

Лабораторная работа 4

Определение степени дисперсности пластинчатого перлита методами электронной микроскопии тонких фольг

Томск – 2012

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.
- 6. Тушинский Л.И., Батаев А.А., Тихомирова Л.Б. Структура перлита и конструктивная прочность стали. – Новосибирск: Наука, 1993. – 280 с.

Цель работы

Ознакомление с особенностями определения степени дисперсности пластинчатого перлита при исследовании стали методами просвечивающей электронной микроскопии.

Задачи работы

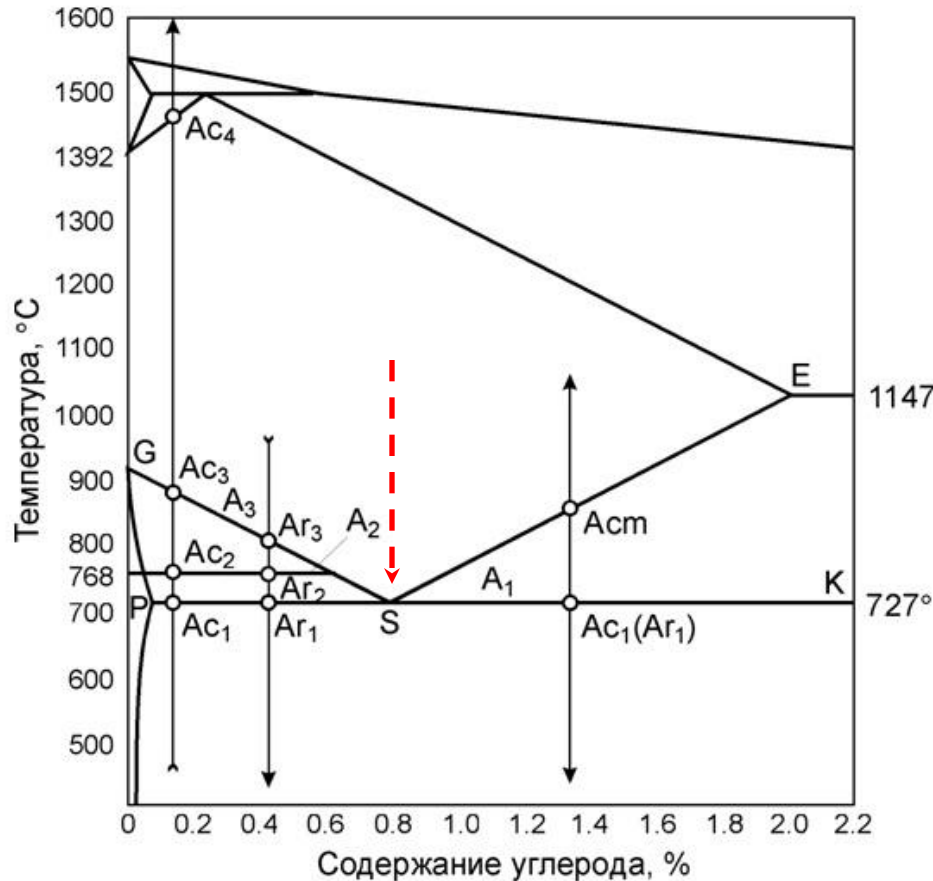
1. Ознакомиться с особенностями определения степени дисперсности пластинчатого перлита при электронно-микроскопическом исследовании стали;
2. Определить структурные характеристики пластинчатого перлита.

Вид отчетности:

Сдать реферат и отчет на тему:

Определение степени дисперсности пластинчатого перлита методами электронной микроскопии тонких фольг.

Перлитное превращение в сталях



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 перлита

В зависимости от формы цементита различают пластинчатый и зернистый перлит. Структура пластинчатого перлита представлена на рис. 1, структура зернистого перлита – на рис. 2.

Дисперсные разновидности пластинчатого перлита иногда называют сорбитом и трооститом.

Таким образом, перлит, сорбит и троостит - это структуры с одинаковой природой превращения (феррит + цементит), продукты распада аустенита, отличающиеся степенью дисперсности феррита и цементита.

