

Методичні вказівки

з дисципліни “Новітні матеріали”
до виконання лабораторних робіт з розділу
“Матеріали з особливими фізичними і експлуатаційними
властивостями”
для студентів спеціальності 7.05050313
“Обладнання переробних і харчових виробництв”
напряму “Машинобудування”

Затверджено на засіданні
кафедри матеріалознавства.
Протокол № 13 від 16.06.11.

Методичні вказівки з дисципліни “Новітні матеріали” до виконання лабораторних робіт з розділу “Матеріали з особливими фізичними і експлуатаційними властивостями” для студентів спеціальності 7.05050313 “Обладнання переробних і харчових виробництв” напряму “Машинобудування”. / Укл.: В.В. Трофименко, О.П. Клименко, В.І. Овчаренко. – Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2012. – 19 с.

Укладачі: В.В. Трофименко, канд. техн. наук
О.П. Клименко, канд. техн. наук
В.І. Овчаренко, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск О.Б. Гірін, д-р техн. наук

Навчальне видання

Методичні вказівки з дисципліни “Новітні матеріали” до виконання лабораторних робіт з розділу “Матеріали з особливими фізичними і експлуатаційними властивостями” для студентів спеціальності 7.05050313 “Обладнання переробних і харчових виробництв” напряму “Машинобудування”

Укладачі: ТРОФИМЕНКО ВІТАЛІЙ ВАСИЛЬОВИЧ
КЛИМЕНКО ОЛЕКСАНДР ПАВЛОВИЧ
ОВЧАРЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ

Авторська редакція

Підписано до друку 03.12.12. Формат 60×84 1/16. Папір ксерокс. Друк різнограф. Ум.-друк. акр. 0,78. Обл.-вид. акр. 0,84. Тираж 50 прим. Зам. № 66. Свідоцтво ДК_№303 від 27.12.2000.

ДВНЗ УДХТУ, 49005, м. Дніпропетровськ-5, просп. Гагаріна, 8.
Видавничо-поліграфічний комплекс ІнКомЦентру

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

КІЛЬКІСНИЙ КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ МІКРОСТРУКТУРИ МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи: вивчити можливість кількісного аналізу мікроструктури матеріалів з використанням пристроїв цифрової реєстрації та програм комп'ютерної обробки зображень.

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При розробці нових металевих матеріалів важлива роль належить мікроскопічній структурі і, отже, методам її спостереження і оцінки. Існують три способи оцінки мікроструктури: якісно-описувальна, полукількісна (балова оцінка порівняно із структурами стандартних шкал) і строго кількісна оцінка геометричних параметрів мікроскопічної будови. Перші два способи оцінки мають суб'єктивний характер і результатами оцінки різних спостерігачів дуже часто розходяться.

Тільки кількісні дані о геометричних параметрах мікроструктури дозволяють скористатися ефективним математичним апаратом та комп'ютерною технікою для отримання достовірних залежностей між властивостями і структурою, між структурою, складом та обробкою матеріалу. Ці залежності отримують у вигляді графіків або математичних формул. Вони дозволяють виявити фізичну природу процесів, які протікають у структурі при обробці та експлуатації матеріалу. Використовуючи такі залежності, ми отримуємо можливість обирати оптимальний склад, найкращу технологію отримання та обробки матеріалу, які забезпечують створення потрібної структури і, отже, потрібні властивості.

За допомогою металографічного мікроскопа можна не тільки визначити наявність у структурі сплаву тих або інших фазових і структурних складових, але й доволі точно визначити хімічний склад сплаву. Це пов'язано з тим, що зміна хімічного складу сплавів даної системи компонентів приводить до зміни кількісного складу фаз і структурних складових у структурі сплаву. Знаючи методи визначення кількості фаз і структурних складових за допомогою мікроскопа, можна у сплавах, які знаходяться у рівноважному стані (відпалених), шляхом нескладних розрахунків порахувати хімічний склад сплаву. Наприклад, цим методом широко користуються при визначенні кількості вуглецю у вуглецевих сталях і білих чавунах.

Важливою характеристикою металів і сплавів, яка виявляє значний вплив на механічні та інші властивості, є розмір зерна.

Сучасна комп'ютерна техніка дозволяє одержувати високоякісне зображення, перетворювати його тощо. Одним з головних напрямів в дослідженні властивостей матеріалів є аналіз зображень і моделювання мікроструктур. Застосування відповідних пакетів програм дозволяє вирішувати складні, трудомісткі задачі за невеликий проміжок часу. Наприклад,

застосування програми SIAMS600 значно спрощує проведення комплексних досліджень з аналізу розміру зерна, неметалевих включень, степені анізотропії, кількісному аналізу структурних складових.

Для одержання зображення на моніторі комп'ютера можуть застосовуватися кольорові відеокамери, короткофокусні цифрові фотокамери, які сприймають сигнал в кольоровому або в чорно-білому зображенні.

Сигнали з даних пристроїв передаються в пам'ять комп'ютера за допомогою плати відеозахвата, яка дозволяє оцифровувати зображення в 256 рівнів сірої шкали або повнокольоровий RGB рисунок в кадрі розмірами 352x240 пікселів. Таке зображення може бути оброблене з використанням стандартних програм обробки зображень PHOTOSHOP або ASDSee. Після обробки зображення можна вивести на пристрій, який друкує.

Більшість конструкційних матеріалів є полікристалічними, вони складаються з конгломерату зерен, розділених межами. Межа зерна – один з важливіших структурних параметрів, що визначають властивості металевих матеріалів.

Межа зерна – область кристалічної недосконалості; вона може рухатися, адсорбувати домішки і має високу дифузійну проникливість. Межі зерен (міжкристалічні межі) являють собою тонкі (від декількох атомних відстаней до декількох сотен) перехідні зони між суміжними кристалітами (рис. 1).

Кристалічна решітка меж зерен знаходиться під впливом силових полів решіток обох кристалітів, насичена домішковими атомами, дислокаціями, вакансіями, має підвищену потенційну енергію. Тому подолання меж зерен дислокаціями при їхньому русі важке, для цього необхідно прикласти додаткову енергію. Дислокації, що генеруються в зерні, скупчуються перед межею зерна, створюючи поле напружень. Для його подолання необхідно прикласти додаткові напруження.

