

Лабораторная работа 3

Определение объемной доли зерен второй фазы

Томск – 2013

Рекомендуемая литература

- 1. Томас Г. Электронная микроскопия металлов. – М.: Иностранная литература, 1963. - 347 с.
- 2. Утевский Л.М. Дифракционная электронная микроскопия в металловедении. – М.: Metallurgy, 1973. – 584 с.
- 3. Чернявский К.С. Стереология в металловедении. – М.: Metallurgy, 1977.- 208 с.
- 4. Гольдштейн М.И., Фарбер Б.М. Дисперсионное упрочнение стали. - М.: Metallurgy, 1979. – 208 с.
- 5. Гуляев А.П. Металловедение. – М.: Metallurgy, 1978. –647 с.

Цель работы

Ознакомление с методиками определения объемной доли зерен второй фазы.

Задачи работы

1. Ознакомиться с методиками определения объемной доли зерен второй фазы;
2. Определить величину объемной доли зерен второй фазы;
3. Исходя из полученных результатов, оценить концентрацию углерода в стали.

Вид отчетности:

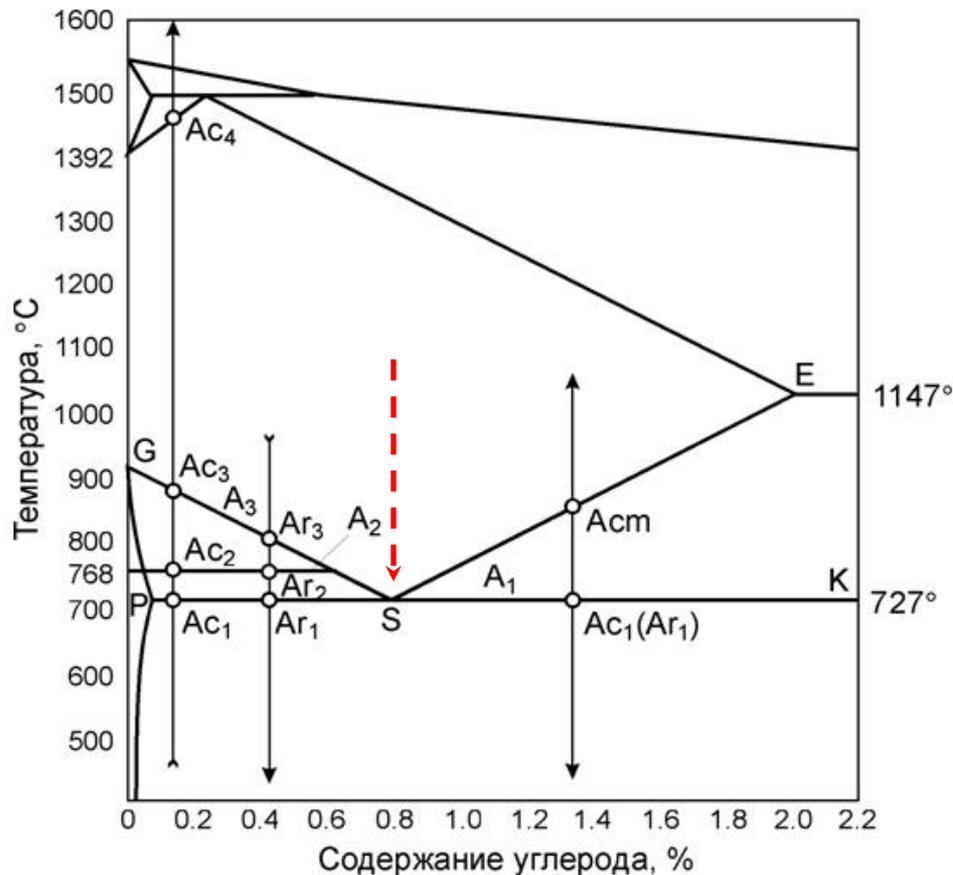
Сдать реферат и отчет на тему:

Определение объемной доли зерен второй фазы

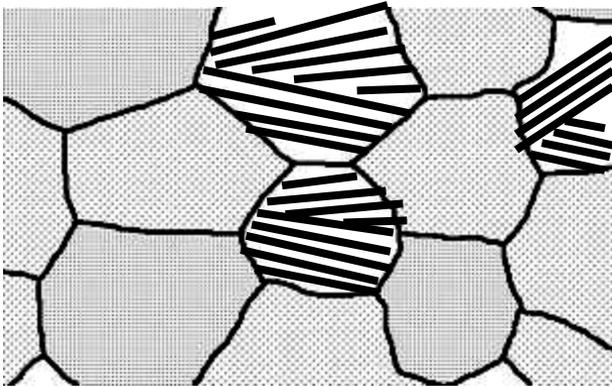
Структура феррито-перлитной стали

Перлит – продукт эвтектоидного распада аустенита при медленном охлаждении Fe-C-сплавов ниже 723°C . Аустенит (γ -железо) переходит в α -железо, в котором около 0,02% углерода; избыточный углерод выделяется в форме цементита или карбидов. Таким образом, перлит представляет собой эвтектоидную смесь двух фаз – феррита и цементита

Перлит – англ. pearlite (от франц. perle - жемчуг); название предложено Хоу и связано с перламутровым блеском (перлит напоминает перламутр).



