

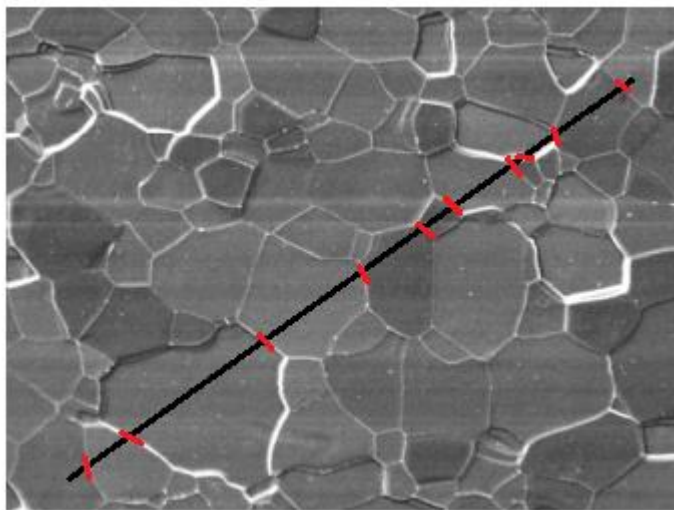
Практическое занятие №7

Применение SciLab в научных исследованиях

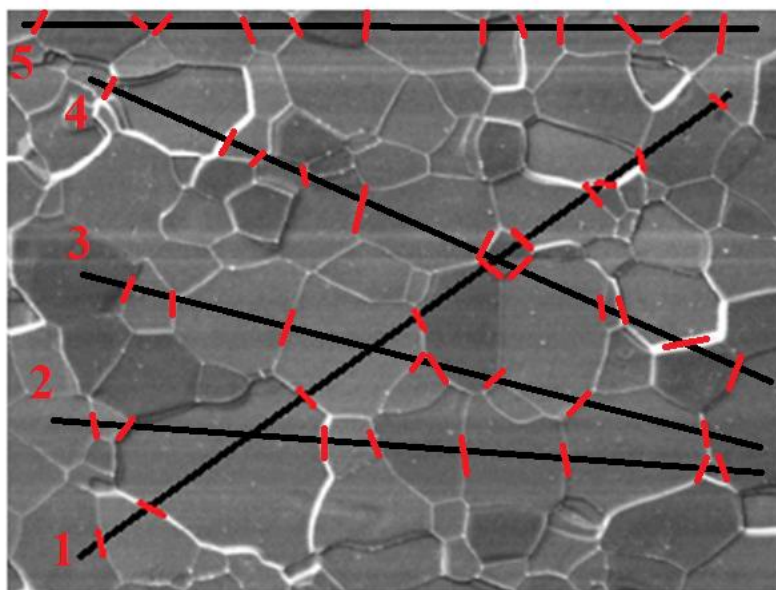
Внимание! Варианты заданий на 7 практическую работу приведены в конце.

Задача 1. Определение среднего размера зерна методом секущих.

Рассмотрим участок шлифа, по которому необходимо определить средний размер зерен в структуре.



На фотографии структуры проводят в разных направлениях несколько прямых линий произвольной длины L_i (мм), которые заканчиваются на границах зерен. Каждая линия должна пересекать не менее 8 зерен. В противном случае длину линии увеличивают. Для примера проведем 5 линий и обозначим их пересечение с границами зерен красными штрихами. Рядом с рисунком показан масштаб для того, чтобы далее определить средний размер зерен в нанометрах.



Увеличение 500 крат

Подсчитывают количество зерен n_i , пересекаемых каждой линией. Затем определяют суммарную натуральную длину отрезков $\sum L_i$ и суммарное число пересеченных зерен $\sum n_i$. При этом следует учесть масштаб.

Составим таблицу:

Номер линии	Длина, мм	$\sum L_i$, мм	M	n_i	$\sum n_i$
1	161	752	500	10	49
2	145			8	
3	143			8	
4	153			11	
5	150			12	

Условный диаметр зерна $d_{\text{усл}}$ – это частное от деления суммы отрезков $\sum L_i$ на суммарное число пересеченных зерен $\sum n_i$ с учетом увеличения снимка M.

Тогда в соответствии с вышеописанной методикой средний размер зерна будет равен:

$$d_{\text{усл}} = \sum L_i / M \sum n_i = 752 / 500 \cdot 49 = 0.0307 \text{ мм} = 30.7 \text{ мкм}$$

По таблице 3 определим среднюю величину зерна и запишем данные. В нашем варианте это зерно номер 7 со средней площадью зерна 0.001 мм^2 .

Таблица 3

**Таблица перевода номера зерна в другие параметры
зеренной структуры**

Номер зерна	Средняя площадь зерна, мм^2	Среднее количество зерен на площади 1 мм^2	Среднее количество зерен в 1 мм^3	Средний диаметр зерна по расчету, мм	Средний условный диаметр зерна, мм
–3	1,024	1	1	1,00	0,875
–2	0,512	2	2,7	0,694	0,650
–1	0,256	4	8	0,500	0,444
0	0,128	8	21	0,352	0,313
1	0,064	16	64	0,250	0,222
2	0,032	32	179	0,177	0,157
3	0,016	64	512	0,125	0,111
4	0,008	128	1446	0,088	0,0788
5	0,004	256	4096	0,060	0,0553
6	0,002	512	1 1417	0,041	0,0391
7	0,001	1024	32768	0,031	0,0267
8	0,0005	2048	92160	0,022	0,0196
9	0,00025	4096	262144	0,015	0,0138
10	0,000125	8192	737280	0,012	0,0099
11	0,000062	16384	2097152	0,0079	0,0069
12	0,000031	32768	5930808	0,0056	0,0049
13	0,000016	65536	16777216	0,0039	0,0032
14	0,000008	131 072	47448064	0,0027	0,0023

Задача 2. Измерение среднего условного диаметра зерна подсчетом количества зерен, приходящихся на 1 мм^2 поверхности шлифа.