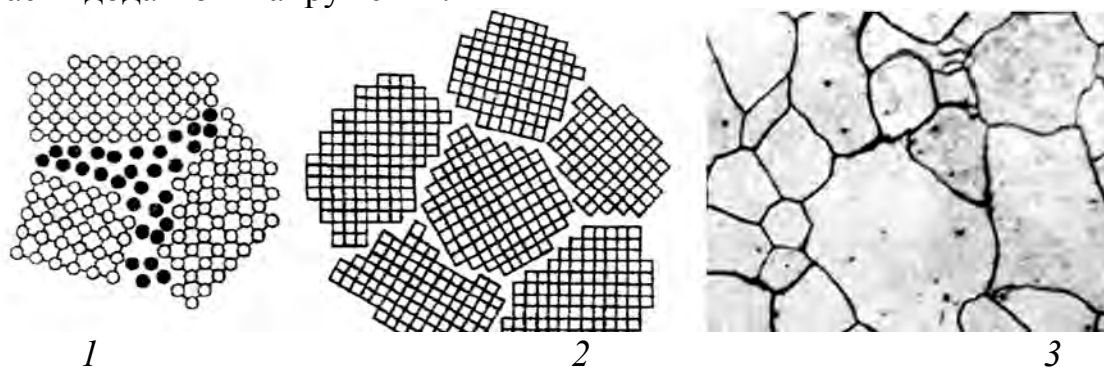


Рис. 1. Схема розташування домішкових атомів на межах зерен (1); схема зеренної структури (2); мікроструктура фериту (3)

Тому, чим більша довжина міжфазних меж, тим сильніше їхній «бар'єрний ефект» впливає на рух дислокацій и тим більше зміцнення металу або сплаву при кімнатній температурі. Тобто, *дрібнозерниста структура металу в більшій мірі сприяє зміцненню, ніж крупнозерниста. Крупнозерниста структура забезпечує більш високу пластичність сплавів.*

Мікроаналіз дозволяє визначити розміри зерен. Для цього існують визначені методики розрахунку розмірів зерен, які систематизовані за номерами зерен (балами зерен) при визначеному збільшенні та узаконені ГОСТ 5639-65.

Крім безпосередніх вимірювань і розрахунків у кількісній металографії зараз використовують спеціальні мікроскопи (типу “Квантимет”, “Епиквант”). Які можуть автоматично визначати процентне відношення фаз і структурних складових та визначати розміри зерен.

1. ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ЗЕРНА

1.1. ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТКИ ФАЗ І СТРУКТУРНИХ СКЛАДОВИХ ТОЧЕНИМ МЕТОДОМ ГЛАГОЛЄВА.

Якщо структура досліджуваного сплаву складається із світлих і темних структурних складових і на ньому необхідно визначити процентне відношення цих складових, то цю задачу можна рішенням точеним методом. Для цього досліджуваний мікрошліф розглядають у мікроскопі не через звичайний окуляр для візуального спостереження, а через окуляр із сіткою, яка має 289 точок перетинів ліній. На вибраному полі мікро шліфу підраховується кількість точок перетинів ліній, які потрапили, наприклад, на світлу структурну складову, і розраховується процент цієї складової в структурі. Для більш точного визначення підрахунок ведеться для 10-15 полів і визначається середнє значення.

Наприклад, середнє число точок перетинів ліній на світлій структурній складовій складо 70, тоді:

$$289 - 100\%$$

$$70 - X\%$$

$$X = (70 \cdot 100) / 289 = 24\%$$

тобто 24% площі мікрошліфу досліджуваного сплаву складає світла структурна складова і 76% - темна структурна складова.

Отримані дані можуть бути використані для визначення хімічного складу сплаву за методикою, з якою студенти будуть ознайомлені при вивченні структури вуглецевих сталей.

1.2. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМІРУ ЗЕРНА

Метод порівняння

Розмір зерна металу або сплаву за допомогою металографічного мікроскопа, можна визначити кількома методами. Найбільш простим методом є метод порівняння із стандартною шкалою балів (рис. 2). Шкали балів подані десятима еталонами у вигляді схематизованої сітки, яка обмежує розміри зерен. Еталони дані у вигляді круга діаметром 79,8 мкм, що складає площу 5000 нм² або натуральної площі мікро шліфу при збільшеннях 100^x-0,5мм². Номер зерна відповідає кількості зерен, які поміщаються в площі шліфу розміром 0,5мм² при збільшенні 100^x згідно з таким рівнянням:

$$n=2^{N+3}, \quad (1)$$

де: n – середнє число зерен;

N – номер балу зерна.

Разом із шкалами балів наводиться таблиця наступних даних:

- площа зерна в мм^2 ;
- кількість зерен на 1 мм^2 площі шліфу;
- кількість зерен в 1 мм^3 ;
- середній діаметр зерна.

Тобто, визначивши номер балу зерна, за таблицею 1. можна визначити лінійні розміри зерен.

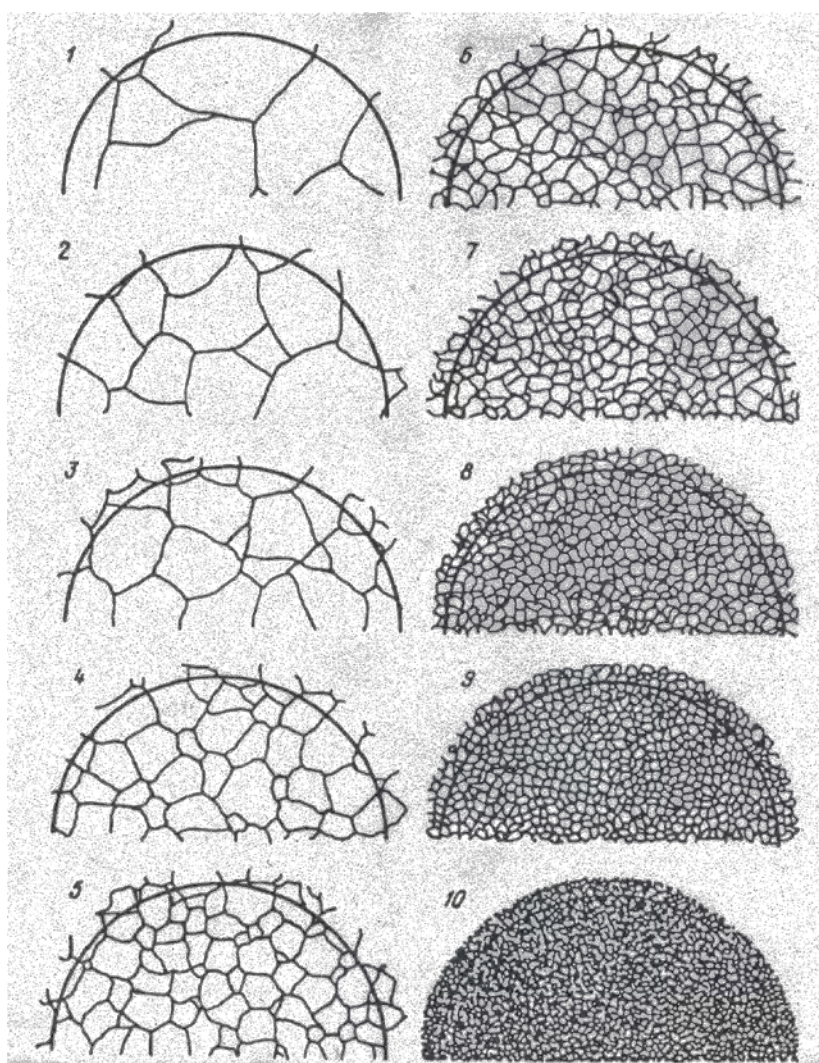


Рис. 2. Шкали для визначення розміру зерна (ГОСТ 5639-82)

Таблиця 1

Номер і розміри зерна

Номер зерна	Середня площа зерна, мм ²	Середня кількість зерен на площі 1 мм ²	Середня кількість зерен в 1 мм ³	Середній розмір зерна за розрахунком, мм	Середній умовний діаметр зерна, мм
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	0,167
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	11417	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

Мікроструктура досліджуваного зразка порівнюється зі стандартною. Шкалою балів і визначається номер зерна. Допускається дослідження структури в порівнянні, при збільшенні $90 - 105\times$. За наявності одночасно зерен двох номерів, величину зерна позначають двома номерами, вказуючи (орієнтовно), яку площу (у процентах) займають ті або інші зерна, наприклад, №3 – 25%; №6 – 75%.