Структура промышленных сталей

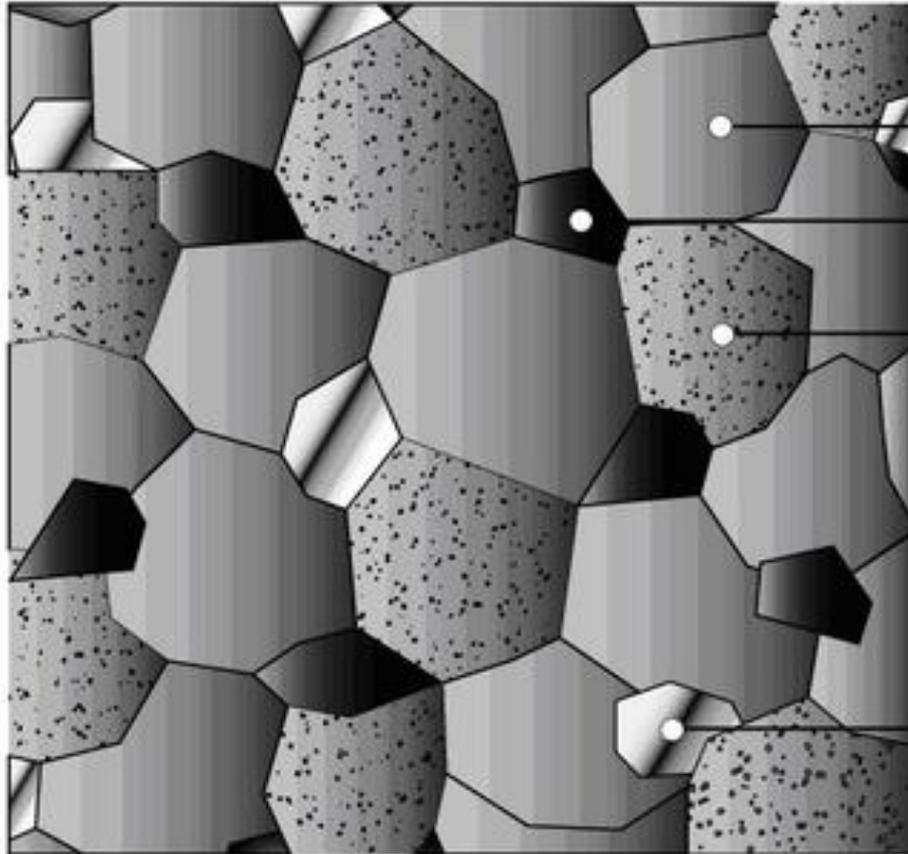


← Перлит

← Феррит

**Двухфазные
стали**

**Многофазные
стали**



Ferrite

Martensite

Перлит

Retained
Austenite⁶

Определение объемной доли фаз

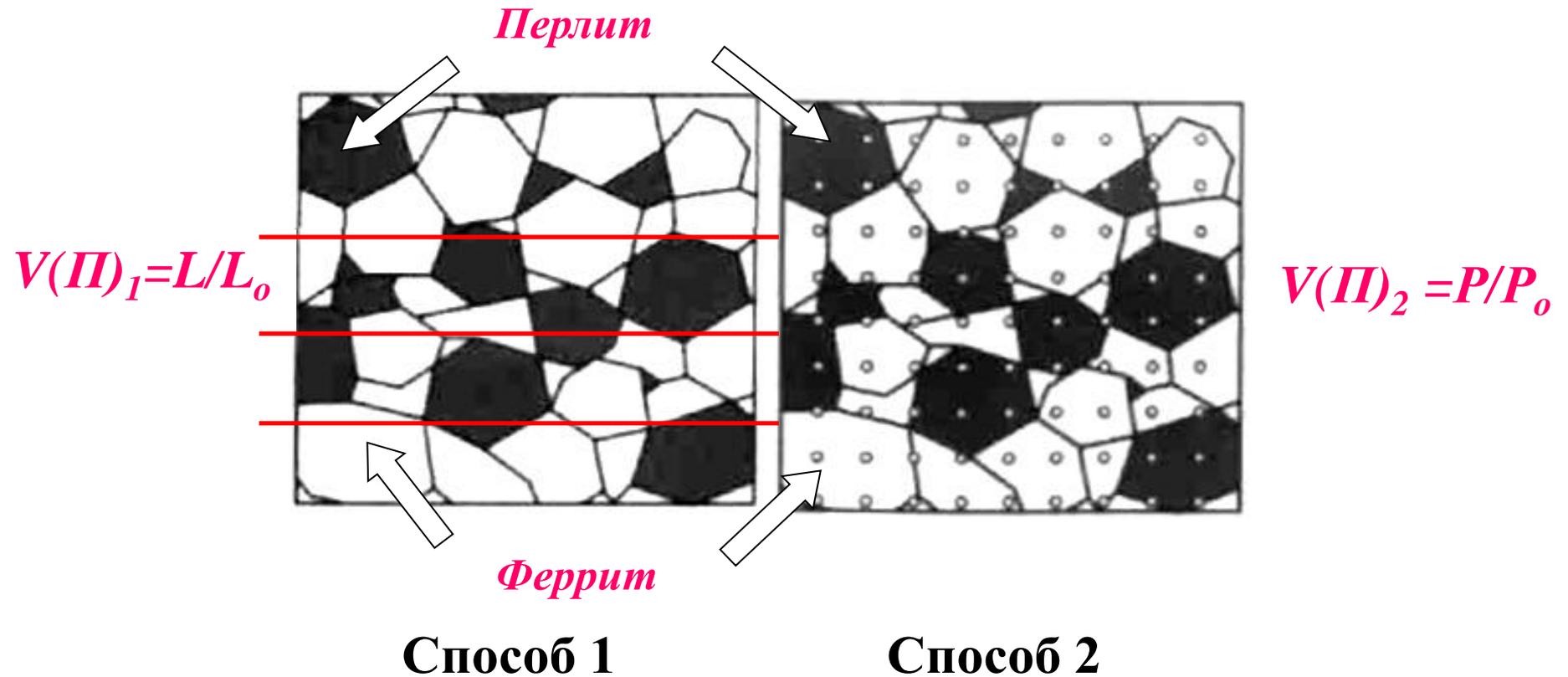
На случайно проведенном сечении объемная доля фазы может быть оценена:

- 1) из доли ее площади A/A_0 ;
- 2) по отношению длины линии, приходящейся на вторую фазу, к полной длине линии L/L_0 ;
- 3) по случайному набору точек на сечении образца: количество точек, приходящихся на области второй фазы, деленное на полное количество точек P/P_0 , равно относительному объему частиц второй фазы V/V_0 . Таким образом, для случайной выборки мы имеем

$$V(V) = A/A_0 = L/L_0 = P/P_0 = V/V_0.$$

Задание 1

Определить двумя способами объемную долю $V(\Pi)$ зерен перлита в стали.



Расстояние между секущими и точками - 10 мм.

Отчет представить в виде:

- 1) двух рисунков соответственно схеме, с указанием способа определения объемной доли включений;
- 2) таблицы полученных результатов

Таблица 1

Способ 1		Способ 2	
$V(\Pi)_1$	σ	$V(\Pi)_2$	σ

Задание 2

Оценить содержание углерода в исследуемой стали

По микроструктуре доэвтектоидной стали (феррит + перлит) можно ориентировочно определить содержание в ней углерода. В перлите содержится 0,8 вес.% углерода, а в феррите его практически нет (с точностью до 0,002 вес.%). Содержание углерода в стали пропорционально площади шлифа, занимаемой перлитом. Если оценить долю перлита в структуре доэвтектоидной стали, то можно рассчитать содержание в стали углерода:

$$C \text{ (вес.\%)} = 0,8V(\Pi)$$

Задание 3

Рассчитать вклад в предел текучести перлитной составляющей исследуемой стали

Для эвтектоидной стали с перлитной структурой установлено, что предел текучести определяется размером ферритного промежутка в перлите или расстоянием между цементитными пластинами L . Эта закономерность выражается уравнением, аналогичным уравнению Холла-Петча:

$$\sigma_T = \sigma_i + k_y L^{-1/2} \quad (1)$$

Украинские исследователи В. Н. Гриднев, В. Г. Гаврилюк и Ю. Я. Мешков пришли к выводу, что прочность стали определяется не кратчайшим расстоянием между пластинами цементита в перлите, а величиной «эффективной линии скольжения» в феррите L_c .

$$L_c = 4,75L. \quad (2)$$

Следовательно, вклад в предел текучести перлитной составляющей стали необходимо оценивать по соотношению

$$\sigma_T = \sigma_i + k_y (4,75L)^{-1/2}. \quad (3)$$

Это уравнение позволяет оценить прочность при полностью перлитной структуре. В рассматриваемых феррито-перлитных сталях содержание перлита меньше 100 %. Поэтому, казалось бы, величину перлитной составляющей в прочность таких сталей можно оценить, умножив второй член уравнения (3) на долю перлита $V(\Pi)$. А именно:

$$\sigma_{\Pi} = k_y (4,75L)^{-1/2} V(\Pi). \quad (4)$$

Феррито-перлитная структура представляет собой смесь двух фаз, в которой перлитные зерна в несколько раз прочнее зерен феррита. Следовательно, перлитные зерна должны рассматриваться как жесткие включения в более мягкой матрице. При достижении предела текучести феррито-перлитной стали процесс пластической деформации начинается в феррите, а перлит при таком напряжении практически не претерпевает деформации. Поэтому расчет упрочнения стали по формуле (4) не дает реальных значений σ_{Π} .

