

ваний), дефектоскопии металлич. изделий и сварных швов, рентгенографии материалов, рентг. структурном анализе (для исследования атомной решетки кристаллов, фазового анализа сплавов, в частности сталей, определения внутр. механич. напряжений, выявления размеров частиц нек-рых материалов, в частности катализаторов с частицами коллоидного размера), в рентгеновской топографии, рентг. микроскопии, спектроскопии твердых тел и молекул, рентгеноспектральном анализе элементного состава материалов (например, поверхности Луны и планет), рентг. астрономии.

Лит.: Хараджа Ф., Общий курс рентгенотехники, 3 изд., М.—Л., 1966; Блохин М. А., Физика рентгеновских лучей, 2 изд., М., 1957; е г о ж е, Методы рентгеноспектральных исследований, М., 1959; Рентгеновские лучи, пер. с нем. и англ., М., 1960; Миркин Л. И., Рентгеноструктурный анализ. Справочное руководство, М., 1976; Рентгенотехника. Справочник, под ред. В. В. Клюева, кн. 1—2, М., 1980; Блохин М. А., Швейцер И. Г., Рентгеноспектральный справочник, М., 1982; Рентгеновская оптика и микроскопия, под ред. Г. Шмалля, Д. Рудольфа, пер. с англ., М., 1987.

РЕНТГЕНОГРАММА — зарегистрированное на фотопленке (фотопластинке) изображение объекта, возникающее в результате взаимодействия с ним рентг. излучения. При таком взаимодействии могут происходить поглощение, отражение и дифракция рентг. лучей. Пространственное распределение интенсивности излучения после взаимодействия, фиксируемое на Р., отражает строение объекта.

Абсорбционные Р. регистрируют «теневое» изображение объекта, возникающее вследствие неодинакового поглощения рентг. излучения разными частями объекта. Эти Р. применяют в медицине, биологии, дефектоскопии, рентг. микроскопии.

Дифракционные Р., регистрирующие дифракц. рассеяние рентг. излучения образцами, получают в рентг. камерах. Эти Р. используют для решения задач рентгеновского структурного анализа, рентгенографии материалов, рентгеновской топографии. В зависимости от типа исследуемого вещества (поли- или монокристаллы), характера излучения (линейчатый или непрерывный спектры), а также геом. условий съёмки дифракционные Р. разделяют на *дебаеграммы*, *лауграмммы*, Р. качания или вращения (получают при качании или вращении образца во время съёмки), *вайсенбергграммы* и *кфорограммы* (получают при синхронном вращении образца и перемещении фотопленки), *косселеграммы* (в широкоугольном пучке монохроматич. излучения), рентг. топограммы. К дифракционным относятся также Р. *малоугольного рассеяния*, регистрирующие распределение интенсивности рентг. излучения вблизи первичного луча.

Р., фиксирующие распределение интенсивности рентг. излучения, испытывающего полное внеш. отражение от поверхности исследуемого образца, используют в рентг. рефлектометрии для оценки параметров поверхностных слоёв и тонких плёнок.

Р. осуществляется на разл. светочувствит. материалах, выбор к-рых зависит от целей исследования. В том случае, когда Р. не требует дальнейшего оптич. увеличения, съёмка производится на рентгеновскую или поляроидную плёнку с невысоким разрешением. Дифракционные и абсорбционные микрорентгенограммы и рентг. топограммы, нуждающиеся в последующем оптич. увеличении, снимают на мелкозернистые фотопленки и пластинки с высоким разрешением.