Середній розмір та кількість зерен на площі 1 мм² взаємозв'язані зі стандартним номером зерна в балах (рис. 3).

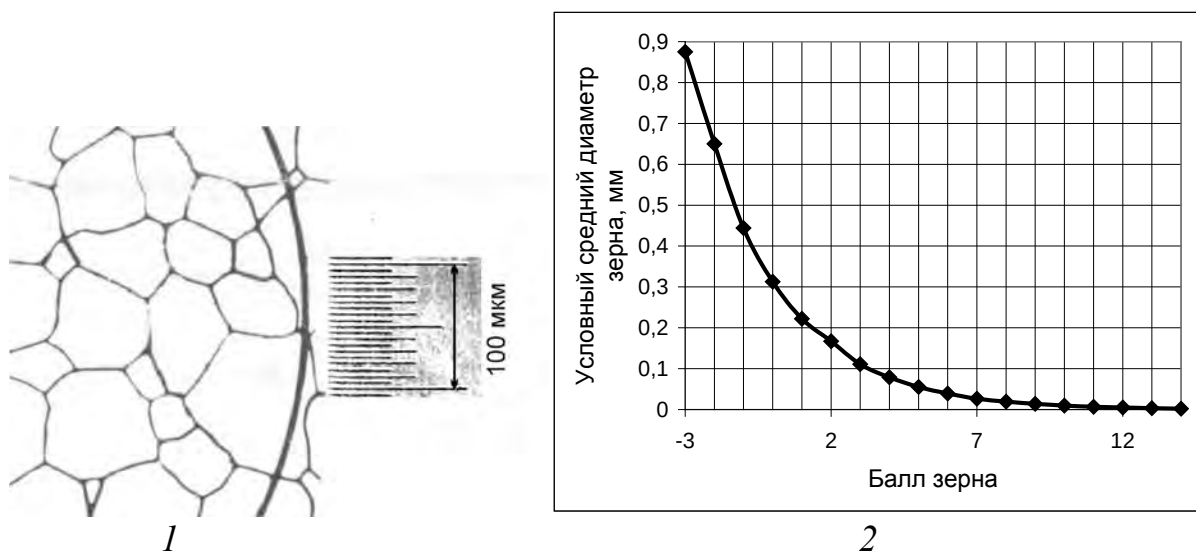


Рис. 3. Розмір зерен, що відповідають балу 5 шкали (1,) та співвідношення середнього умовного діаметру зерна в мм і балу зерна (2) за ГОСТ 5639-82

Планіметричний метод

Другий метод більш точний і більш трудомісткий полягає в підрахунку кількості цілих зерен, які знаходяться в площі круга діаметром 79,8 мм, і частин зерен перерізаних межею круга. І загальне число зерен в одному квадратному мм розраховується за формулою:

$$N_{\text{заг}} = 2(N_1 + 0,5N_2), \quad (2)$$

де: $N_{\text{заг}}$ – загальне число зерен в 1 мм² шліфу;

N_1 – число цілих зерен;

N_2 – число зерен, які частково потрапили до кола.

За таблицею, знаючи число зерен в 1 мм², визначається номер зерна та лінійні розміри зерен.

Зрозуміло, що цей метод застосовується для визначення номера зерна крупнозернистої структури.

1.3. ВИМІРЮВАННЯ РОЗМІРІВ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ОКУЛЯР-МІКРОМЕТРА

Окуляр –мікрометр відрізняється від звичайного окуляра тим, що в нього перед зовнішньою лінзою установлюється скляна пластинка з лінійкою (зі шкалою), яка має 100 поділок (10 великих поділок і по 10 малих між двома великими). *За допомогою цієї шкали можна проводити вимірювання не тільки розмірів зерен, але й структурних складових, знеуглецьованого шару, дефектів, товщини різних тонких пластин, середню міжпластинчасту відстань у перліті, глибину дифузійного насичення після ХТО, товщину гальванічного покриття тощо.* Однак, ціна поділки **окуляр-мікрометра** залежить від збільшення об'єктива мікроскопа, тому для кожного об'єктива необхідно визначати ціну поділки окуляр-мікрометра.

Це робиться таким чином. На предметний столик замість мікро шліфу установлюється **об'єкт-мікрометр**. Який являє собою металеву або скляну поліровану пластину з нанесеною на її поверхні лінійкою довжиною в 1 мм, розбитою на 100 поділок, тобто ціна однієї поділки складає 0,01 мм.

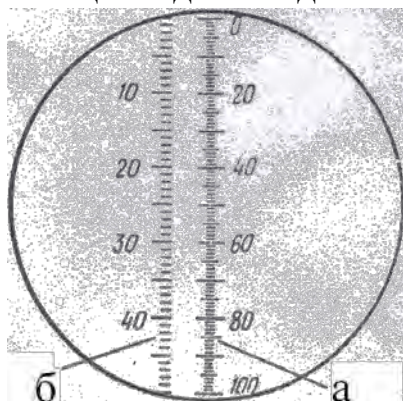


Рис. 4. Схема визначення ціни поділки окуляр-мікрометра:

а – еталонна шкала об'єкт-мікрометра; б – вимірювальна шкала окуляр-мікрометра

Для визначення ціни поділки окуляр-мікрометра необхідно сумістити початкові поділки шкал – **об’єкт-мікрометра** й **окуляр-мікрометра** та підрахувати кількість збіжних поділок (рис. 4).

Ціну поділки окуляр-мікрометра $C_{ок-м}$ для вибраного збільшення визначають за формулою:

$$C_{ок-м} = \frac{C_{об-м} \cdot M}{N}, \quad (3)$$

де $C_{об-м}$ – ціна поділки об’єкт-мікрометра ,0,01 мкм;
 M – кількість збіжних поділок об’єкт-мікрометра;
 N – кількість збіжних поділок окуляр-мікрометра.

Для того, щоб швидше знайти зображення об’єкт-мікрометра, потрібно спочатку користуватися звичайним мікроскопом, а потім уже замінити окуляр-мікрометром.

Після підрахунку кількості співпадаючих поділок їх необхідно внести в таблицю 2 та за вказаною вище формулою визначити $C_{ок-м}$, наприклад:

Таблиця 2

Кількість співпадаючих поділок

$C_{ок-м}$ (мм)	Збільшення об’єктива	M	N
0,0078	21	78	100
0,01851	9	100	56

Метод визначення середнього розміру зерен за допомогою окуляр-мікрометра

Для визначення середнього розміру зерен досліджуваний зразок установлюють на мікроскоп і підраховують кількість зерен, які укладаються на всій довжині лінійки окуляра або визначають її частини. Таких підрахунків роблять не менше десяти в різних ділянках шліфу. Дані заносяться в таблицю 3.