Во многих работах вклад перлитной составляющей в предел текучести стали с ферритной основой учитывается путем умножения эмпирического коэффициента на процент перлита в стали. Следовательно, расчет упрочнения за счет зерен перлита следует вести по формуле (5):

$$\sigma_{\Pi} = k_y (4,75L)^{-1/2} 0,24V(\Pi). \quad (5)$$

Используя соотношение (5) и результаты, полученные при анализе структуры стали в Лабораторных работах **2** и **3**, провести оценки вклада перлитных зерен в предел текучести феррито-перлитной стали.

$$\sigma_{\Pi} = k_y (4,75L)^{-1/2} 0,24V(\Pi), \quad (5)$$

где:

L – межпластинчатое расстояние в зернах перлита;

$k_y = 2$ кгс/мм^{3/2};

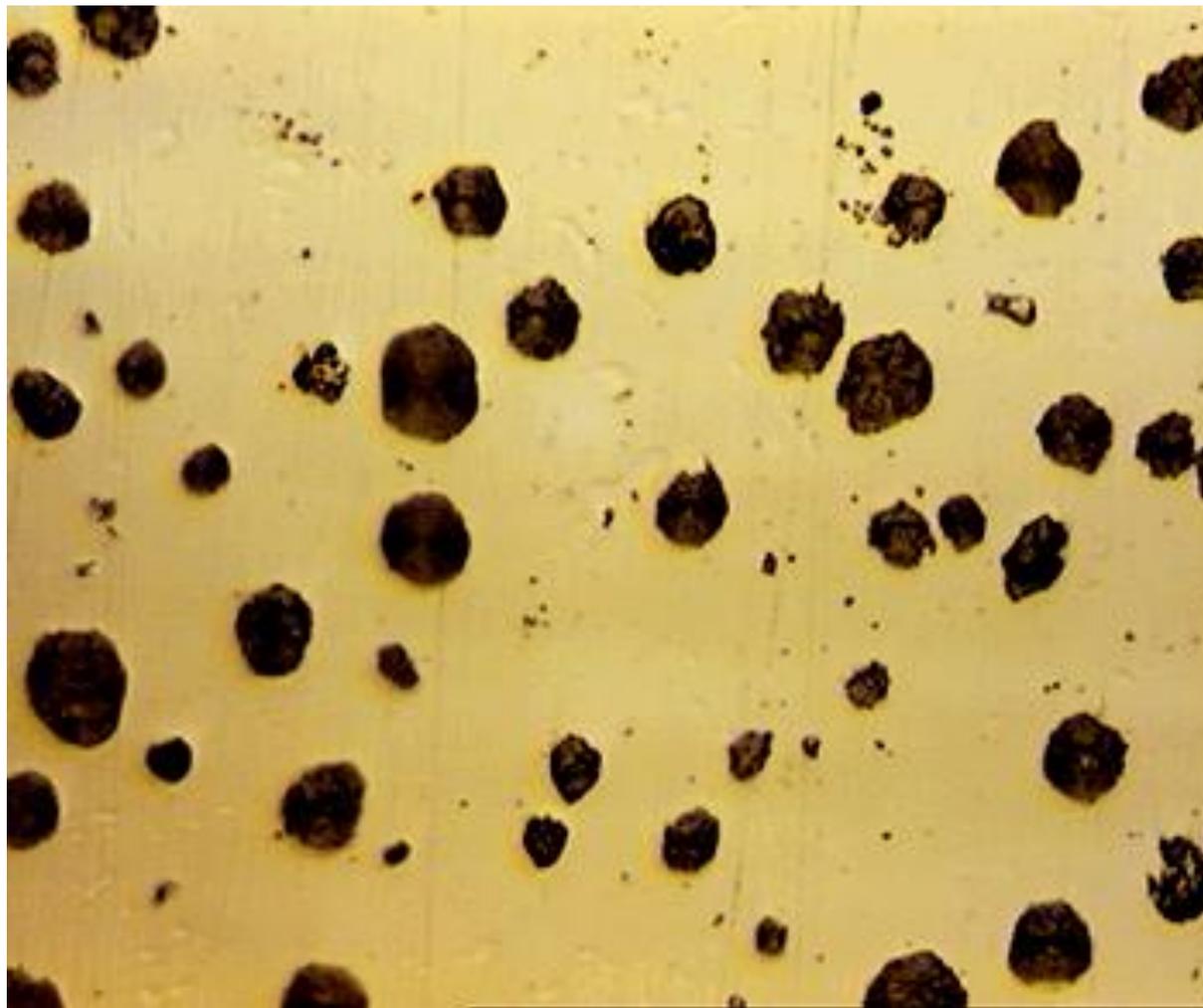
$V(\Pi)$ – объемная доля зерен перлита.

Контрольные вопросы

1. Каким образом определяется объемная доля зерен второй фазы методом секущих?
2. Каким образом определяется объемная доля зерен второй фазы методом точек?
3. Какие стали называются доэвтектоидными, эвтектоидными и заэвтектоидными?
4. Как можно определить концентрацию углерода в феррито-перлитной стали?
5. Как рассчитывается предел текучести перлитной стали?
6. Как рассчитывается предел текучести феррито-перлитной стали?
7. Как учитывается при расчетах предела текучести феррито-перлитной стали различие в прочности зерен феррита и перлита?

