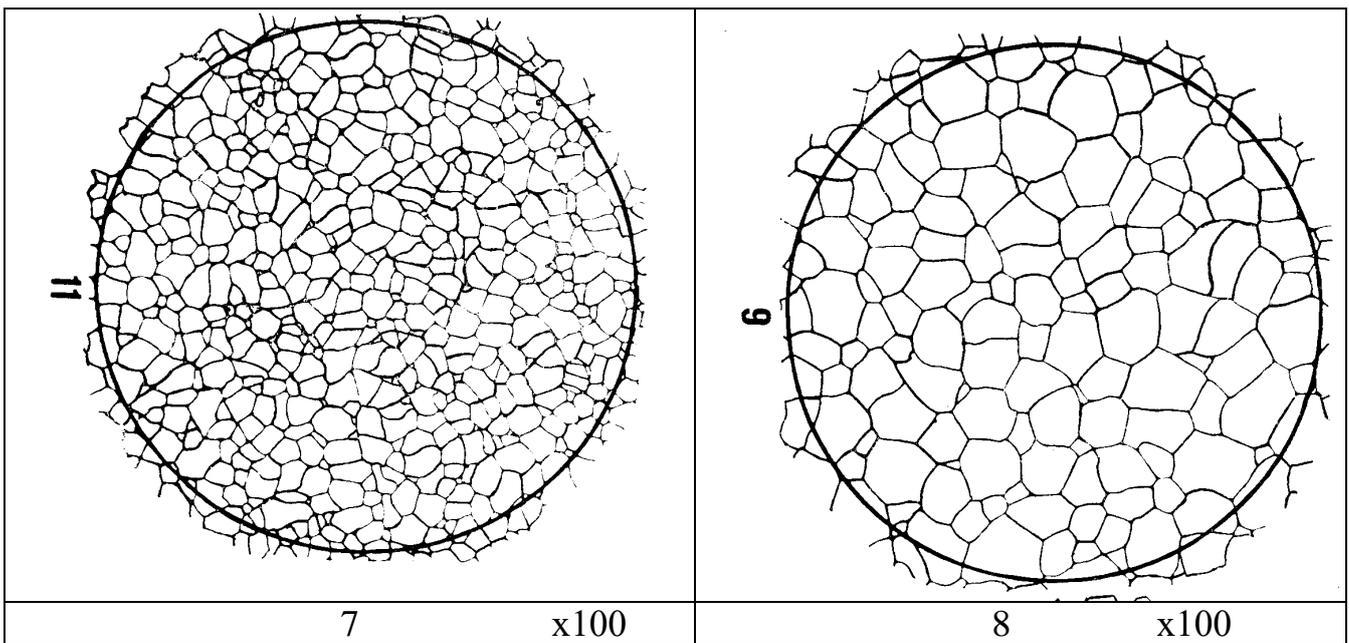
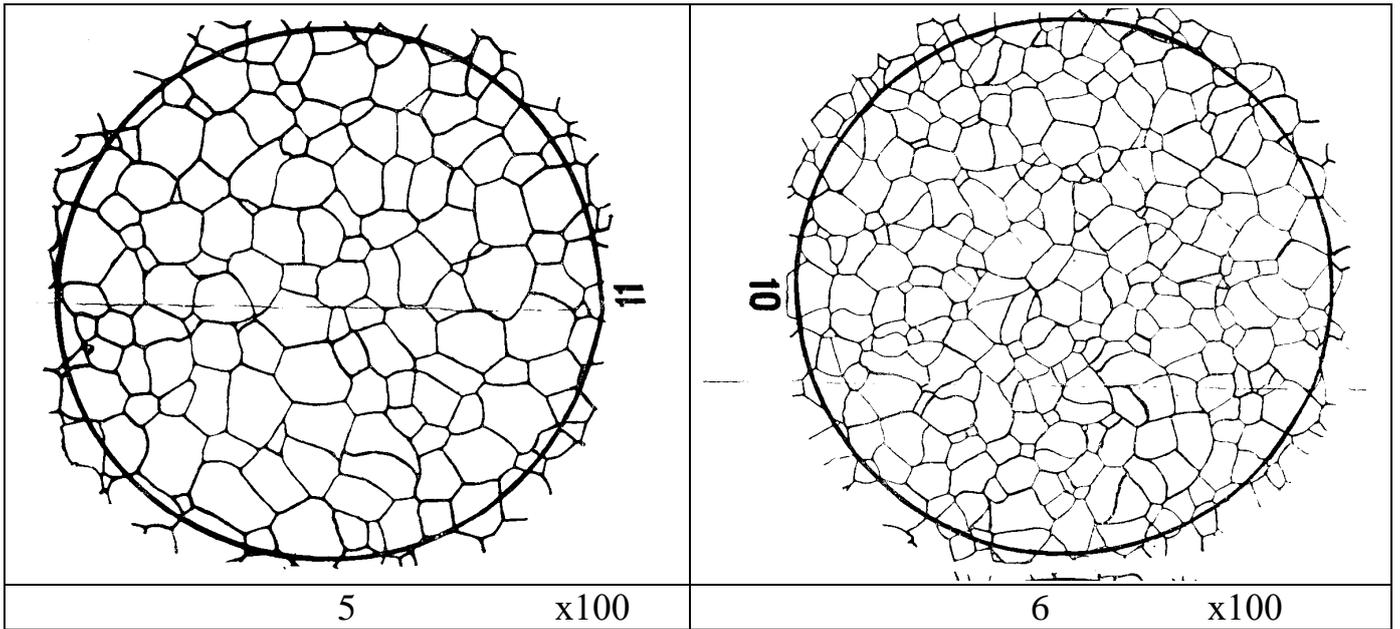
д) перечисленное в п.п. б), в), г).