Таблиця 3

Підрахунок кількості зерен

№	Кількість поділок окуляр-мікрометра	Кількість зерен	$C_{ок-м}$, мм
1	95	20	0,0078
2	90	22	0,0078
3	100	30	0,0078
4	98	18	0,0078
.	.	.	.
.	.	.	.
10	Σ поділок	Σ зерен	

$$d_{сер} = (\Sigma \text{поділок} * C_{ок-м}) / \Sigma \text{зерен}, \quad (4)$$

де: $d_{\text{сер}}$ – середній діаметр зерна.

За таблицею визначається номер зерна та інші розміри.

2. ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ДІАМЕТРА ЗЕРНА

Метод випадкових січних

На фотографії мікроструктури в довільних напрямках проводять лінії. При збільшенні зображення мікроструктури $\times 100$ довжина лінії повинна бути 60 мм, що відповідає дійсній довжині 0,6 мм на шліфі.

Для кожної лінії підраховують кількість перетинів меж зерен. Розділивши сумарну довжину ліній на загальне число перетинів з межами, розраховують середній умовний діаметр зерен. Мінімальне число ліній на шліфі – чотири лінії (рис. 5).

В комп'ютерній програмі «*Fe-C ObektMikro*» визначення розміру зерна проводиться методом січних згідно з методикою ГОСТ 5639-82. Набор даних проводять до одержання статистично значущого результату.

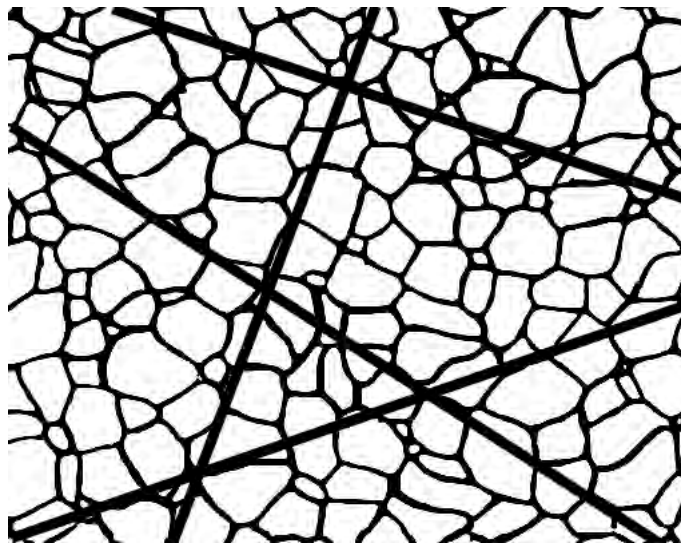


Рис. 5. Схематичне зображення мікроструктури з проведеними січними лініями

Програма дозволяє, окрім середнього діаметру зерна, визначати такі статистичні характеристики параметрів структури, як середнє квадратичне відхилення, дисперсію, коефіцієнт варіації, щільність розподілу асиметрію та ексцес.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Включити мікроскоп та цифровий пристрій реєстрації зображень (рис. 6).



Рис. 6. Мікроскоп EPIQUANT з приставкою цифрової реєстрації зображення мікроструктури

2. Включити програму «*Life View TVR*» і на робочій панелі програми включити «*AV вхід*» (рис. 7).

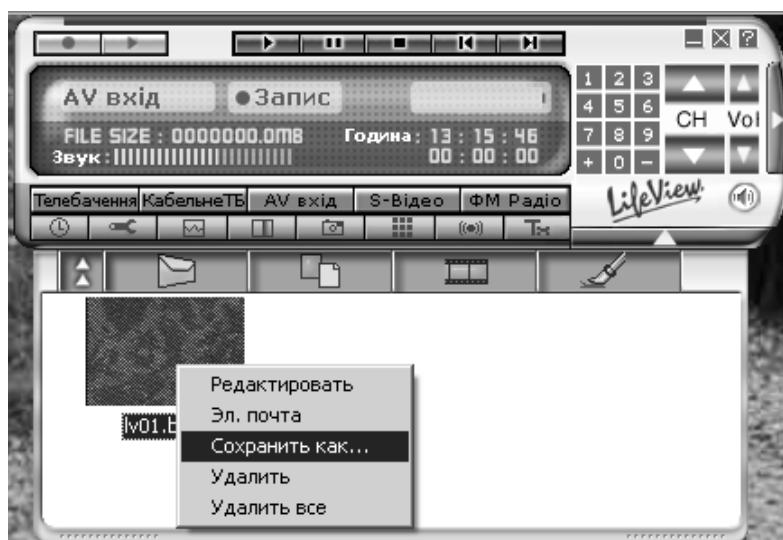


Рис. 7. Робоча панель програми «*Life View TVR*», збереження зображення мікроструктури в файл

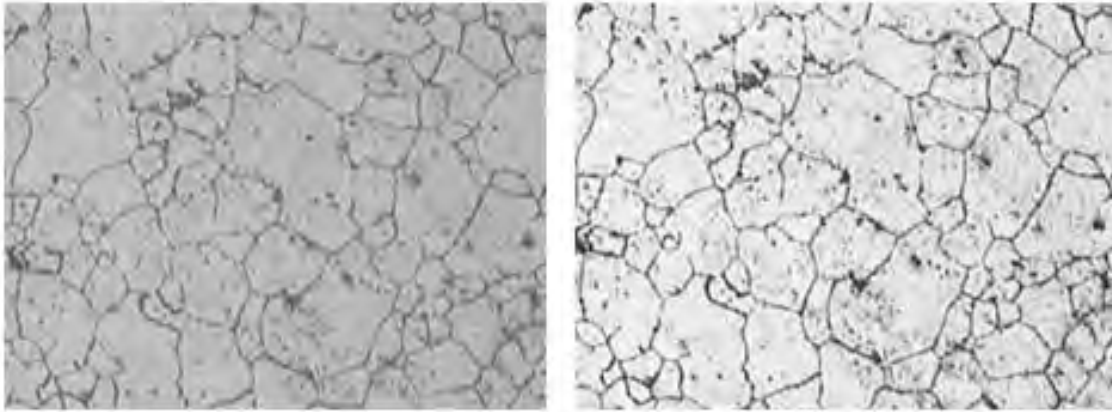
3. Встановити зразок металу або сплаву на столик мікроскопа. Обрати поле зору для визначення розміру зерна.

4. Зберегти зображення мікроструктури в файл в форматі *.bmp*, включивши на робочій панелі програми «Стоп кадр» .

5. Встановити курсор на значок з зображенням мікроструктури і натиснути праву клавішу «миші». В меню, що випадає, обрати пункт «Сохранить как». Присвоїти ім'я файлу и зберегти в обраній папці.

6. Включити програму «*PhotoShop*», «*Файл*», «*Открыть*».