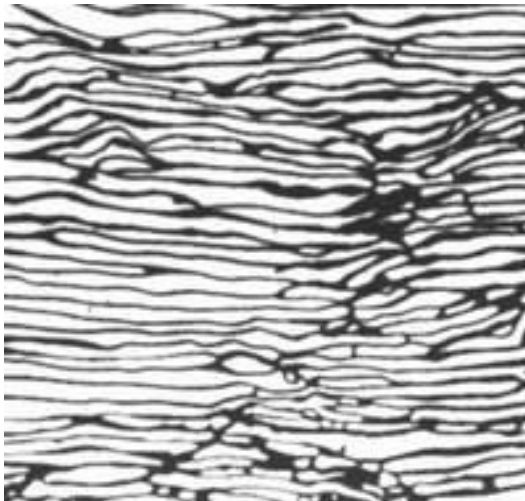


Рис. 1. Перлит пластинчатый

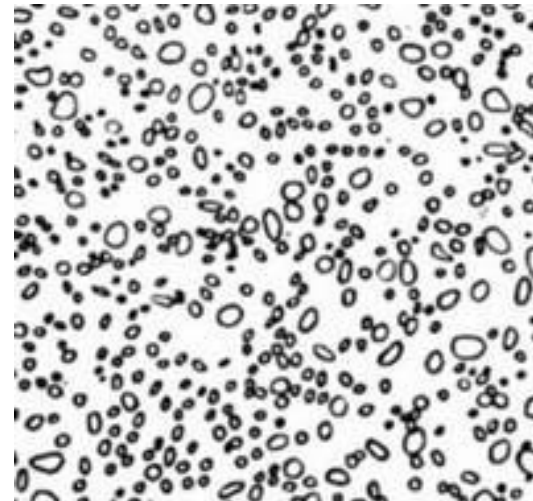


Рис. 2. Перлит зернистый

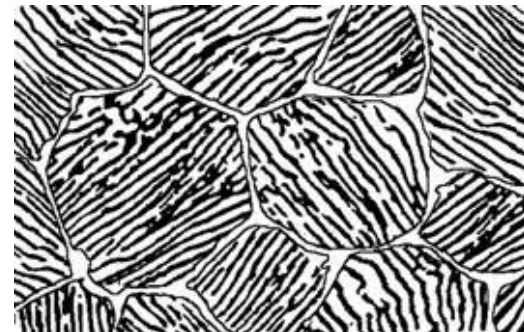
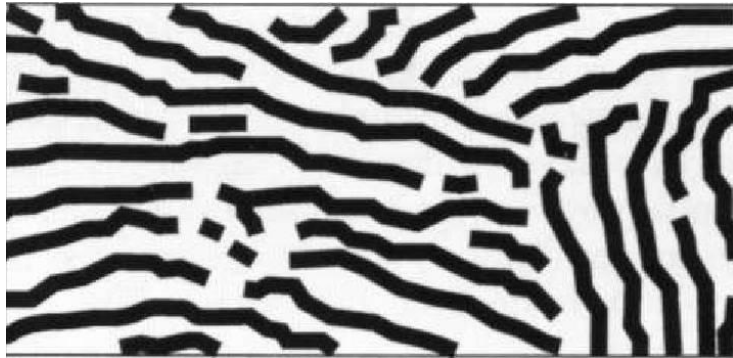
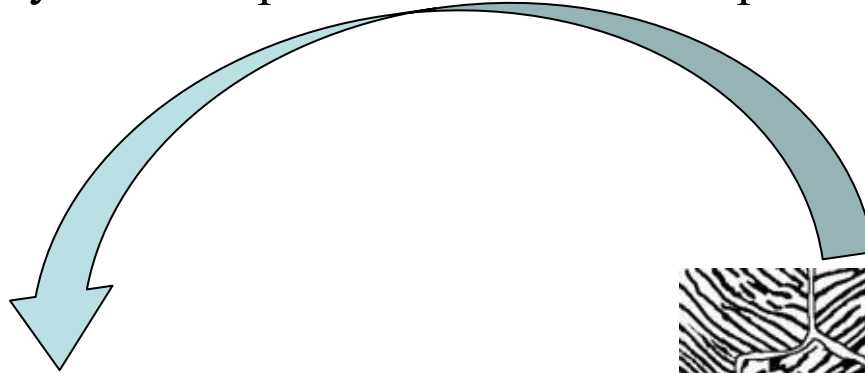
Структура перлита при исследовании стали методами металлографии

В пластинчатом перлите цементит находится в виде пластинок.

В зернистом перлите цементит находится в виде зёрнышек.

Однородный (гомогенный) аустенит всегда превращается в пластинчатый перлит.

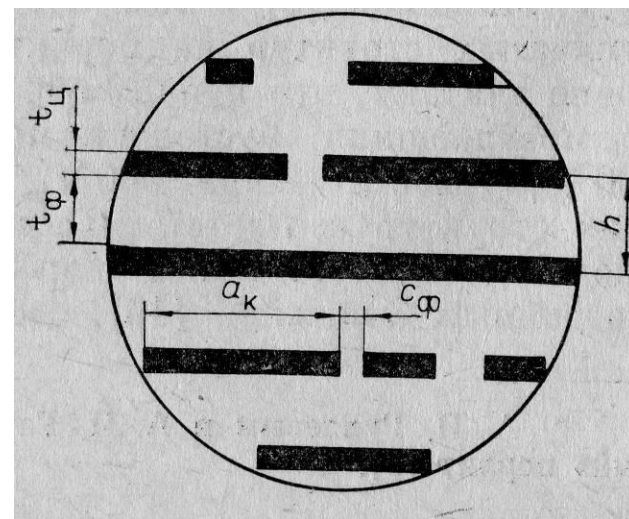
Неоднородный аустенит при всех степенях переохлаждения даёт зернистый перлит.



Особенности структуры пластинчатого перлита

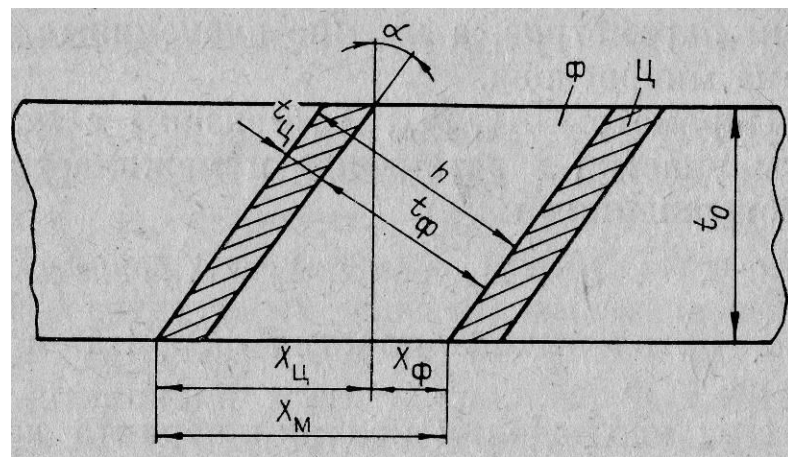
Электронно-микроскопические исследования структуры стали показывают, что довольно часто пластины цементита в перлите раздроблены. В этой связи М.Л. Бернштейн с сотрудниками в качестве дополнительных характеристик дисперсности феррито-карбидной смеси предложили ввести дополнительные параметры a_k и c_ϕ , соответствующие длине целой пластины цементита и длине перерыва («ферритного мостика») в направлении пластины (в плоскости шлифа) (рис. 1).

