

УДК 662.2:57.08(07)  
ББК 35.63:22.33я7  
М59

*Печатается по решению методической комиссии  
инженерного химико-технологического института*

*Рецензенты:  
доц. Е. Г. Белов  
доц. А. С. Балыбердин*

*Составители:  
ассист. А. Р. Хайруллин  
доц. Н. С. Хайруллина  
проф. В. А. Петров  
ассист. Н. В. Аверьянова*

**М59**

Микроструктурный анализ энергонасыщенных материалов методами оптической и электронной микроскопии : методические указания / сост.: А. Р. Хайруллин [и др.]; Минобрнауки России, Казан. нац. иссл. техн. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2018. – 60 с.

Представлены общие сведения об оптических и других видах электронных микроскопов, основных узлах поляризационного микроскопа Olympus BX 51 и растрового электронного микроскопа JSM-6000. Рассмотрены основные принципы работы на данных микроскопах.

Предназначены для студентов, обучающихся по специальности 18.05.01 «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий» и направлениям подготовки 22.03.01, 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов», 20.03.01, 20.04.01 «Техносферная безопасность» и 18.03.01, 18.04.01 «Химическая технология».

Подготовлены на кафедре технологии твердых химических веществ.

**УДК 662.2:57.08(07)  
ББК 35.63:22.33я7**

## ВВЕДЕНИЕ

Микроскопия как метод исследования в отличие от других методик постоянно развивается в зависимости от технических достижений в области точной механики и оптики, от разработок более совершенных, с более высокой разрешающей способностью самих микроскопов, дающие возможность открыть новые материалы, применить новые методы исследования и т.д. /1,2/. Например, создание в 1847 году Карлом Цейссом первого опытного однолинзового образца микроскопа открыло эпоху разработок новых микроскопов, и вслед за этим – новых способов микроскопии. Световая микроскопия незаменима для структурно-морфологического исследования дисперсных тел с частицами  $> 1$  мкм. Однако получить представление о форме, а тем более о рельефе поверхности частиц высоко- и ультрадисперсных порошков при размерах 1 мкм и менее возможно лишь с помощью электронных микроскопов /3/. Действие электронного микроскопа основано на использовании направленного потока электронов, который выполняет роль светового луча в световом микроскопе, а роль линз играют магниты (магнитные линзы). В настоящее время электронные микроскопы являются немаловажной составляющей многих передовых лабораторий. Их используют для исследования биологических образцов, кристаллических структур и для характеристики различных поверхностей, а также в химии твердого тела и материаловедении. Способность определять положение отдельных атомов внутри материала делает электронные микроскопы незаменимыми в нанотехнологиях.

Различают два основных направления электронной микроскопии: трансмиссионную (просвечивающую) и растровую (сканирующую). В последнее время в связи с развитием тонкослойных полупроводниковых технологий интенсивно развивается группа методов, основанных на механическом сканировании поверхности образца тонкой иглой (кантилевером) с определением ее взаимодействия с этой поверхностью. К таким методам относят сканирующую туннельную микроскопию (СТМ) и атомно-силовую микроскопию (АСМ).