7. Перетворити зображення в чорно-біле: меню «*Изображение*», пункти «*Режим*», «*Ч-Б*». Збільшити чіткість и контрастність зображення (рис. 8): меню «*Изображение*», пункти «*Настройка*», «*Авто Уровни*», «*Яркость/ Контраст*».



1

2

Рис. 8. Мікроструктура сталі:

1 – до корекції; 2 – після корекції зображення в «PhotoShop»

8. Зберегти файл в форматі *.JPEG*, меню «Файл» пункт «Сохранить копию».

9. Встановити на столик мікроскопа «Об'єкт-Мікрометр».

10. Зберегти зображення та провести його корекцію за пп. 4-7.

11. Відкрити програму «Fe-C ObektMikro».

12. В меню «Файлы» обрати пункт «Объект-Микрометр». Вказати шлях до файлу, що містить зображення «Об'єкт-Мікрометр». Відкрити файл.

13. На зображенні об'єкт-мікрометра (рис. 9) встановити мітки на обраній кількості ділень мікрометра. У вікні програми ввести відстань між обраними мітками в мкм, и надавити «Enter».

14. Відкрити зображення мікроструктури, меню «Файлы», пункт «Микроструктура».

15. В меню «Автомат» відкрити пункт «Отношение площадей». В вікні введення даних ввести $1/+$ (рис. 9).

16. На гістограмі «Распределение яркости» (рис. 10), де «0» – чорний колір, а «31» – білий, визначити межу біло-чорне.

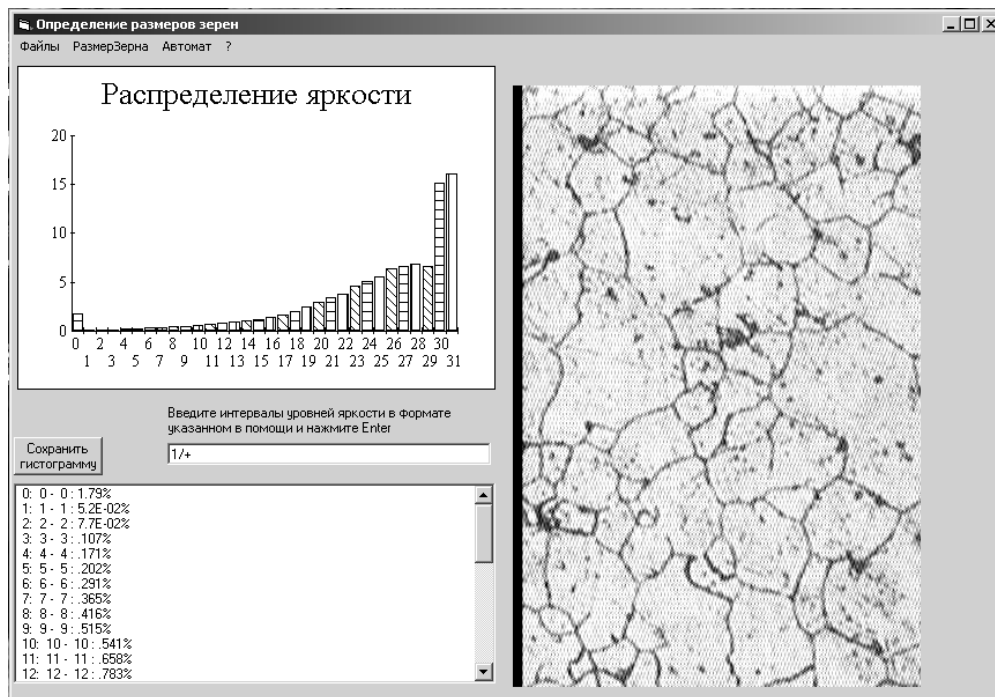


Рис. 9. Визначення порогового значення рівней «білого» и «чорного»

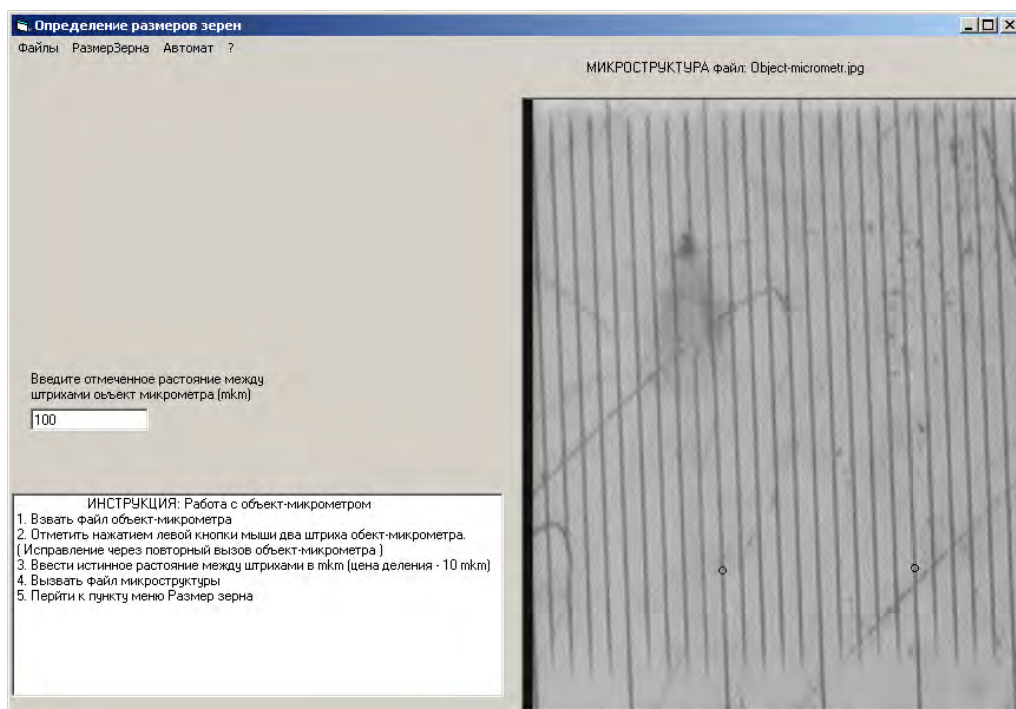


Рис. 10. Установка масштаба изображения микроструктур

17. В меню «Автомат» відкрити пункт «Метод секущих». У вікні введення даних ввести рівень розподілу біле, чорне з п. 16 (рис. 11).

Під час роботи програми в вікні «Микроструктура» відображено положення лінії, за якою в даний момент перетини з межами зерен та умовний графік їх положення на лінії.