Определение проводят на матовом стекле камеры микроскопа или фотографии. При увеличении $100\times$ окружность диаметром $79,8 \text{ мм}$ имеет площадь $0,5 \text{ мм}^2$. Необходимо, чтобы на этой площади было не менее 50 зерен. Подсчет зерен проводят не менее чем по трем характерным участкам. Если количество зерен в одной окружности меньше 50, то подсчет ведут по большему числу участков. На каждом участке определяют количество целых зерен внутри окружности m_1 и количество зерен, перерезанных окружностью m_2 . Общее количество зерен на площади $0,5 \text{ мм}^2$ подсчитывают как:

для круга $m = m_1 + 0.5 \cdot m_2$

для прямоугольника или квадрата $m = m_1 + 0.5 \cdot m_2 - 1$.

В последнем случае в m не входят четыре угловых зерна, их принимают за одно зерно.

По результатам, полученным с разных участков, рассчитывают среднее арифметическое значение $m_{\text{ср}}$.

Среднюю площадь зерна $S_{\text{ср}}$ определяют по формуле:

$$S_{\text{ср}} = \frac{1}{m_{\text{ср}}}$$

Средний диаметр зерна d_m определяют по формуле:

$$d = \frac{1}{\sqrt{m_{\text{ср}}}}$$

Рассмотрим подсчет на примере шлифа:

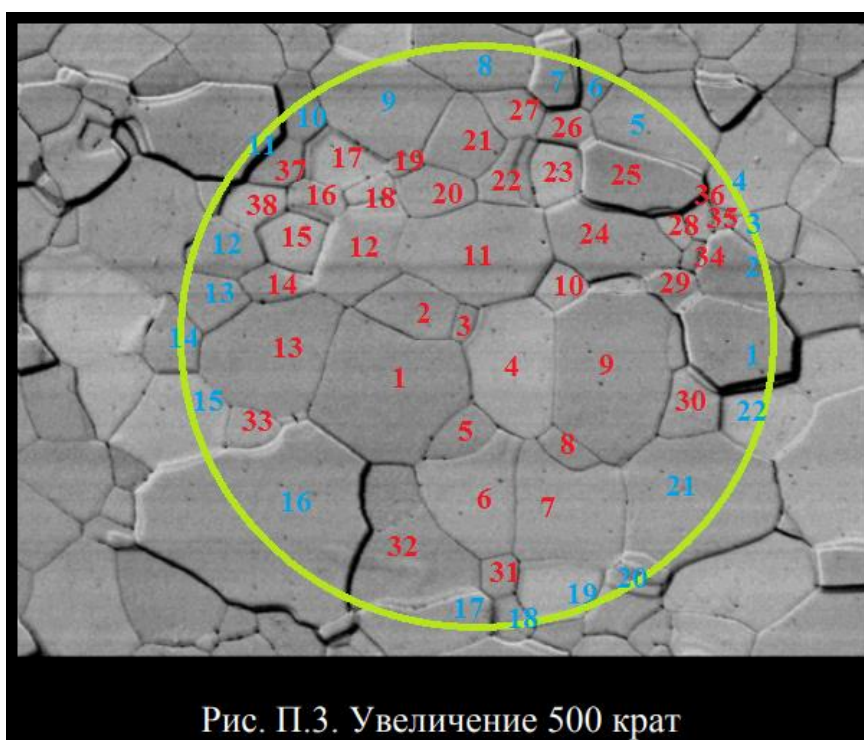


Рис. П.3. Увеличение 500 крат

1. Проведем сечение – окружность. Поскольку в реальных экспериментах вы будете следовать методике и будете рассматривать окружность площадью $0,5 \text{ мм}^2$, далее примем, что и в рассматриваемом примере площадь составляет $0,5 \text{ мм}^2$ не смотря на то, что в данном случае это будет зависеть от выбранного вами масштаба рисунка. Если в вашем варианте количество зерен в сечении намного меньше 50, проведите два сечения и сделайте осреднение.
2. Пронумеруем целые зерна (показаны красным цветом)
3. Пронумеруем срезанные сечением зерна (показаны синим цветом)

4. Напишем в программе SciLab соответствующие функции, которые затем можно было бы использовать для расчета любого шлифа. Листинги привести в отчете.
5. Внесем данные в таблицу

Для этого задания выберите ваш вариант+1, то есть рассмотрите другую структуру.

Количество зерен: $m = 38 + 0.5 \cdot 22 = 49$

Поскольку в примере рассматривается только один срез, у нас отсутствует m_{cp} и мы принимаем $m_{cp} = m = 49$.

$$S_{cp} = \frac{1}{m_{cp}} = 1/49 = 0.02 \text{ мм}^2$$

$$d = 1/7 = 0.143 \text{ мм}$$

Определим номер зерна по таблице 3 исходя из среднего размера площади зерна и среднего диаметра зерна:

m_1	m_2	m	m_{cp}	$S_{cp}, \text{мм}^2$	$d, \text{мм}$	Номер зерна
38	22	49	49	0.0008	0.0056	3

Сравним результаты, полученные разными способами. Сделаем соответствующие выводы.

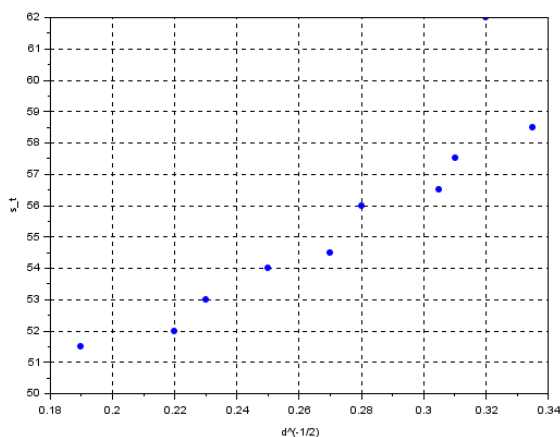
В отчете необходимо представить рисунки, аналогичные представленным в примере, а также все расчеты в виде листинга SciLab. Все параметры должны вычисляться как функции, заданные пользователем таким образом, чтобы любой другой пользователь SciLab мог ими воспользоваться и провести расчет на основе своих данных. На основании полученных данных заполнить таблицы по двум методам расчета среднего размера зерна.