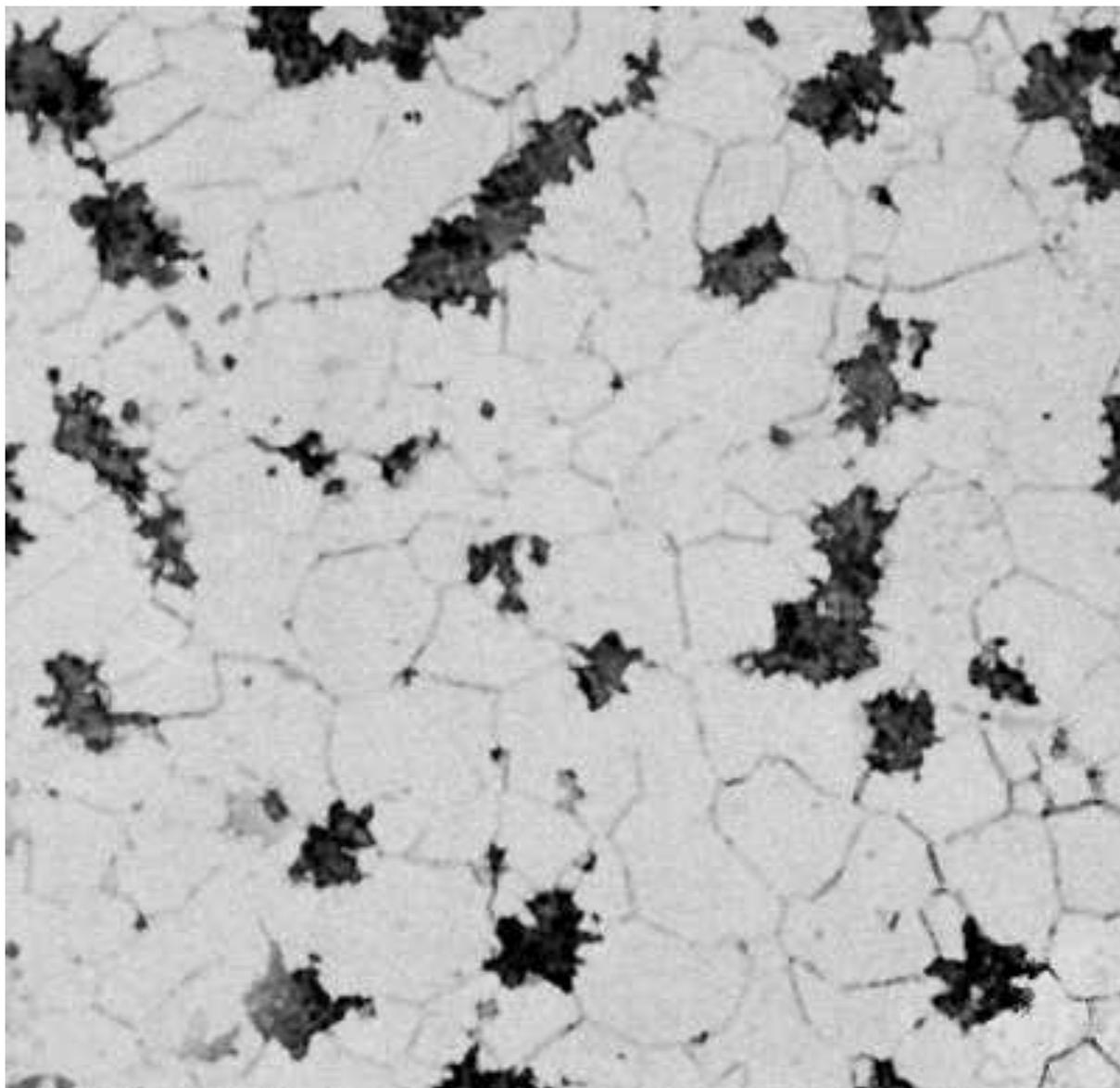
Практическая работа

Вариант 1



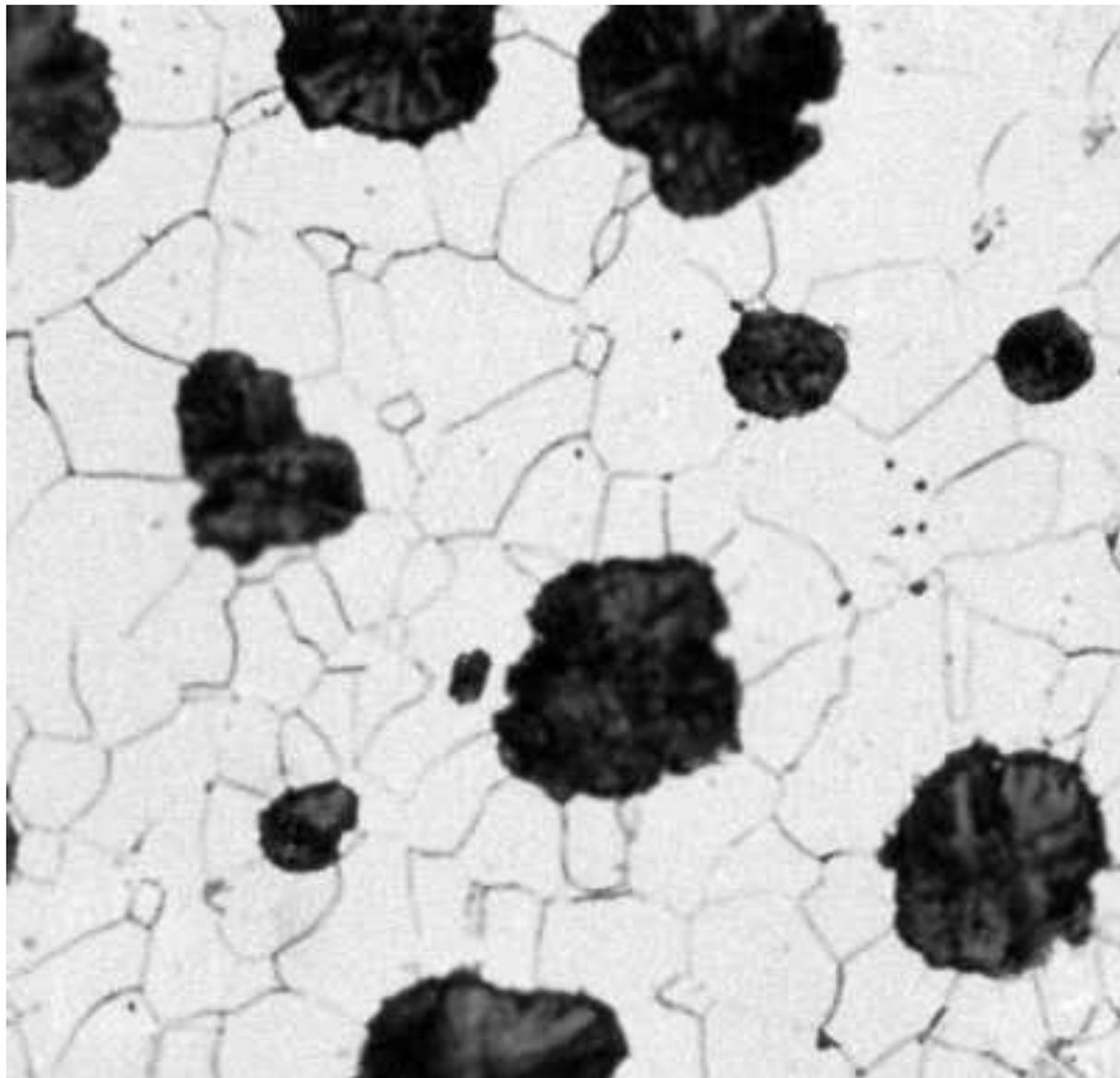
Практическая работа

Вариант 2



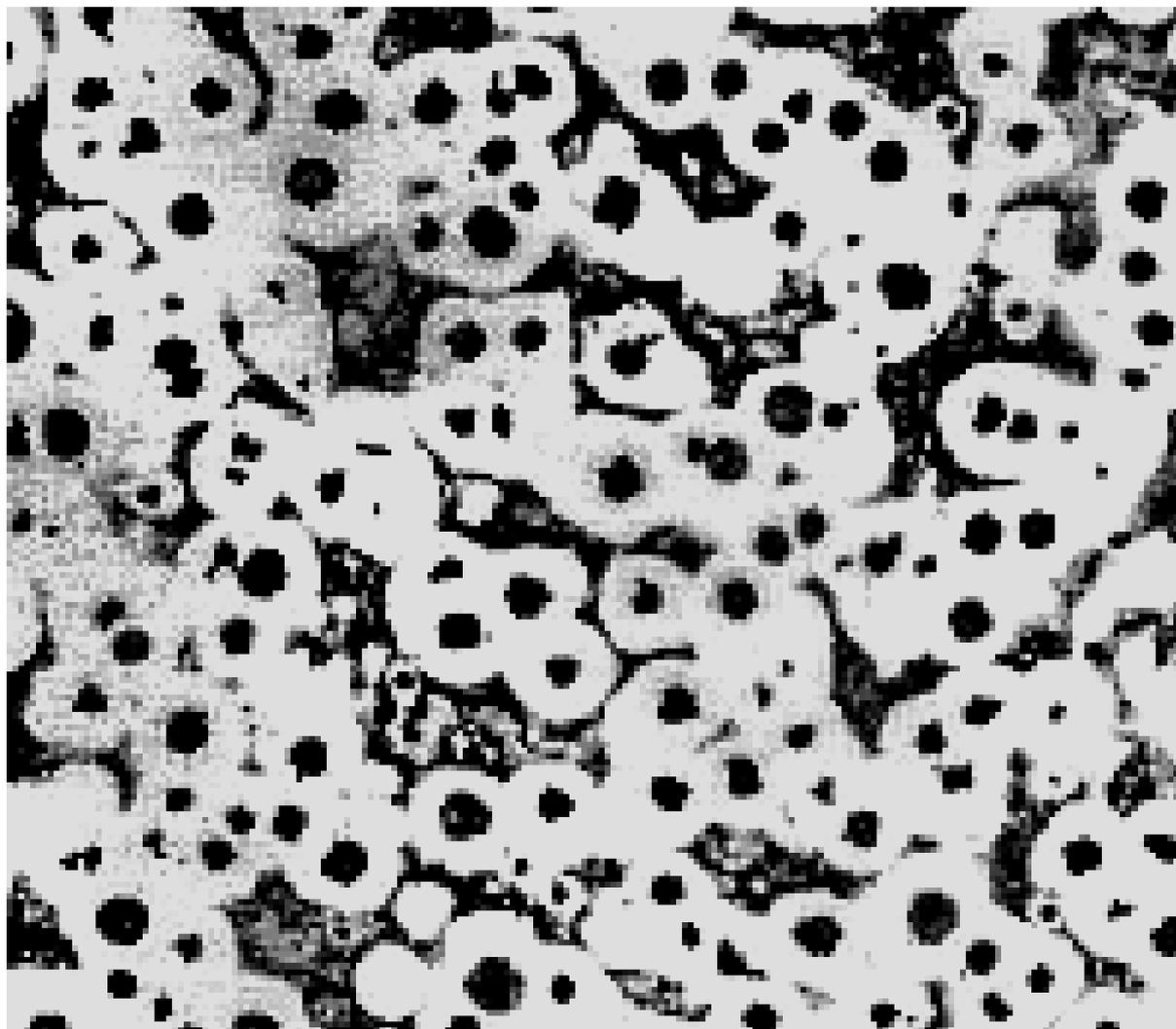