Рис.1. Параметры, характеризующие дисперсность феррита и цементита в пластинчатом перлите; a_k — длина карбида; c_ϕ — ширина ферритного мостика; $t_{ц}$ — толщина цементитной пластины; t_ϕ — толщина ферритной пластины; h — межпластинчатое расстояние.



На рис. 2 приведена схема расположения элементов структуры пластинчатого перлита в поперечном сечении просвечиваемой электронным пучком фольги толщиной t_0 . Параметры $X_{ц}$, $X_{ф}$, $X_{м}$ на указанной схеме соответствуют величинам проекций толщин цементитных, ферритных пластин и межпластинчатого расстояния на плоскость экрана микроскопа. Определение этих параметров обычно не вызывает проблем. Измерение значений $X_{ц}$, $X_{ф}$, $X_{м}$ производят на электронно-микроскопических снимках при увеличении 30... 50 тыс. крат. При определении средних значений указанных параметров выполняют соответствующие измерения в десятках и сотнях колоний.

Рис. 2. Схема расположения элементов структуры перлита в тонкой фольге стали; Ф – феррит; Ц – цементит.



Довольно часто в качестве характеристик дисперсности феррито-цементитной смеси пользуются не действительными значениями параметров, а именно значениями их проекций на плоскость экрана микроскопа ($X_{ц}$, $X_{ф}$, $X_{м}$). Параметры $X_{ц}$, $X_{ф}$, $X_{м}$ связаны с истинными значениями толщины пластин в перлите и межпластинчатого расстояния $t_{ц}$, $t_{ф}$, h соотношениями:

$$t_{ц} = X_{ц} \cdot \cos \alpha, \quad t_{ф} = X_{ф} \cdot \cos \alpha, \quad h = X_{м} \cdot \cos \alpha,$$

где α - угол выхода пластин феррита и цементита на плоскость фольги. При наблюдении колонии перлита на экране микроскопа (или на снимке) проекция пластины цементита увеличена на величину «тени» от пластины феррита, появление которой связано с наклоном пластин к плоскости фольги. Проекция ферритной составляющей на экране уменьшена на величину «тени» от цементитной пластины. В соответствии со сказанным истинные значения толщины цементитных и ферритных пластин, а также межпластинчатого расстояния могут быть определены из соотношений:

$$t_{\text{ц}} = (X_{\text{ц}} - t_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha, \quad t_{\text{ф}} = (X_{\text{ф}} + t_0 \cdot \operatorname{tg} \alpha) \cos \alpha,$$

$$h = X_{\text{м}} \cdot \cos \alpha.$$

Неизвестными величинами в этих уравнениях являются толщина фольги t_0 и угол наклона пластин к плоскости фольги α . Определение этих параметров при электронно-микроскопических исследованиях представляет сложную задачу.

Выполненные многочисленные исследования показали, что для стали, содержащей 0,8% С, соотношение толщин пластин цементита и феррита равно 1 : 7,55. Исходя из этого факта было показано, что $t_{\text{ф}} = 0,885h$, $t_{\text{ц}} = 0,115h$. При установлении этих зависимостей не учитывались различия в плотности аустенита, феррита и цементита ($\rho_{\text{ф}} = 7,874 \text{ г/см}^3$, $\rho_{\text{ц}} = 7,662 \text{ г/см}^3$). Зависимости, полученные с учетом плотности структурных составляющих, имеют вид $t_{\text{ф}} = 0,877 h$, $t_{\text{ц}} = 0,123 h$.

В квазиэвтектоиде соотношение толщин пластин цементита и феррита может отличаться от 1:7,55. Это соотношение зависит от содержания в стали углерода, т.е. от объемной доли цементита. Для определения толщины цементитных пластин в квазиэвтектоидной структуре рекомендуется использовать зависимость следующего вида:

$$t_{\text{ц}} = \frac{1,03f}{1-f} \cdot h,$$

где f — объемная доля цементита.

При наличии в цементитных пластинах доэвтектоидной стали со структурой квазиэвтектоида большого количества разрывов («ферритных мостиков») должно наблюдаться отклонение от этого соотношения.

Контрольные вопросы

1. Перлит является продуктомраспада аустенита
-эвтектического;
-заэвтектического;
-эвтектоидного;
-перетектоидного.
2. В чем заключается отличие в изображении структуры пластинчатого перлита при исследовании стали методами металлографии и электронной микроскопии.
3. Перечислить дисперсные разновидности пластинчатого перлита, чем они различаются.
4. Перечислить условия, при которых аустенит превращается в пластинчатый перлит и в зернистый перлит.
5. Перечислить, от каких параметров структуры зависят свойства перлита.
6. Прочность какого типа перлита выше – пластинчатого или зернистого.
7. Пластичность какого типа перлита выше – пластинчатого или зернистого.
8. Как изменяется твердость пластинчатого перлита в зависимости от межпластинчатого расстояния.