Задача 3. Исследование зависимости напряжения течения σ_T от среднего размера зерна.

Представим, что аналогичным способом вы рассчитали структуры с разными размерами зерен и получили экспериментальные данные по зависимости напряжения течения материала от размера зерна.

d	27.7	20.66	18,9	16	13,72	12,75	10,75	10,4	9,76	8,91
σ_T	51.5	52	53	54	54.5	56	56.5	57.5	62	58.5

Построим график зависимости напряжения течения от *обратной величины квадратного корня среднего размера зерна* по полученным экспериментальным данным.

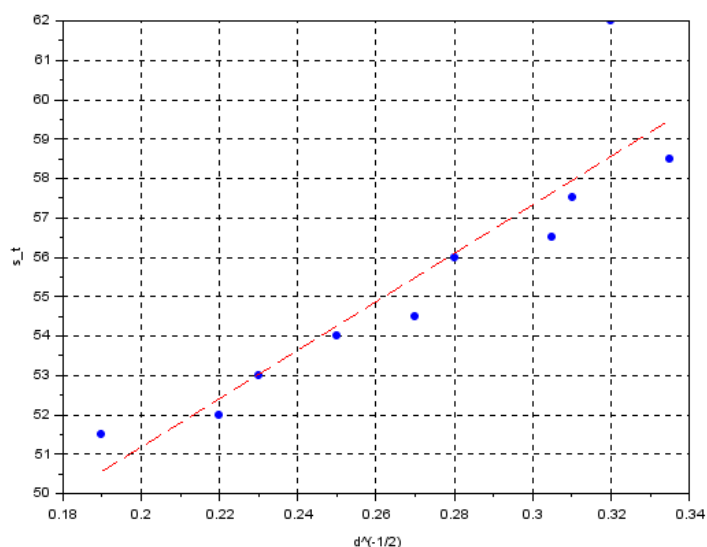


Зависимость напряжения течения от среднего размера зерна описывается выражением Холла-Петча:

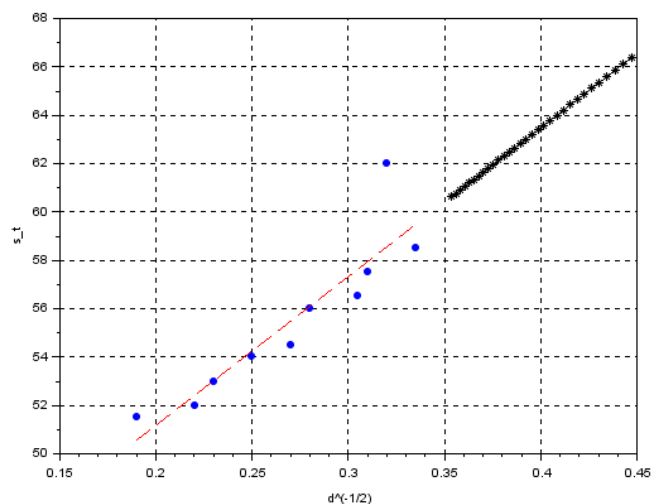
$$\sigma_T = \sigma_0 + Kd^{-1/2},$$

где σ_0 — некоторое напряжение трения, которое необходимо для скольжения дислокаций в монокристалле, а K — индивидуальная для каждого материала константа, также называемая «коэффициентом Холла-Петча».

Найдем коэффициенты уравнения с помощью функции **reglin**. Как воспользоваться данной функцией посмотрите в справочной информации в SciLab. Запишем выражение Холла-Петча $\sigma_T = 38.86 + 61.55 \cdot d^{-1/2}$ и построим зависимость.



Построим зависимость с полученными коэффициентами на участке $d = [8 \dots 5]$, т.е. проведем экстраполяцию:



Выполнив экстраполяцию значений зависимости напряжения течения от среднего размера зерна, можем сделать вывод, что с увеличением размера зерна величина напряжения течения будет расти и дальше согласно закону Хола-Петча.

Проведите расчет коэффициентов по данным согласно вашему варианту. **В отчете** приведите три графика, аналогичных представленным в примере, и выражение Хола-Петча с полученными коэффициентами. Не забудьте провести экстраполяцию на другом участке.

Варианты заданий к упражнениям 1 и 2:

1 Абдуллина Динара Рамиловна, Максиева Ляйсан Мансуровна

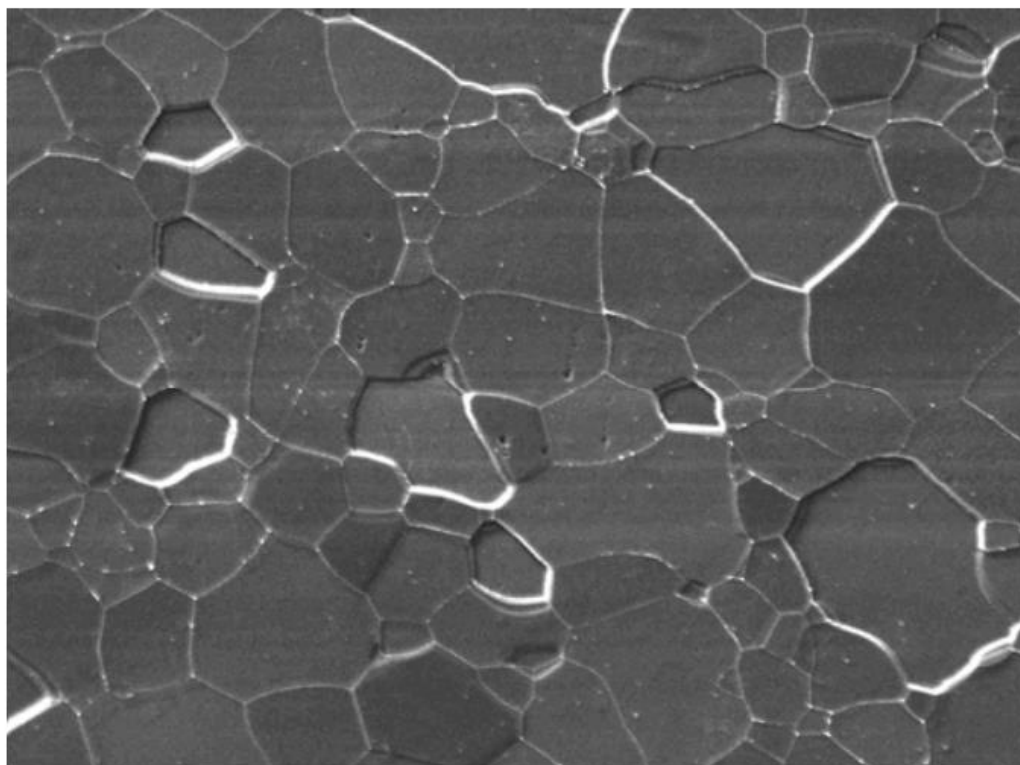


Рис. П.2. Увеличение 500 крат

2 Вагапов Шамиль Рамилевич

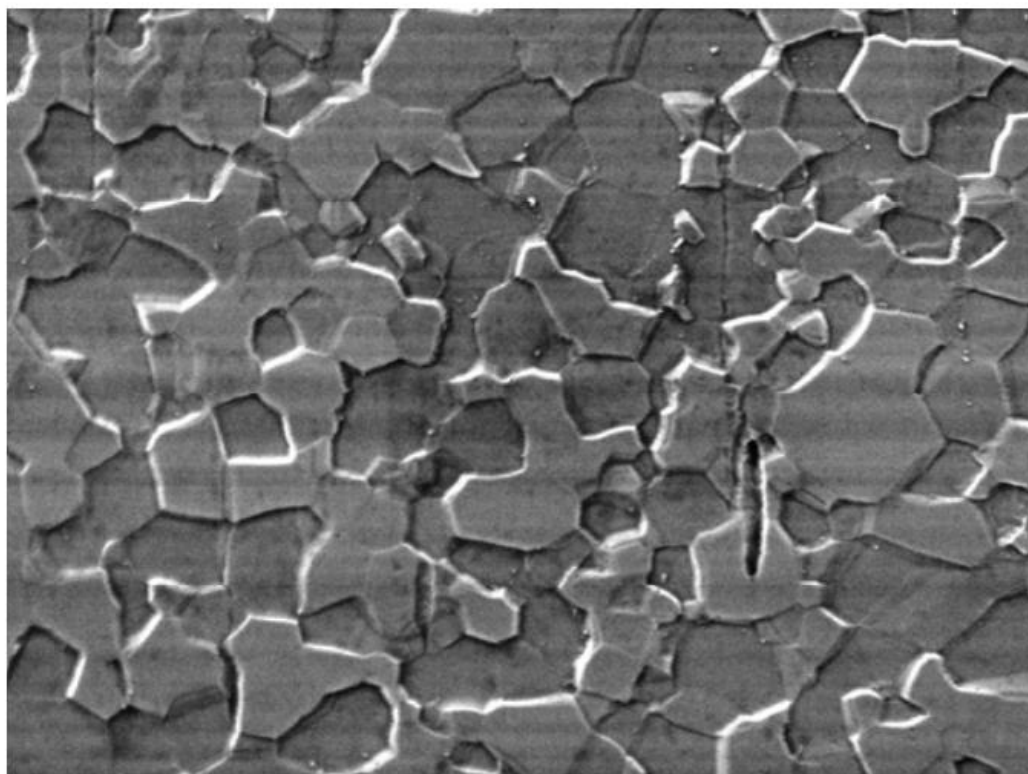


Рис. П.5. Увеличение 500 крат

3

Гайфуллин Руслан Юнусович, Зайнуллин Динар Рафисович

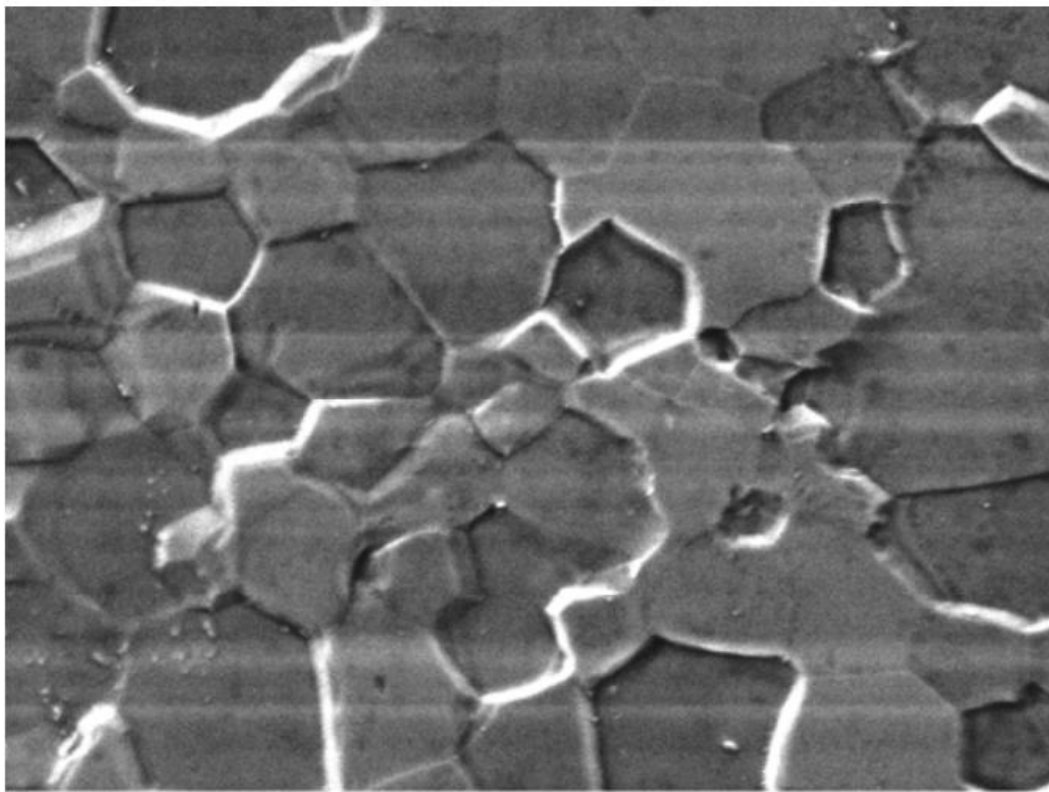


Рис. П.9. Увеличение 1000 крат

4

Иванов Егор Михайлович, Ягафарова Гульназ Ильдаровна

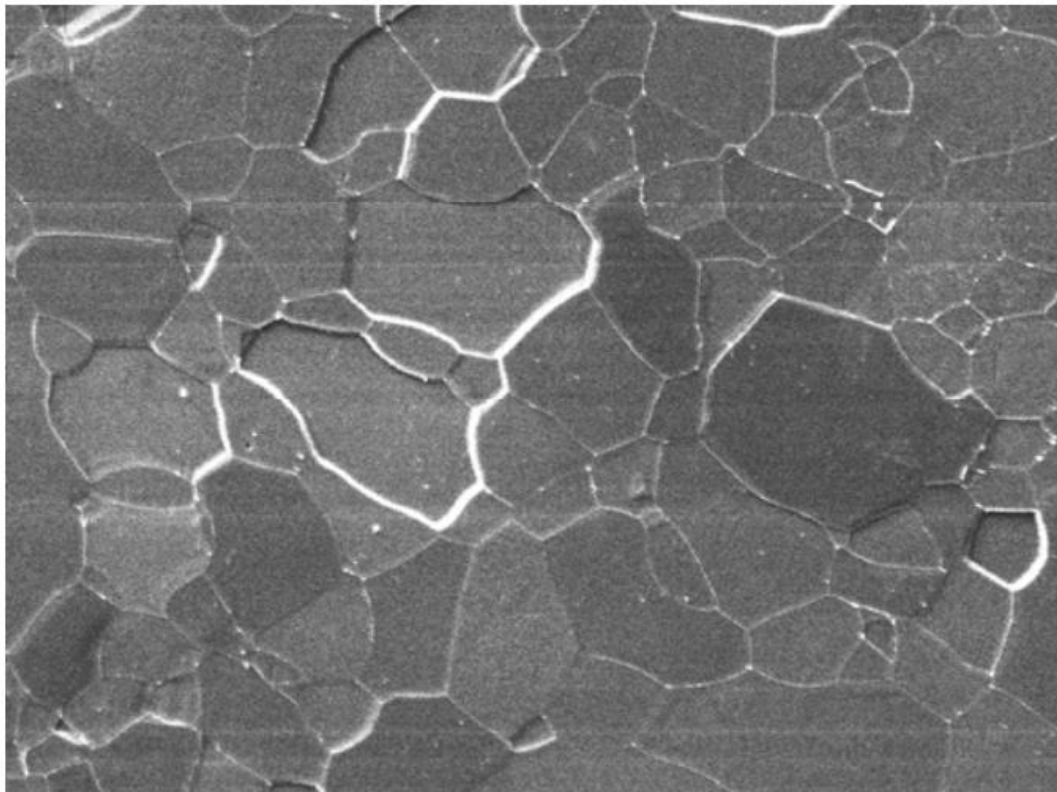


Рис. П.4. Увеличение 500 крат

5

Клявлинка Алсу Иргатовна, Сафина Лилия Ришатовна