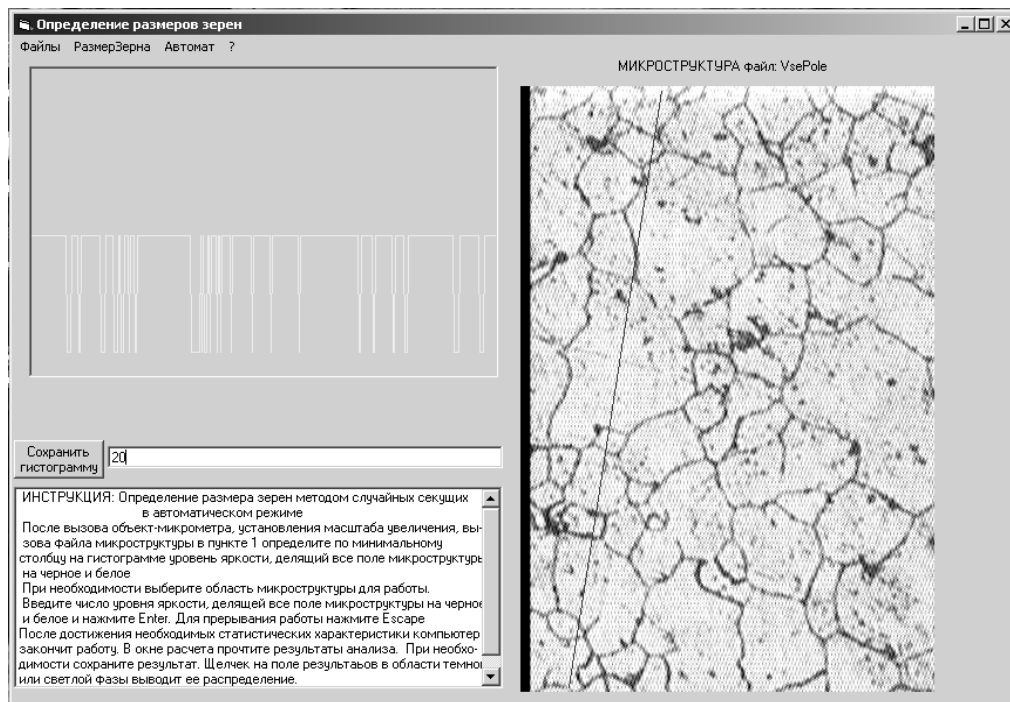


Рис. 11. Рабочее окно програми під час розрахунку розміру зерен

18. По закінченні розрахунків в вікнах панелі відображається номограма розподілу середніх умовних розмірів зерен «Балл светлой фазы» и числові значення параметрів розподілення (рис.12).

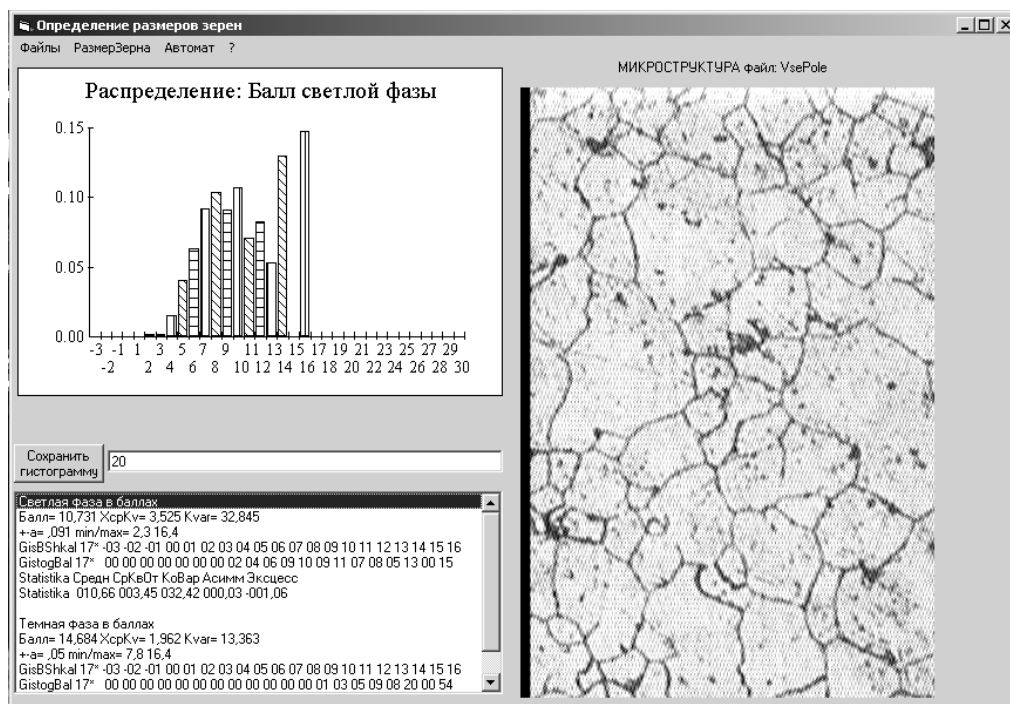


Рис. 12. Виведення результатів розрахунку розмірів зерен

19. Характеристики розподілення середніх умовних розмірів зерен записати в звіт про проведення роботи з позначенням марки матеріалу.

3. КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ФАЗОВОГО СКЛАДУ

Співвідношення структурних складових в мікроструктурі сталі визначають методом порівнювальної оцінки за шкалами ГОСТ 8233-56 при збільшенні $\times 500$ (рис. 13). Розмір перліту і мартенситу в сталях визначають за шкалами балів того ж ГОСТ при збільшенні $\times 1000$.

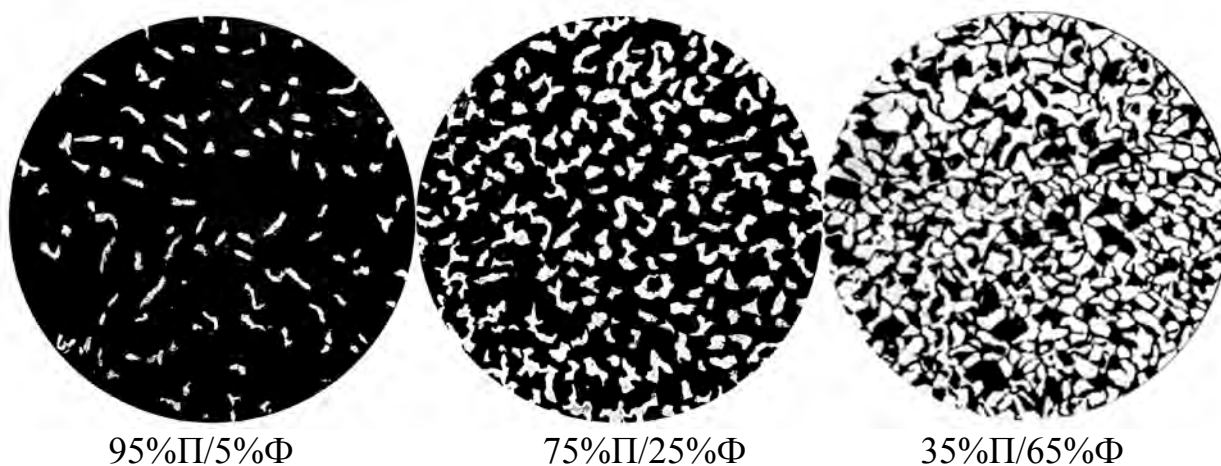


Рис. 13. Співвідношення перліту (темна фаза П) і фериту (світла фаза Ф)

В звітах вказують відсоток фази, що відповідає шкалам. Наприклад, вміст надлишкового фериту дорівнює 35%. Наявність фериту 15-25% вказують, якщо мікроструктура точно не відповідає шкалам. Комп'ютерна обробка зображень мікроструктури дає можливість проводити більш точну кількісну оцінку фазового складу сплаву в порівнянні з традиційними методами.