Практическая работа

1. Используя электронно-микроскопическое изображение структуры пластинчатого перлита, провести измерения (5-10 измерений) и определить среднее значение

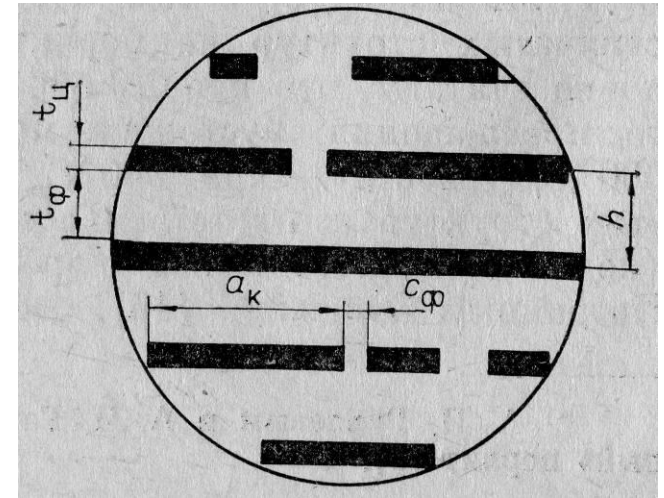
a_k – длины карбида;

c_ϕ – ширины ферритного мостика;

t_ψ – толщины цементитной пластины;

t_ϕ – толщины ферритной пластины;

h – межпластинчатого расстояния;



2. Используя полученное в работе №5 значение концентрации углерода в стали по диаграмме состояния Fe-C оценить величину объемной доли цементита f ($f = 15\Delta C$).

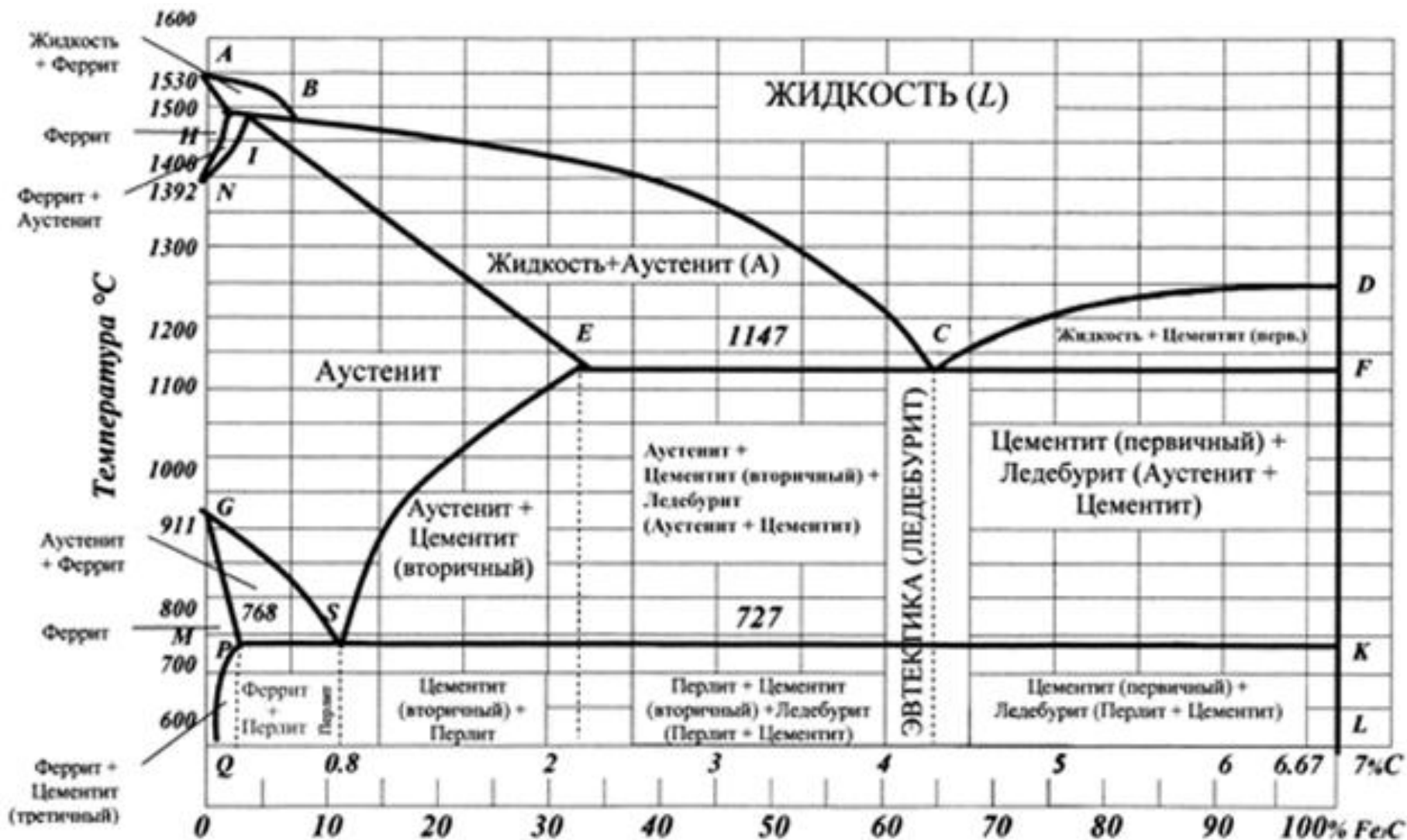


Диаграмма состояния железо - углерод

3. По определенным значениям величин f и h , рассчитать величину $t_{ц}^*$ по соотношению

$$t_{ц}^* = \frac{1,03f}{1-f} h$$

4. Рассчитать величину $t_{ф}^* = h - t_{ц}^*$

5. Полученные результаты занести в таблицу.