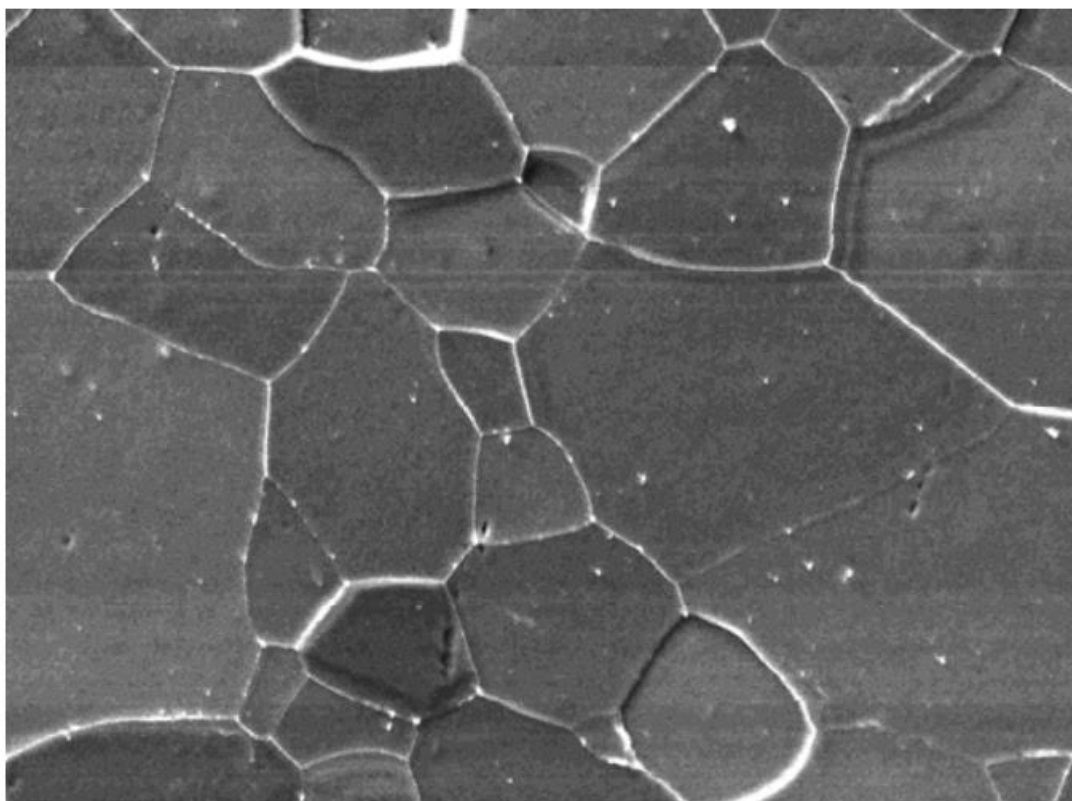


Рис. П.14. Увеличение 1000 крат

6

Юсупова Нелли Рафисовна, Субхангулова Алия Маратовна

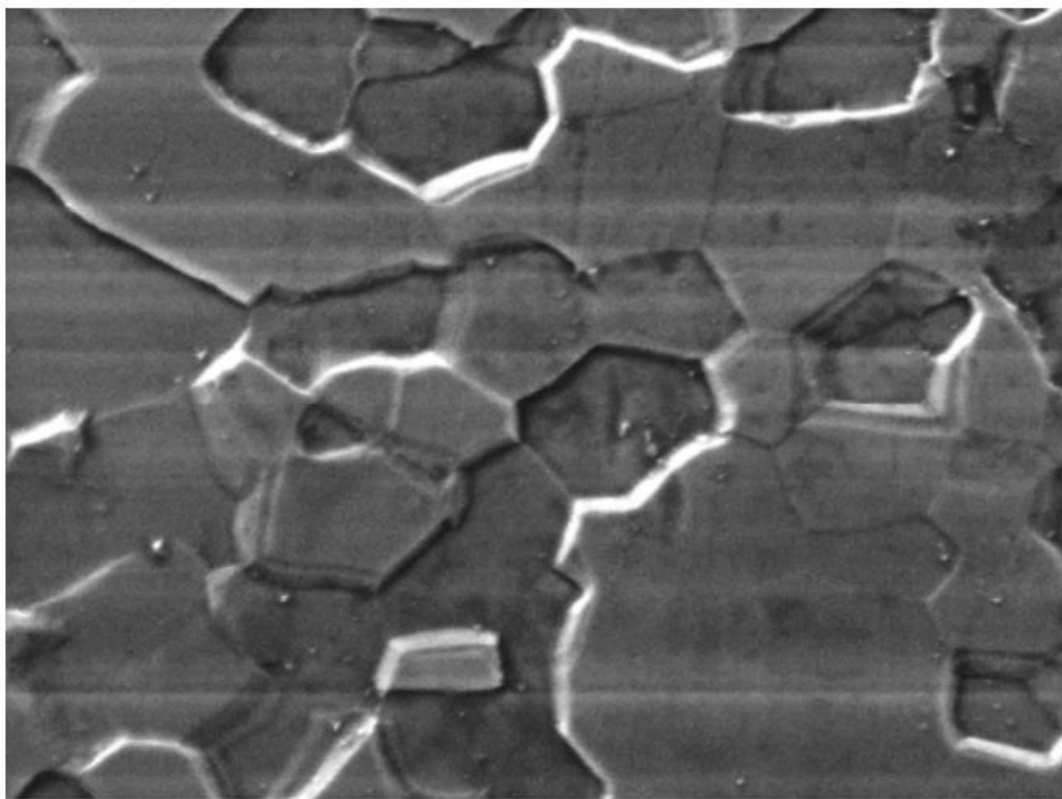


Рис. П.10. Увеличение 1000 крат

7

Тимирязев Расим Радикович, Абдуллина Дина Ураловна

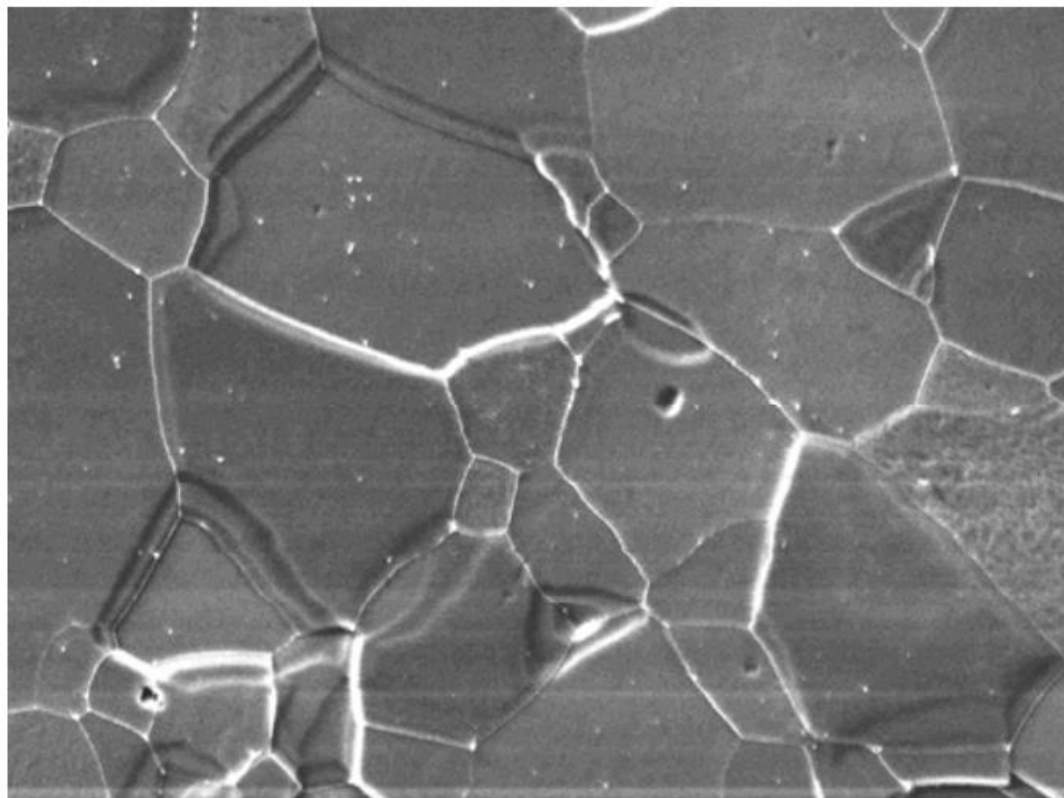


Рис. П.15. Увеличение 1000 крат

8

Лутфуллин Габдулла Шагитович, Мавзютов Ильсур Ирекович

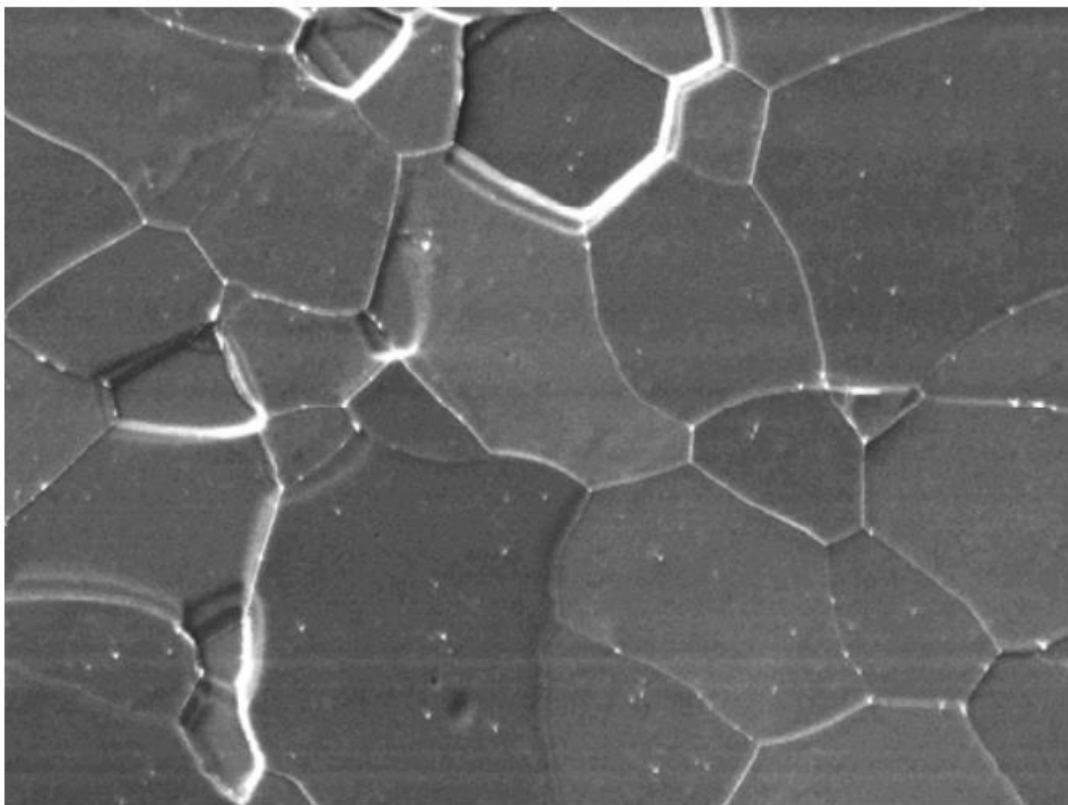


Рис. П.16. Увеличение 1000 крат

9

Гаязов Алмаз Линарович