РЕНТГЕНОГРАФИЯ МАТЕРИАЛОВ — область исследований, занимающаяся решением разнообразных задач материаловедения на основе рентг. дифракц. методов (см. *Дифракция рентгеновских лучей*, *Рентгеновский структурный анализ*). Р. м. исследует как равновесные, так и неравновесные состояния материалов, изучает их кристаллич. структуру, фазовый состав и его изменения, строит фазовые диаграммы, анализирует состояние деформированных (или под-

вергнутых к.-л. др. воздействиям) материалов, процессы упорядочения и явления ближнего порядка. Р. м. осуществляется с помощью получаемых в рентг. камерах рентгенограмм моно- или поликристаллич. образцов или регистрацией распределения рассеянного рентг. излучения в *рентгеновских дифрактометрах*. Среди методов Р. м. основными являются следующие.

Определение числа, размеров и разориентировки кристаллитов. Размеры кристаллитов поликристаллич. материалов существенно влияют на их механич. свойства. Число N достаточно крупных ($\sim 0,5-5$ мкм) кристаллитов, участвующих в отражении рентг. лучей, определяется числом n точечных рефлексов, составляющих дебаевское кольцо рентгенограммы (см. *Дебая — Шеррера метод*): $N = (2n/a)\cos\theta$, где a — постоянная величина (параметр аппаратуры), θ — брэгговский угол. Ср. объём кристаллита — отношение объёма образца к N .

Углы разориентировки и размеры блоков мозаичной структуры. Блоки мозаичной структуры — области с правильным строением, повернутые одна относительно другой (разориентированные) на очень малые углы. Углы разориентировки и размеры блоков определяют прочность мозаичных материалов и связаны с плотностью дислокаций. О ср. размерах D блоков мозаики $\sim 0,05-0,1$ мкм судят по размытию (уширению) дебаевских колец:

$$D = (\lambda/\beta)\cos\theta,$$

где β — полуширина размытой линии. Ср. угол δ разориентировки блоков определяют по эффектам двойного рассеяния рентг. излучения в малоугловой области (при $\epsilon = 2\theta \leq 0,5^\circ$), когда первично отражённый луч отражается ещё раз от подходящим образом ориентированного блока в направлении исходного пучка. В окрестности первичного луча появляется дополнит. диффузное рассеяние, интенсивность к-рого $I(\epsilon)$ определяет δ :

$$I(\epsilon) = A\epsilon^{-1} \exp\{-B\epsilon^2/\delta^2\},$$

где A и B — пост. величины.

Определение остаточных напряжений. Рентгенографич. определение механич. напряжений в простейшем случае сводится к измерению смещения дебаевской линии $\Delta\theta$. При нормальных напряжениях σ смещение $\Delta\theta$ связано с σ выражением $\sigma = Ectg\theta \cdot \Delta\theta/\mu$, где E — модуль Юнга, μ — коэф. Пуассона (см. *Модули упругости*). Микронапряжения, как и измельчение блоков мозаики, приводят к уширению дебаевских линий. Если уширение обусловлено только микронапряжениями, то их ср. величина (для кристаллов кубич. сингонии) $\Delta a/a = (\beta/4)ctg\theta$.

Фазовый анализ. Р. м. позволяет производить качествен. и количеств. фазовый анализ гетерогенных смесей. Каждая фаза данного вещества даёт на рентгенограмме характерное отражение, что позволяет осуществлять качествен. фазовый анализ. В количеств. фазовом анализе по отношению интенсивностей отражений определяемой фазы и эталона, находящихся в смеси, судят о концентрации фазы.

Р. м. применяют для исследования изменений в пересыщенном твёрдом растворе, обусловленных его распадом (старением) и, следовательно, возникновением новых фаз и (или) исчезновением старых. Распад твёрдых растворов сопровождается изменением их физ. и механич. свойств. Температурно-временная зависимость концентрации фаз даёт возможность изучать кинетику процессов и выбирать режимы термообработки, установить энергию активации процесса и т. п.

Определение типа твёрдого раствора и границы растворимости. Для установления типа твёрдого раствора определяют кол-во n атомов в элементарной ячейке раствора, используя рентгенографич. данные о её объёме Q и значении плотности раствора ρ : $n = (Q\rho/A) \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}$, где A — ср. взвешенная ат.