Визначення відсоткового вмісту складових, якщо мікроструктура є рівноважною, дозволяє прогнозувати кількість вуглецю, марку сталі, її механічні властивості та призначення.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Реєстрацію зображення мікроструктури та її корекцію виконують за п.п. 3–7 розділу 2.
2. Встановлення масштабу зображення мікроструктури для оцінки фазового складу виконують за п.п. 8–12 розділу 2.
3. Інтервали, що відповідають «білій фазі» та «чорній фазі» визначити за п.п. 13–14 розділу 2.
4. В меню «Автомат» пункт «Отношение площадей», в вікні введення даних ввести інтервали «білого» та «чорного» у вигляді запису 0-27*28-31**. Цифри 0-27 вказують інтервал «чорного», а цифри після значка * інтервал «білого». Знак ** означає кінець введення інтервалів (рис. 14).

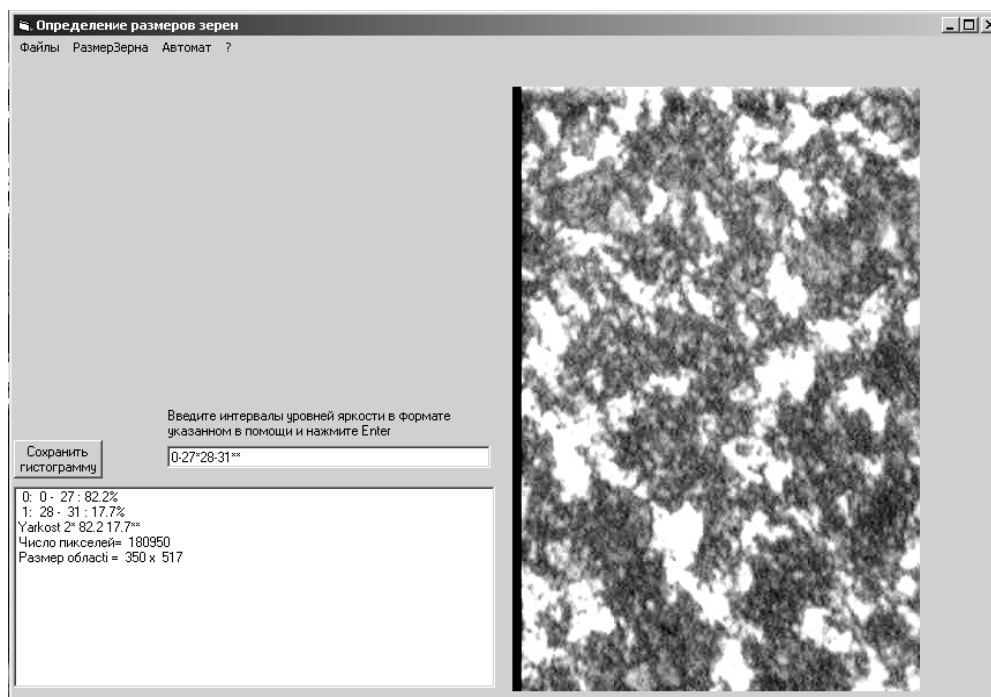


Рис. 14. Введення інтервалів «білого» та «чорного» і результатів визначення кількості структурних складових

5. По закінченні розрахунку в вікні програми виводиться відсоткове співвідношення «чорної» та «білої» фаз (рис. 14).

6. Результати розрахунків занести в звіт по роботі.

4. ОДЕРЖАННЯ ПСЕВДООБ'ЄМНОГО ЗОБРАЖЕННЯ МІКРОСТРУКТУРИ

Комп'ютерна обробка зображень дає можливість по двомірній фотографії мікроструктури матеріалу одержати її псевдооб'ємне зображення. Це дозволяє уточнити морфологію структурних складових (фаза має форму голок, пластин, стрижнів).

Висоту мікрорельєфа структури на травленому мікрошліфі визначають, використовуючи у вигляді координати шкалу, що складає 31 рівень градації яскравості від чорного до білого. Приймають, що темні ділянки на мікрофотографії відповідають заглибленням рельєфу, а світлі ділянки – виступам.

Для формування псевдооб'ємного зображення мікроструктури використовуються програма «*Mikro Objem*».

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

1. Увімкнути програму «*Mikro Objem*». На робочій панелі програми обрати пункт «*Открыть*» і вказати шлях до файлу, що містить зображення мікроструктури (рис. 15), відкрити файл.

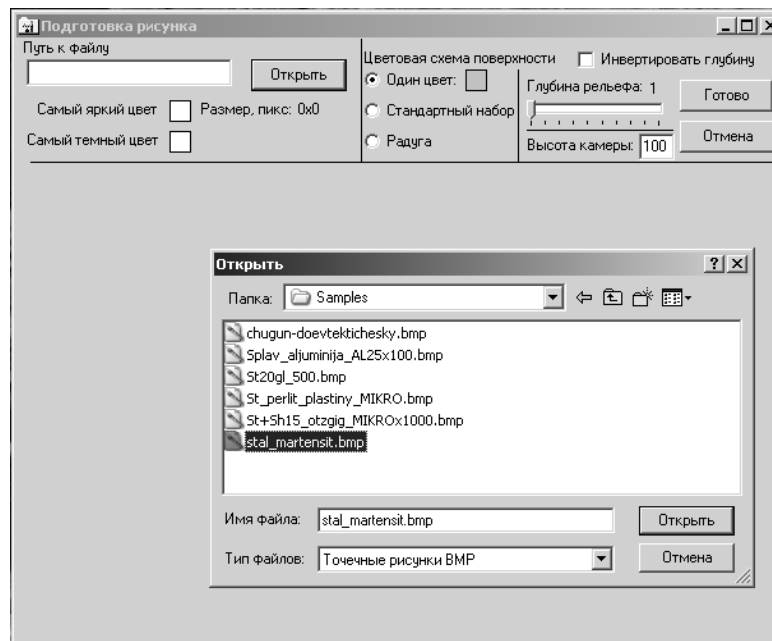


Рис. 15. Рабочая панель програми «Мікро Објет», пошук файлу мікроструктури

2. Налагодити палітру кольорів зображення поверхні, меню «*Цветовая схема поверхности*». Програма дозволяє уявити псевдооб’ємне зображення мікроструктури у вигляді відтінків сірого, або у вигляді гами кольорів, де червоний колір відповідає заглибленням, а фіолетовий колір – виступам на поверхні мікрошліфа (рис. 16).

3. Якщо в мікроструктурі сталі або сплаву темні ділянки відповідають не заглибленням, а виступам профілю, увімкнути команду «*Инvertировать глубину*».

4. Опція «*Глубина рельефа*» дозволяє підвищити чіткість об’ємного зображення для мікроструктур з малою контрастністю плоского зображення.

5. Межі вимірювання 1–10. Висота рел’єфу зростає при збільшенні значень глибини рел’єфу.