Практическая работа

Вариант 3



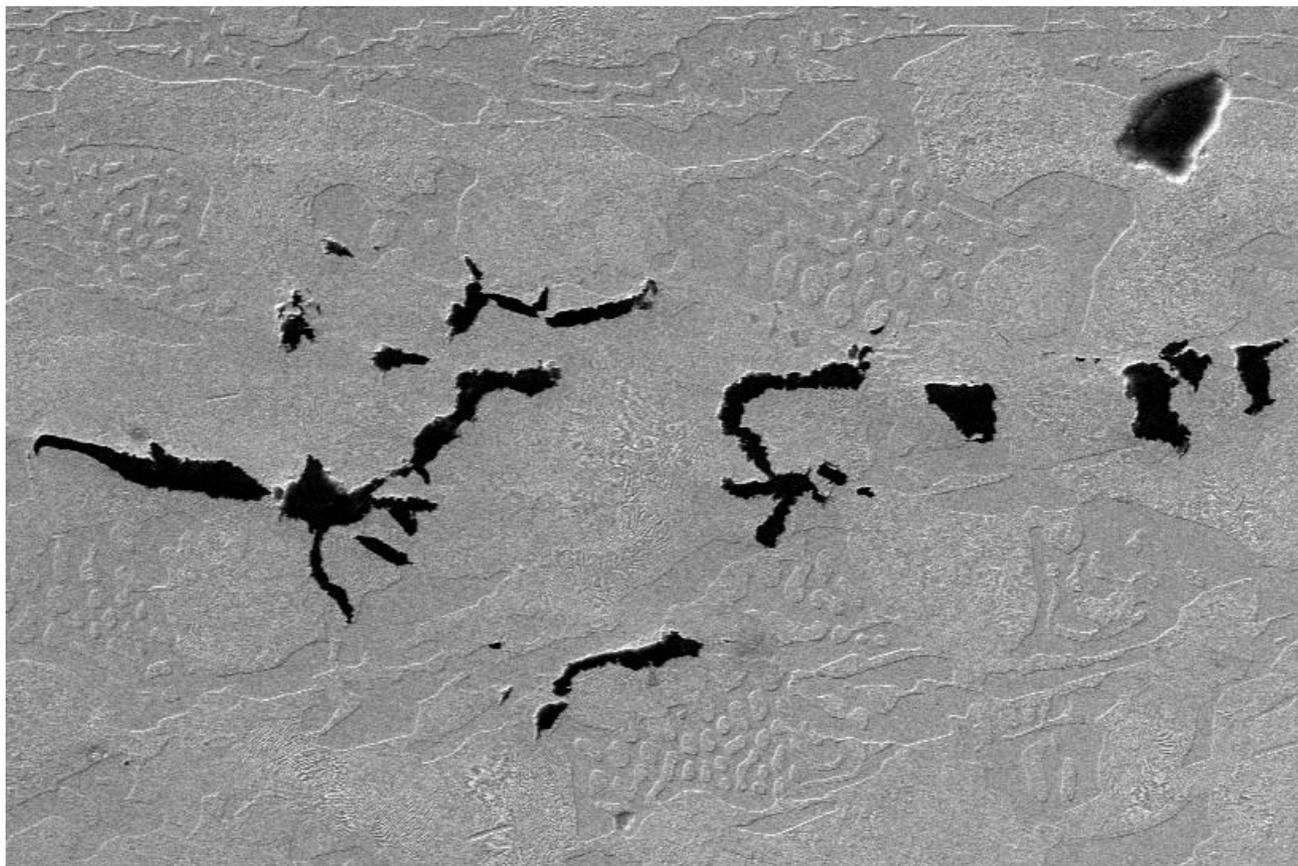
Практическая работа

Вариант 4



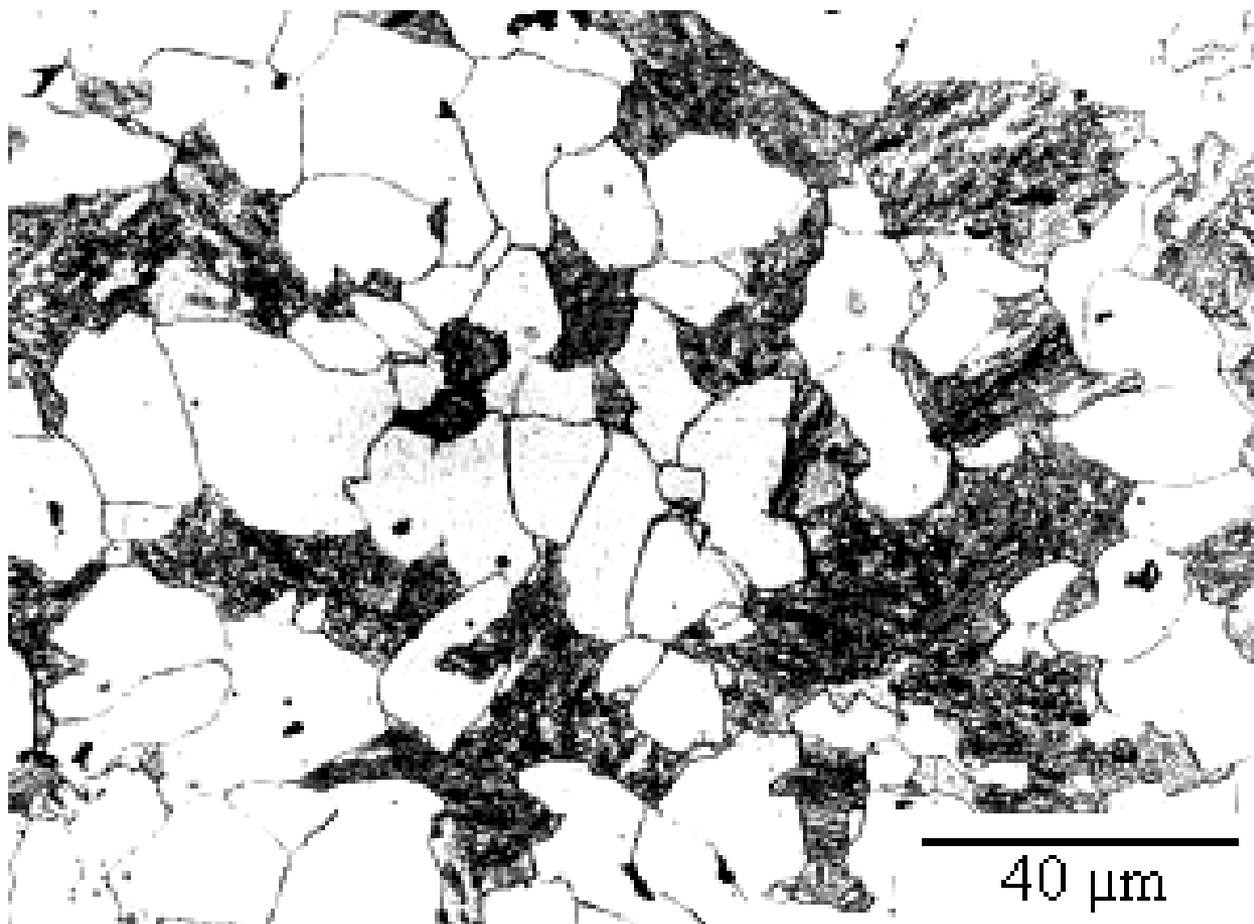
Практическая работа

Вариант 5