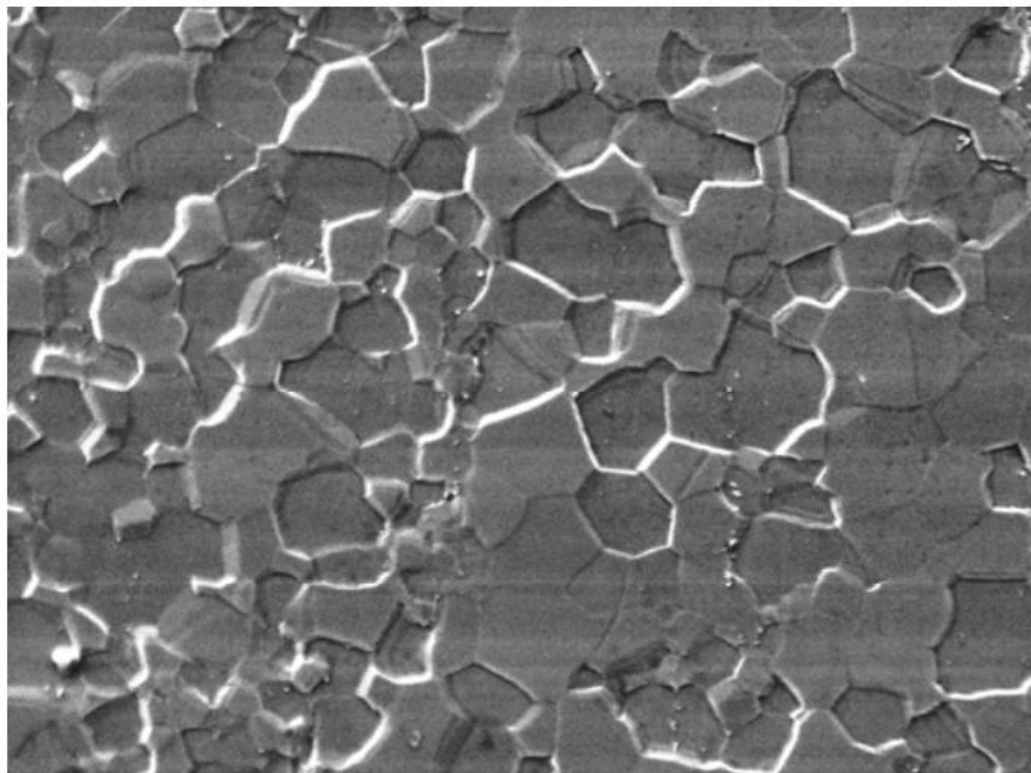


Рис. П.7. Увеличение 500 крат

10

Шакиров Артур Маратович

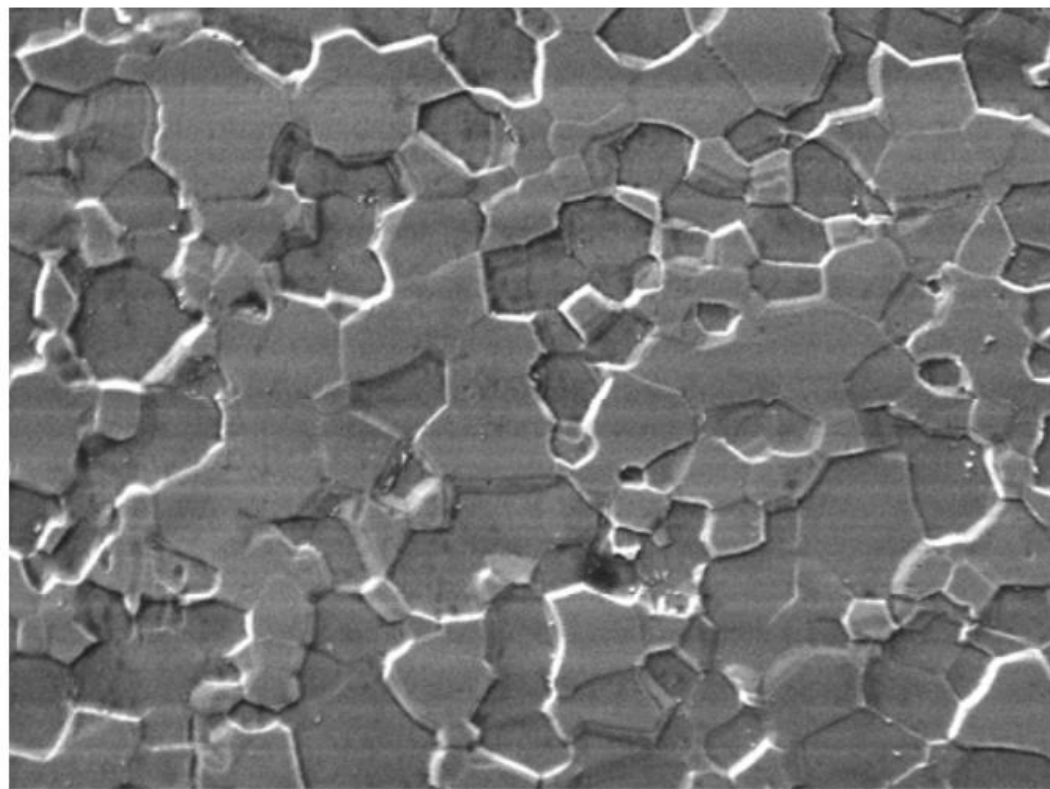


Рис. П.6. Увеличение 500 крат

Варианты заданий к упражнению 3:

1. Абдуллина Динара Рамиловна, Максиева Ляйсан Мансуровна

d	17,36	16,66	15,38	14,8	13,71	12,75	10,07	9,76	8,65	6,41
σ_T	55	55,5	56	56,5	58	60	62	64,5	70	76,5

2. Вагапов Шамиль Рамилевич

d	18,1	17,36	16,66	16	13,72	12,75	10,08	8,4	7,93	6,41
σ_T	53,5	54	54,5	55,5	56	57,5	62	66,5	72,5	76,5

3. Гайфуллин Руслан Юнусович, Зайнуллин Динар Рафисович