$a_{к}, \text{ нм}$	$c_{ф}, \text{ нм}$	$t_{ц}, \text{ нм}$	$t_{ф}, \text{ нм}$	$h, \text{ нм}$	$\Delta C, \text{ вес.}\%$	$f, \%$	$t_{ц}^*, \text{ нм}$	$t_{ф}^*, \text{ нм}$

Практическая работа

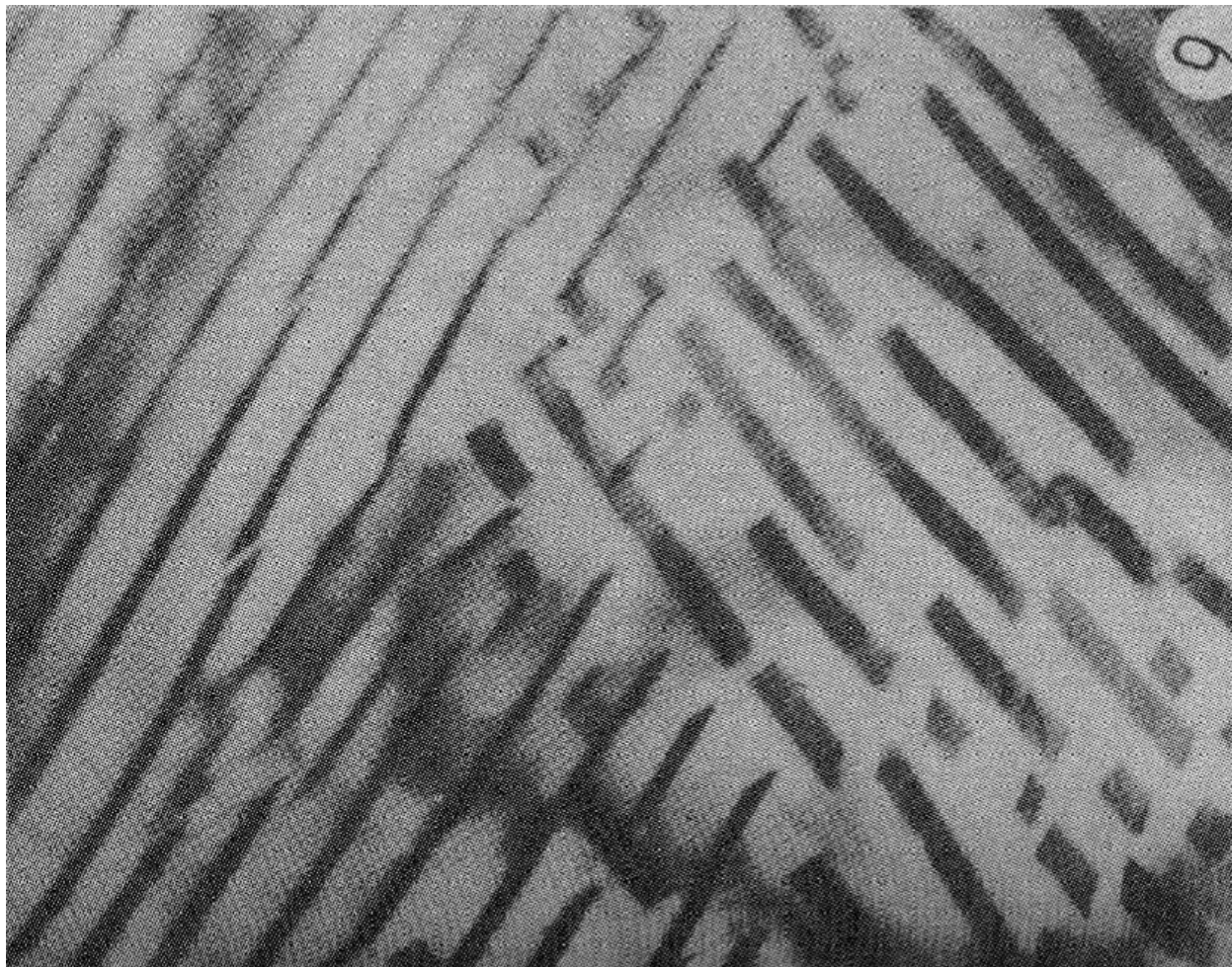
Вариант 1



0,5 мкм

Практическая работа

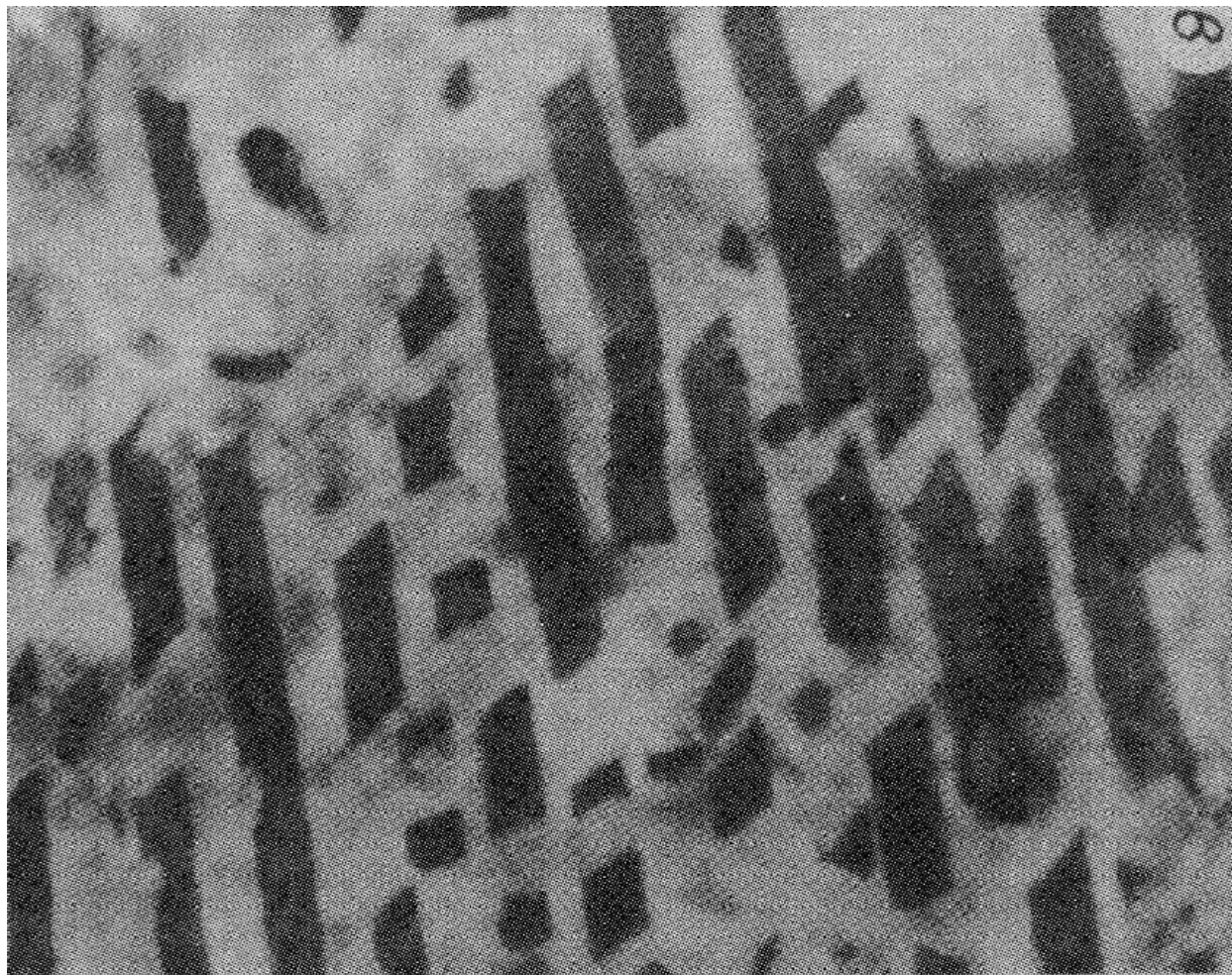
Вариант 2



0,5 мкм

Практическая работа

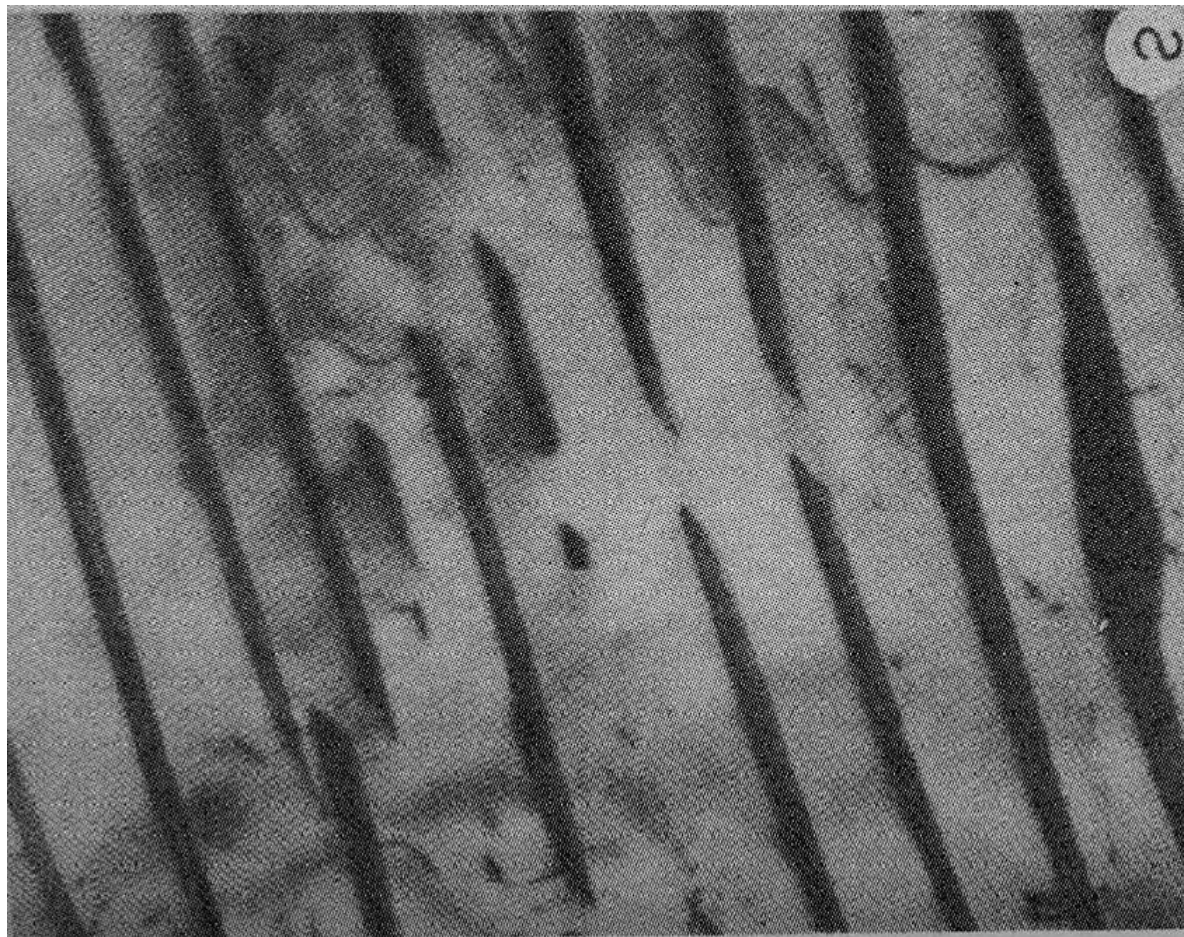
Вариант 3