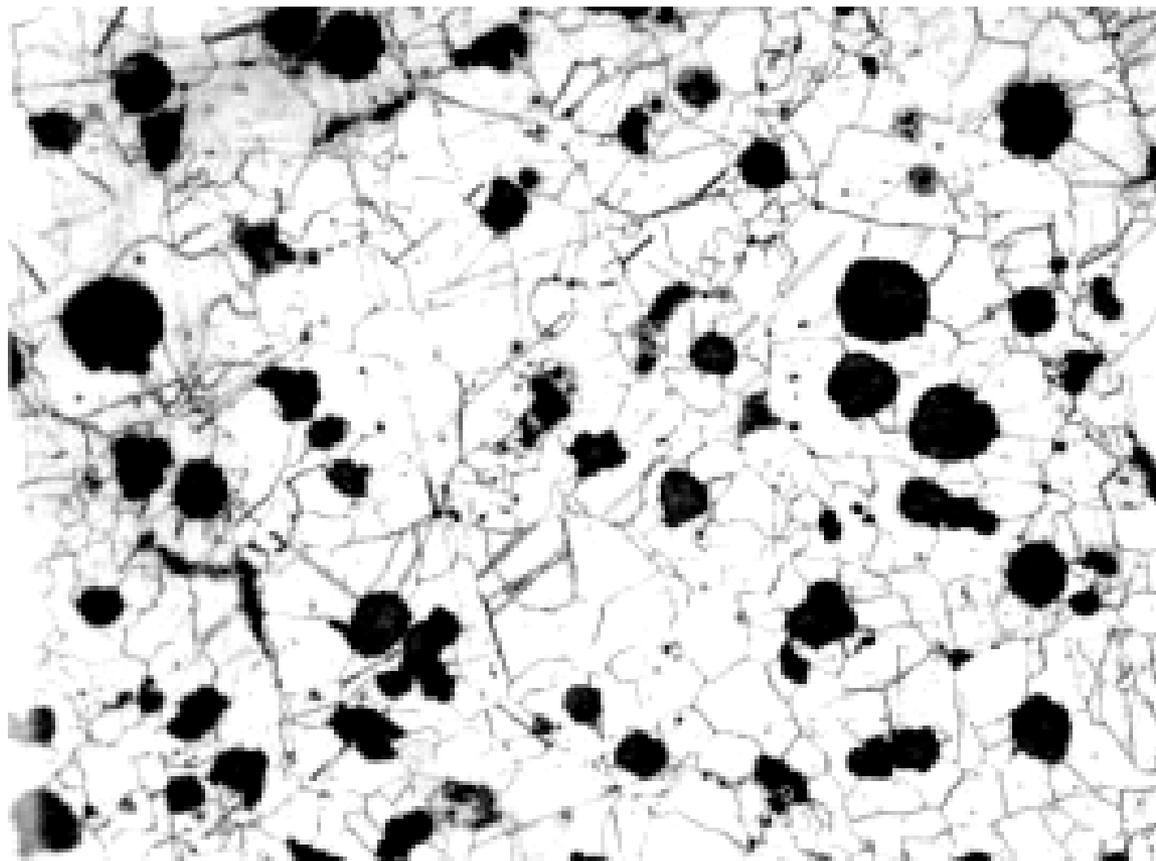
Практическая работа

Вариант 6



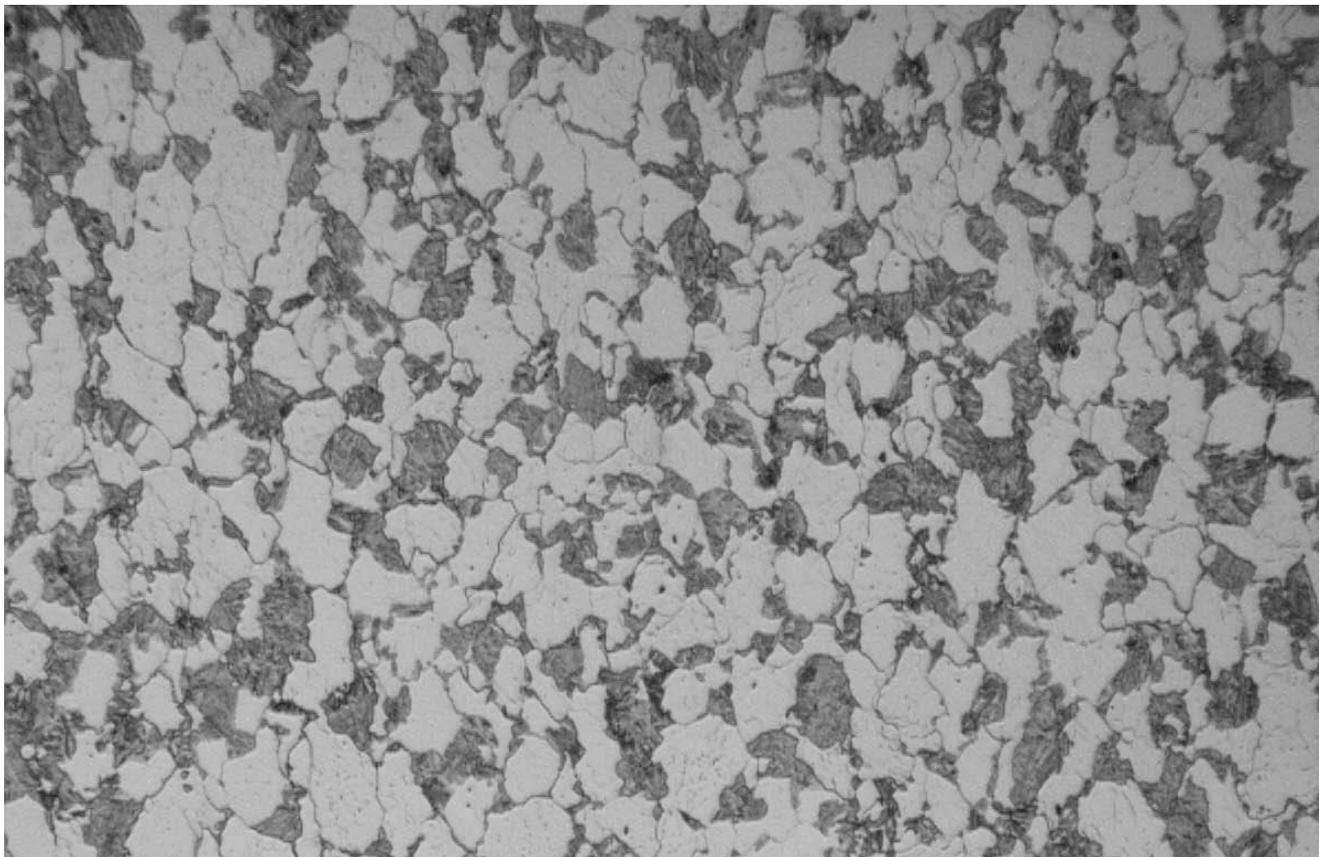
Практическая работа

Вариант 7



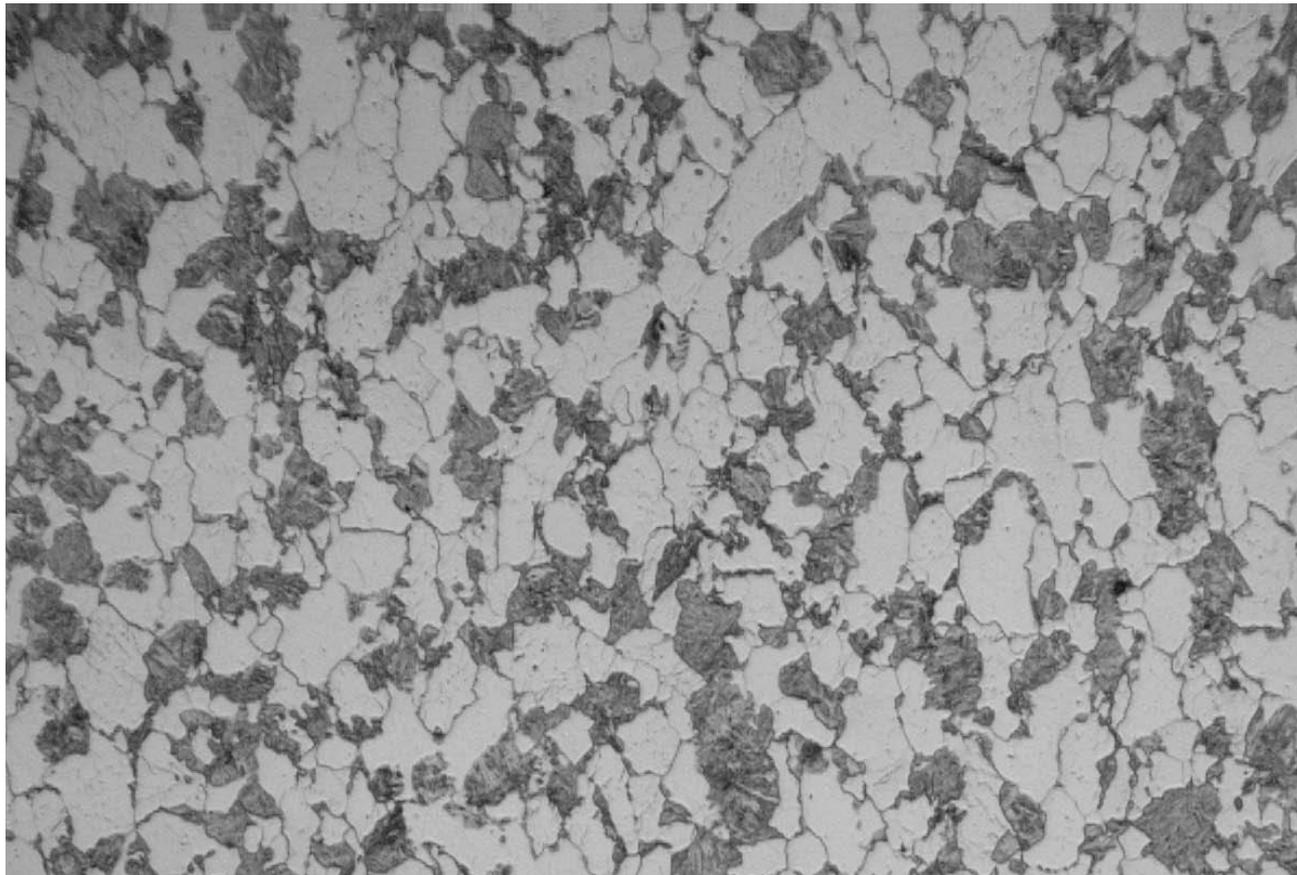