d	27	25	24	21	20	18	15	13	11	8
σ_T	53,55	53,55	55	54,5	55	55,1	56	55,25	56,55	56,52

4. Иванов Егор Михайлович, Ягафарова Гульназ Ильдаровна

d	23	20,5	18,5	17	15	14	13	11,5	10,5	9,5
σ_T	53,5	56	55,5	56,5	57,5	58,5	58	59,5	60	60

5. Клявлиная Алсу Иргатовна, Сафина Лилия Ришатовна

d	19	18,5	17	16,3	15	15	14	13,4	12	12,2
σ_T	50,55	52,5	53,5	55	56	57,5	58	60	60,5	61,5

6. Юсупова Нелли Рафисовна, Субхангулова Алия Маратовна

d	24	23	21	20	18	17	14	13,5	12	10
σ_T	50,5	52	52,5	53,5	53,5	55,5	56,5	57,5	58,5	59

7. Тимирязев Расим Радикович, Абдуллина Дина Ураловна

d	26,5	26	25	24,5	23	22	21	20	18	17
σ_T	51	52	52,5	53,5	54,5	56	56,5	58,5	59	60,5

8. Лутфуллин Габдулла Шагитович, Мавзютов Ильсур Ирекович

d	26	25	24	21	17	13,5	13	12	11	10
σ_T	55	55,5	55,25	56,5	56,5	57	57,5	57,25	58,5	57,5

9. Гаязов Алмаз Линарович

d	26	25	24	22	21	19	13	12	10	8,91
σ_T	52,2	52,7	51,5	53	54	53,5	54,5	56,5	55	56

10. Шакиров Артур Маратович

d	27	26,5	25,7	24,9	23	19,2	17,25	16	14,2	11,65
σ_T	57,5	58,3	57,5	58,44	58	59,2	59	59,57	59,7	60,5