0,4 мкм

Практическая работа

Вариант 4



0,3 мкм

Практическая работа

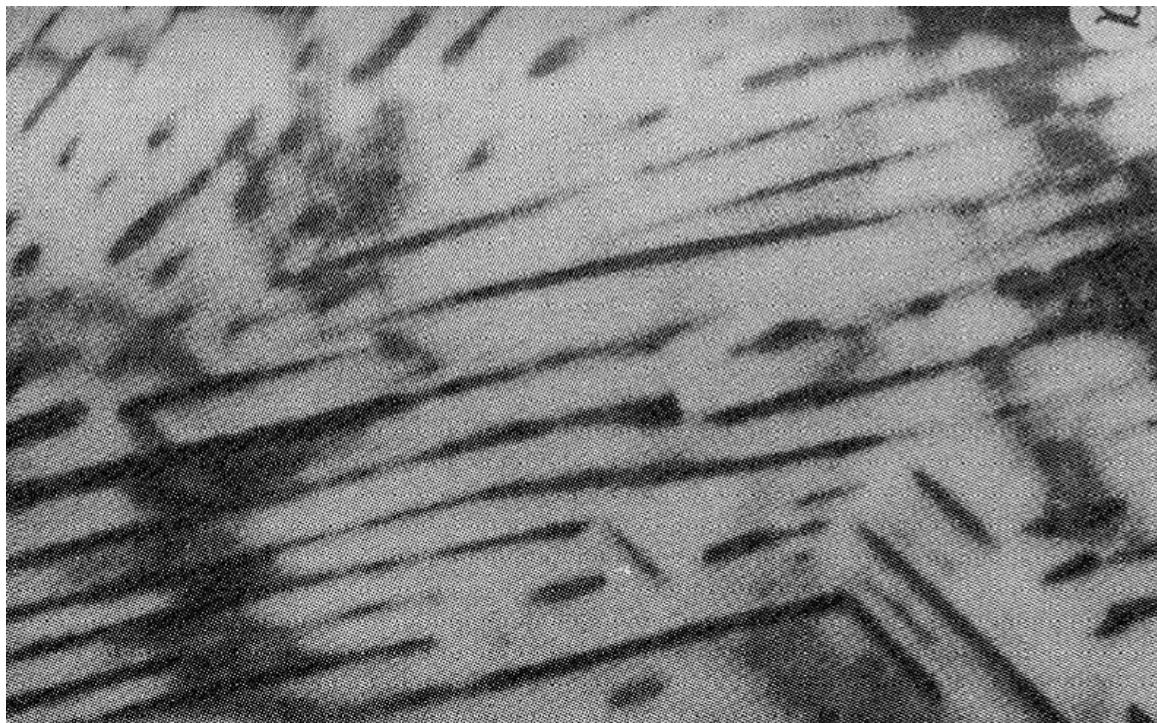
Вариант 5



150 нм

Практическая работа

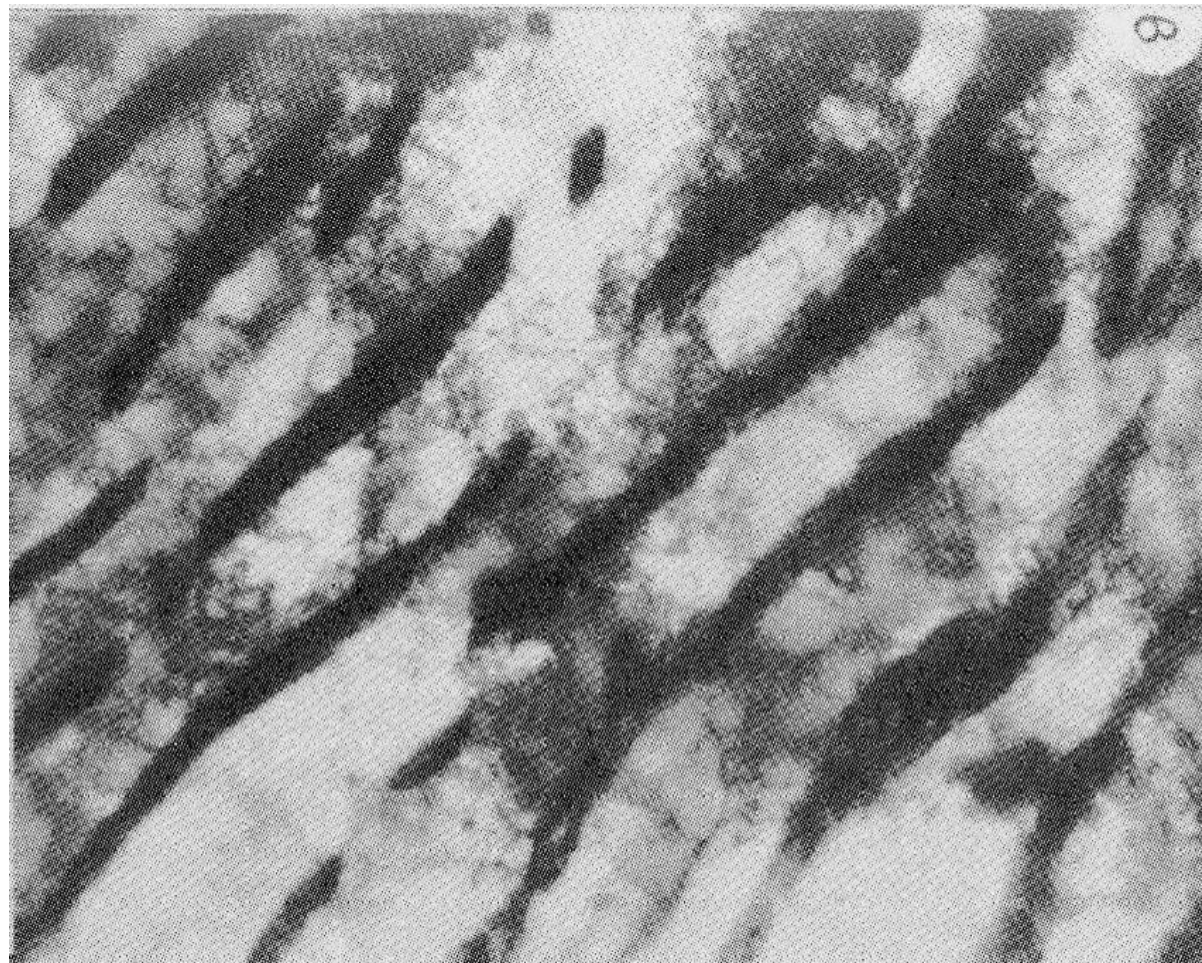
Вариант 6