Практическая работа

Вариант 8



Практическая работа

Вариант 9



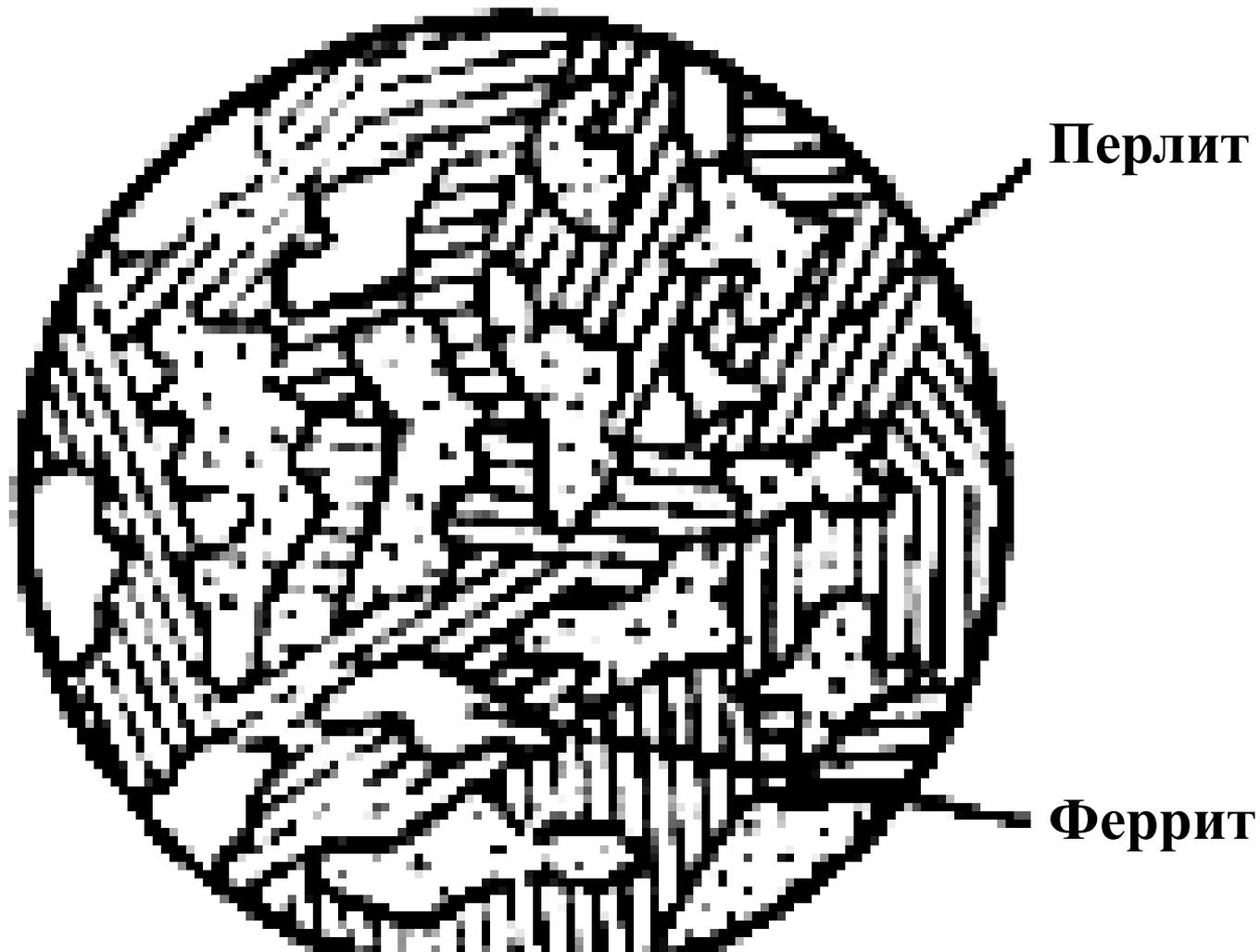
Практическая работа

Вариант 10



Практическая работа