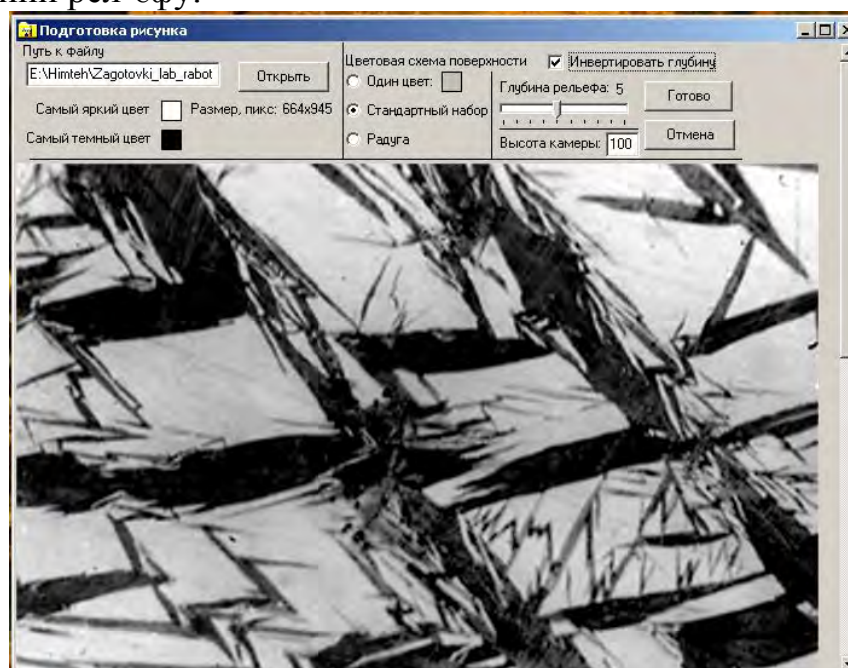


Рис. 16. Налагодження параметрів зображення

6. Опція «*Высота камеры*» змінює масштаб псевдооб'ємного зображення. Межі вимірювання 0–100. Розмір зображення зростає при зменшенні значень висоти.

7. Програма дозволяє обертати зображення. Для цього необхідно встановити курсор «миші» на зображення мікроструктури (рис. 17). Надавити будь-яку кнопку і, не відпускаючи її, перемістити курсор у напрямку передбачуваного повороту зображення.

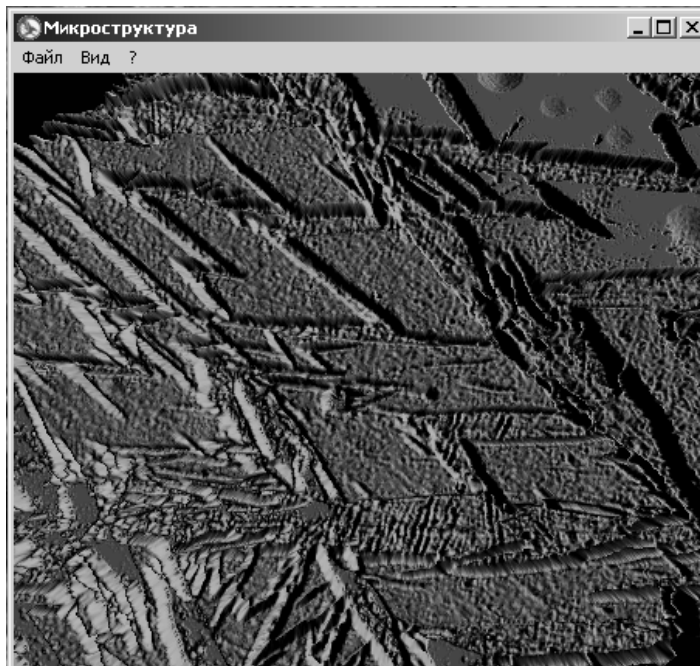


Рис. 17. Псевдооб'ємне зображення мікроструктури мартенситу сталі

5. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що таке межа зерна?
2. Якими властивостями характеризується межа зерна?
3. Чому межі зерен є ефективними перешкодами на шляху руху дислокацій?
4. Як впливає на механічні властивості металу подрібнення зеренної структури?
5. Якими методами визначають величину зерна?
6. Які характеристики зеренної структури дозволяє визначити комп'ютерна програма «Fe-C ObektMikro»?
7. В чому суть методу порівняння при визначенні величини зерна?
8. В чому суть методу січних при визначенні величини зерна?
9. За допомогою якого пристрою виконується робота по визначенню величини зерна?
10. Що таке об'єкт-мікрометр?
11. Порядок роботи по визначенню величини зерна.
12. Порядок роботи по кількісному оцінюванню фазового складу.

13. Порядок роботи по одержанню псевдооб'ємного зображення мікроструктури.
14. Які кількісні дані можна одержати за допомогою металографічного мікроскопа?
15. У чому полягає визначення частки фаз структурних складових методом Глаголева?
16. Що таке зерно металу?
17. В якій залежності знаходиться бал зерна від розмірів зерен?
18. У чому полягає визначення розміру зерна методом підрахунку зерен?
19. Як визначається ціна поділки окуляр-мікрометра?
20. У чому полягає визначення розміру зерна за допомогою окуляр-мікрометра?

6. ОБЛАДНАННЯ, МАТЕРІАЛИ ТА ІНСТРУМЕНТИ

Набір мікрошліфів сталей и сплавів, мікроскоп EPIQUANT, комп'ютер, пристрій цифрової реєстрації зображень, плата TV-тюнера, комп'ютерна програма «PhotoShop», комп'ютерна програма «*Fe-C ObektMikro*», розроблена Карнаухом А.І., «*Mikro objem*», розроблена Клименком Е.О. ГОСТ 5639-82 «Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна», ГОСТ 8233-56 «Эталоны микроструктуры».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Новые материалы. Колл. авторов / Под научн. ред. Ю.С.Карабасова. “МИСИС”, 2002. – 736 с.
2. Материаловедение: Практикум / А.П. Клименко, В.И. Овчаренко, В.В. Трофименко. - Днепропетровск: Пороги, 2011. - 186 с.
3. Методичні вказівки з дисципліни “Матеріалознавство” лабораторного практикуму з розділу “Мікроструктурний аналіз матеріалів” для студентів І-ІІІ курсів механічних і технологічних спеціальностей / Укл.: Трофименко В.В., Гірін О.Б. - Дніпропетровськ: УДХТУ, 2000. - 32 с.
4. Салтыков С.А. Стереометрическая металлография. – М.: Металлургия, 1976. – 272 с.
5. Границы зерен и свойства металлов / О.А. Кайбышев, Р.З. Валиев. – М.: Металлургия, 1987. – 214 с.
6. Справочник по практическому материаловедению / В.Л. Пилюшенко, Б.Б. Винокур, С.Е. Кондратюк и др. – К.: Техніка, 1984. – 135 с.
7. Богомоллова Н.А. Практическая металлография. – М.: Высш. школа, 1978. – 272 с.
8. ГОСТ 5639-82 (СТ СЭВ 1959-79). Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 21 с.
9. ГОСТ 8233-56 Сталь. Эталоны микроструктуры.