300 нм

Практическая работа

Вариант 7



300 нм

Практическая работа

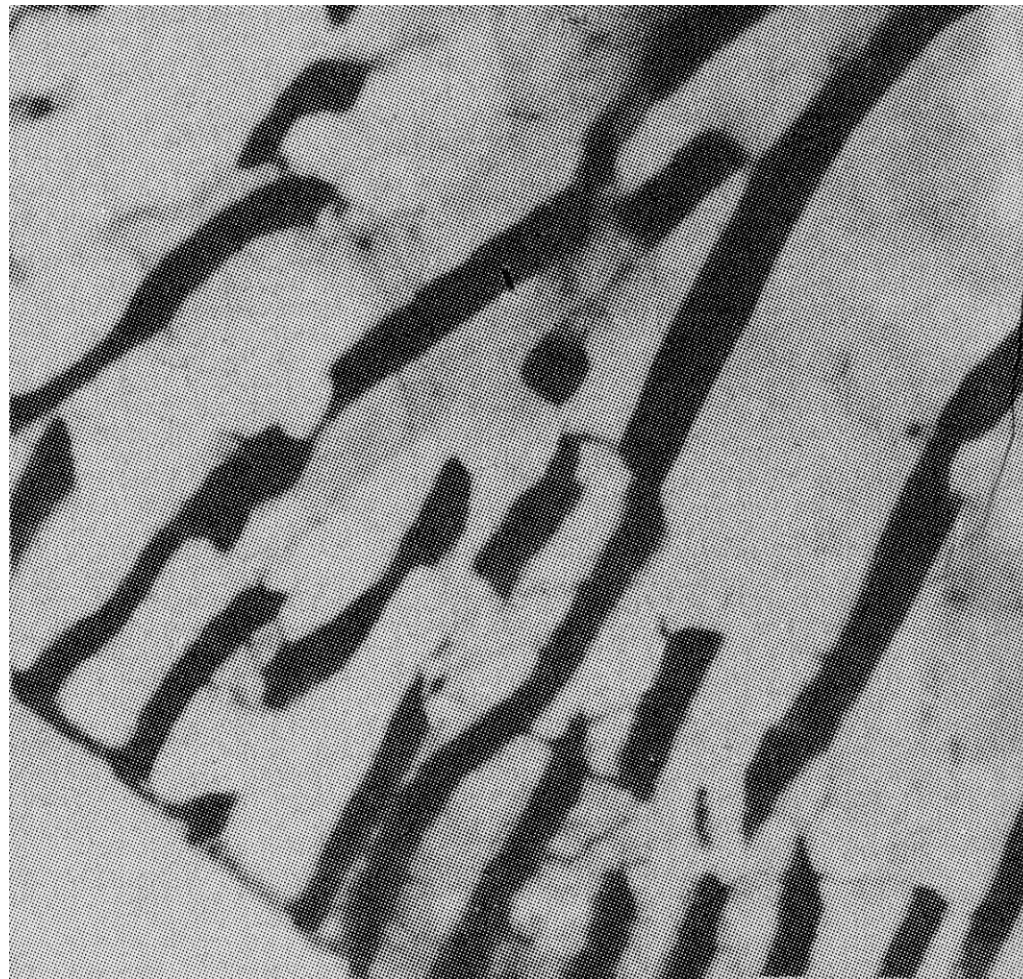
Вариант 8



200 нм

Практическая работа

Вариант 9



200 нм

Практическая работа

Вариант 10