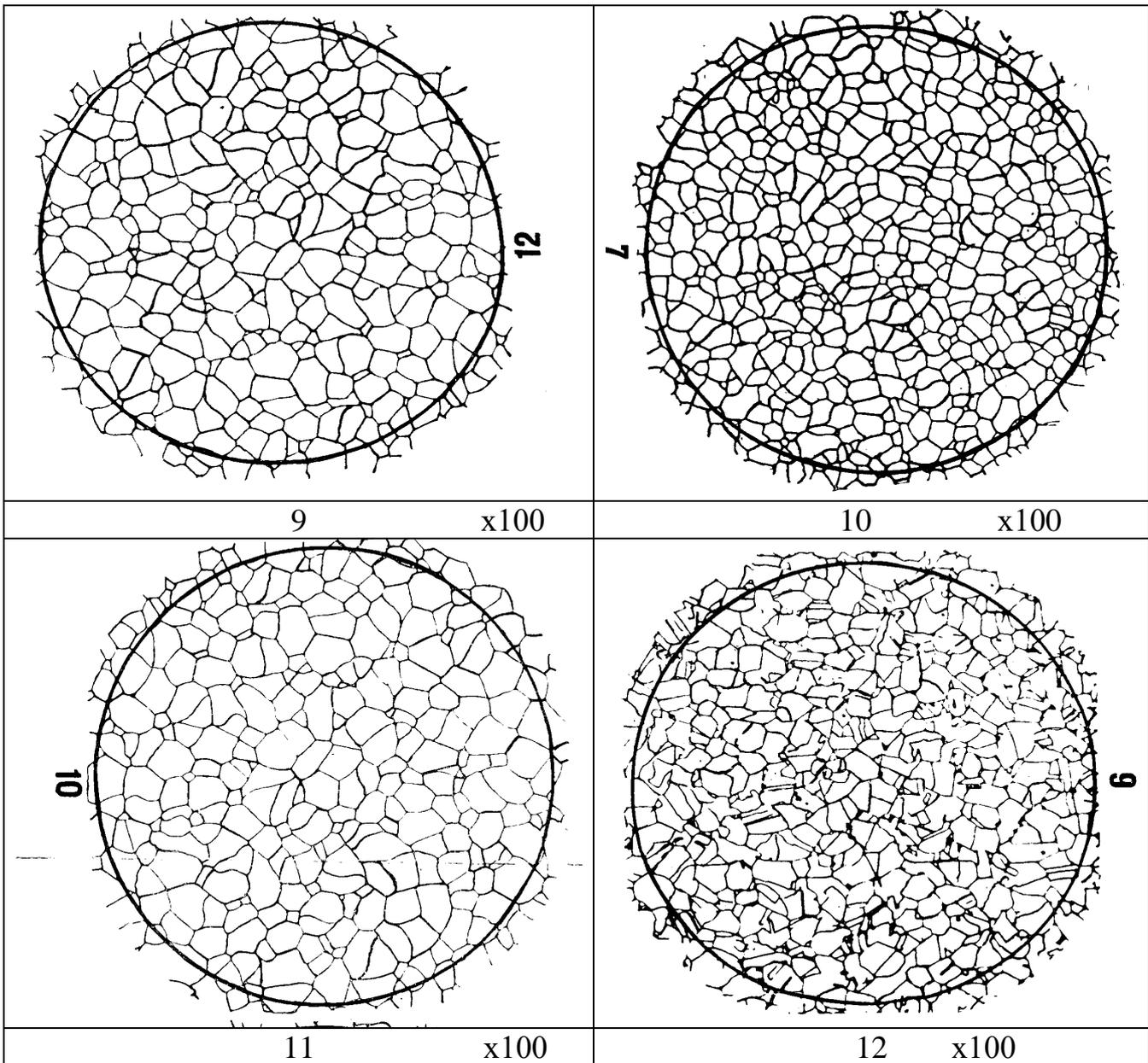
ПРИЛОЖЕНИЕ

Микроструктура технически чистого железа. Варианты №1-12



Стереологический анализ





**Микроструктура доэвтектоидной стали или графитизированного чугуна.
Варианты №1-12**

<p>1 x100</p>	<p>2 x100</p>
<p>3 x100</p>	<p>4 x100</p>
<p>5 x100</p>	<p>6 x100</p>

<p>7 x100</p>	<p>8 x100</p>
<p>9 x100</p>	<p>10 x100</p>
<p>11</p>	<p>12</p>