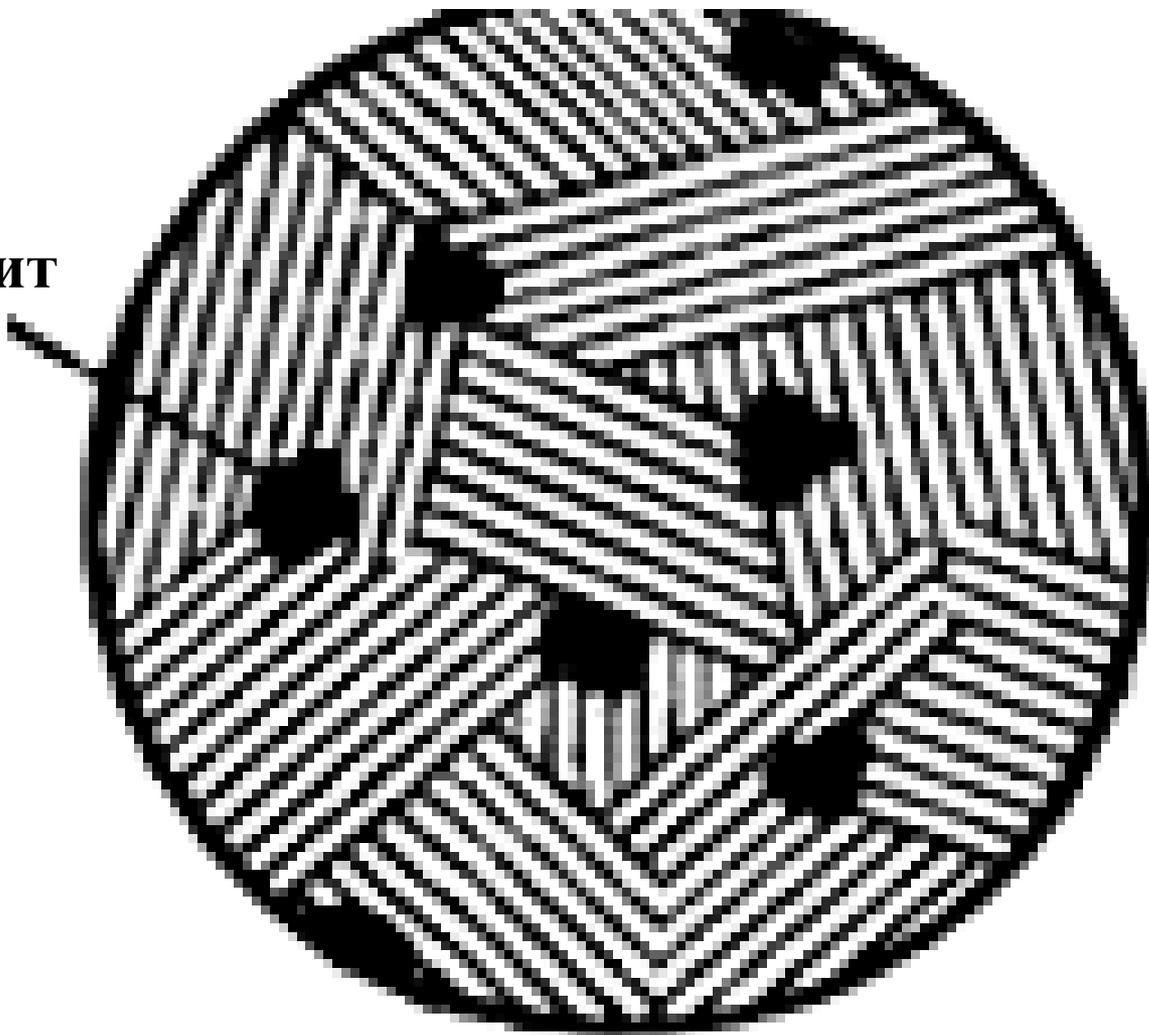
Вариант 11



Практическая работа

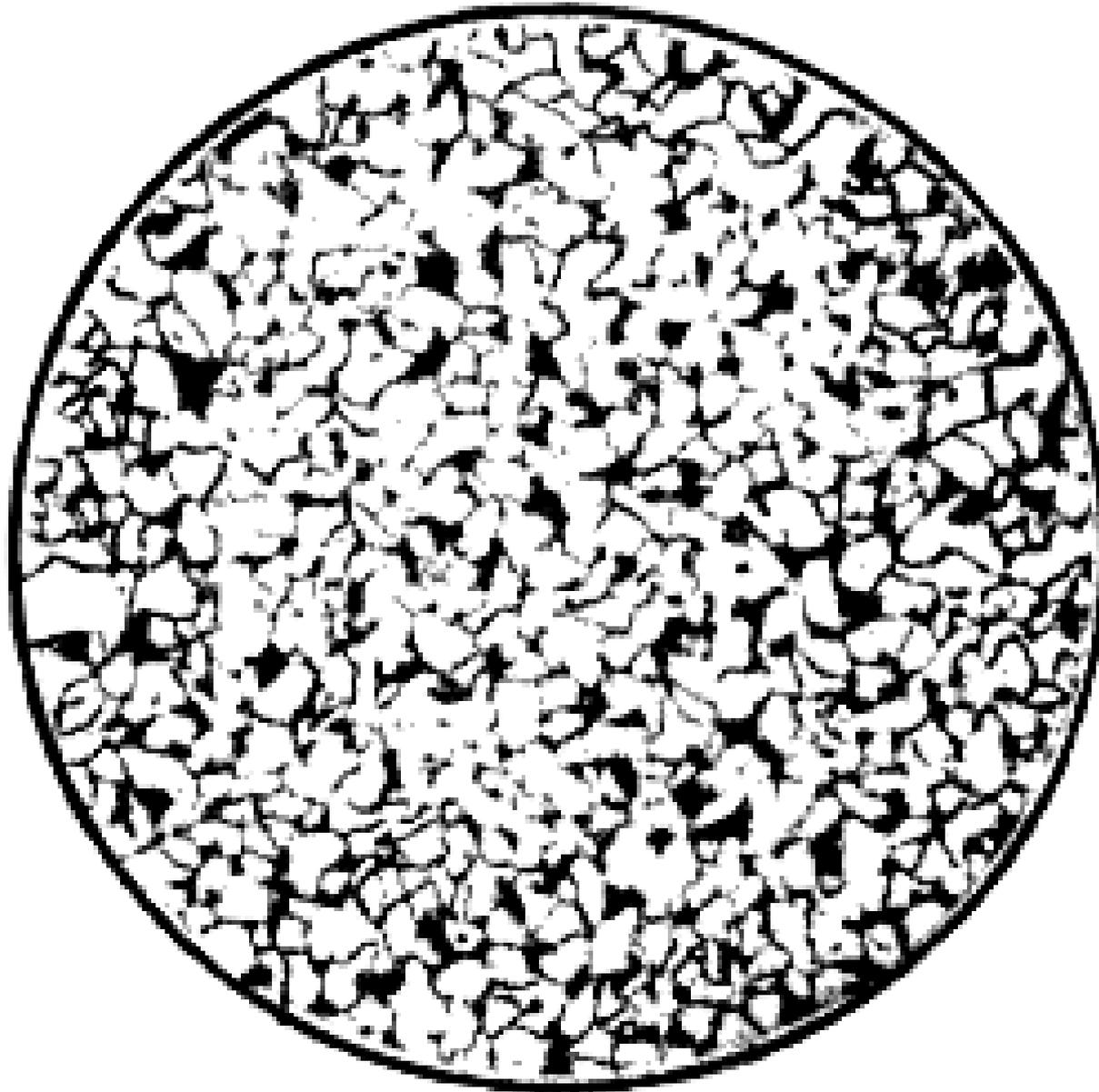
Вариант 12

Феррит



Практическая работа

Вариант 13



Практическая работа

Вариант 14

