
ВВЕДЕНИЕ

Курс «Материаловедение» как теоретическая основа является одним из базовых для отрасли пищевого машиностроения.

При изучении курса важнейшую часть занимают практические и лабораторные работы, позволяющие определять важнейшие эксплуатационные свойства конструкционных материалов в лабораторных условиях. Несложно понять, что в современных условиях работы образовательных учреждений и реализации принципов дистанционного обучения создание сети сложнейшего экспериментального лабораторного оборудования достаточно проблематично, особенно учитывая территориальную рассредоточенность отдельных подразделений.

Повышение качества выпускаемых специалистов требует применения новых подходов к передаче знаний студентам, в том числе с развивающимися возможностями информационных технологий. Кроме того, на сами образовательные учреждения существует определенное давление, как общества так и окружающей среды, которое также стимулирует внедрение перспективных технологий в учебный процесс.

В рамках дисциплины «Материаловедение» можно реализовать новый подход в части использования компьютерного моделирования для демонстрации процедур определения важнейших эксплуатационных характеристик конструкционных материалов. Так, если в основу математической модели такого процесса положить экс-

периментальные данные, полученные на реальном оборудовании, то создаваемая модель будет содержать все возможные возмущающие факторы влияния окружающей среды, и виртуальный процесс, в части достоверности получаемых результатов, становится вполне адекватным реальным результатам.

Компьютерные виртуальные модели созданы в среде Flash, с применением относительно простого объектно-ориентированного скриптового языка ActionScript 2.0. Файлы таких программ-роликов имеют малый размер — в пределах 30–40 Кбайт, и легко работают в сети Интернет в режиме «On line».

Каждая такая программа обеспечивает интерактивное воспроизведение работы конкретной лабораторной установки для проведения экспериментов и получения измеряемых величин физических и иных процессов.

Все описываемые в данном учебном пособии виртуальные лабораторные работы (ВЛР) изготовлены с помощью программы Adobe Flash CS3 Professional. Поэтому их файлы имеют расширение «swf», и для просмотра таких файлов в компьютере должен быть установлен специальный проигрыватель — Flash Player 9, а для работы с файлами «swf» в составе Интернет-страниц плеер должен быть, кроме того, встроен в обозреватель Интернет-страниц (браузер), например, Internet Explorer 8.0.

Следует заметить, что никаких специальных навыков для работы с проигрывателем не требуется, и потому выполнение данного цикла виртуальных лабораторных работ вполне доступно любому пользователю с элементарными знаниями ПК.

Основное предназначение файлов «swf» с виртуальными лабораторными работами — это работа в составе Интернет-страниц, однако их также с успехом можно использовать и в стационарных условиях, для чего к данному пособию прилагается соответствующий диск.

Диск защищен от перезаписи, и потому работа с ним осуществляется непосредственно через CD-ROM. При этом никаких операций по переносу файлов в компьютер пользователя производить не нужно, ибо в таком случае

соответствующая навигационная оболочка не будет работать, а компьютер может даже зависнуть. Как правило, после внедрения в CD-ROM диск запускается автоматически, и на экран компьютера выводится навигационная флеш-оболочка для выбора виртуальной лабораторной работы по курсу «Материаловедение» (рис. В.1).



Рис. В.1

Навигационная оболочка учебного диска по курсу «Материаловедение»

Если диск по каким-то причинам автоматически не открывается, можно попробовать открыть его, например, через Проводник и напрямую запустить приложение **matved.exe**, т.е. файл с расширением **.exe**.

Для завершения работы с диском необходимо извлечь его из дисковода, и закрыть навигационную панель нажатием на квадратную кнопку с крестиком в правом верхнем углу. Следует обратить внимание, что данная кнопка является единственной для штатного выхода из навигационной оболочки диска с виртуальными лабораторными работами.

При возникновении каких-либо проблем достаточно удалить диск из дисковода, закрыть навигационную па-

нель, а через пару минут вновь вставить диск в CD-ROM и дождаться автоматического запуска приложения. Не следует оставлять диск в дисководе без надобности, ибо он, находясь в активном состоянии, продолжает нагружать процессор и бесполезно расходует ресурсы компьютера.

Нажимая кнопку навигационной оболочки с надписью «Методы определения и изменения механических свойств материалов» можно перейти к панели со списком из шести виртуальных лабораторных работ (рис. В.2).

Далее в появившемся списке остается выбрать переход к соответствующей лабораторной работе, наведя на нее курсор для открытия страниц с методическими указаниями к данной работе, либо успешно выполнив тестирование, непосредственно приступить к ее выполнению.

Если нажать на расположенную справа, в верхней части панели со списком, квадратную кнопку с крестиком, то панель закроется и вновь станет доступна панель навигационной оболочки учебного диска.

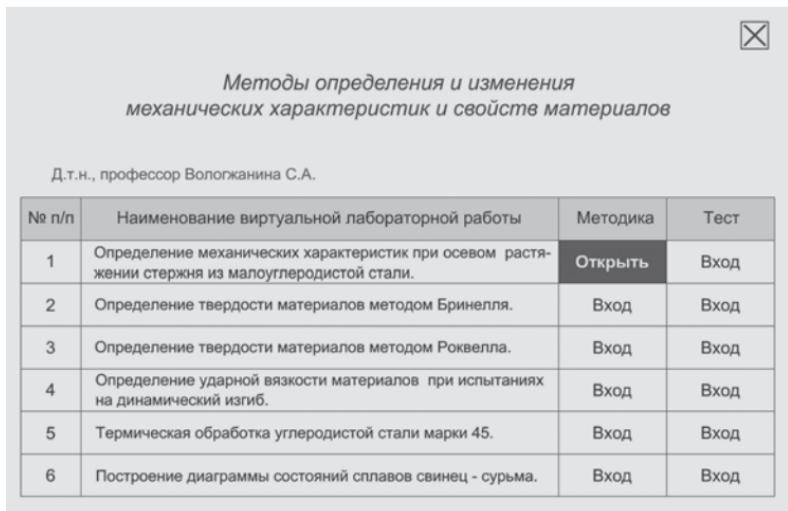


Рис. В.2

Панель со списком виртуальных работ учебного диска по курсу «Материаловедение»

Выполнение виртуальных лабораторных работ может производиться по общей схеме, приведенной на рисунке В.3.

Итак, вначале следует войти в теоретический и методический раздел, изучить основы теории данного эксперимента, схематическое устройство опытной установки, порядок проведения данной лабораторной работы, способы получения и измерения опытных данных и их последующей обработки — проведения расчетов и построения необходимых графиков. Только подробно изучив все вопросы этого раздела, можно переходить к следующему этапу (разделу).

Однако после изучения соответствующего методического и теоретического раздела с помощью, например, данного пособия можно сразу же приступить к выполнению выбранной лабораторной работы, для чего достаточно нажать кнопку «Вход» нужного раздела тестирования.

Следующий этап — виртуальное тестирование и по его положительным результатам — получение допуска к непосредственному выполнению работы. Для этого необходимо правильно ответить на все пять контрольных вопросов из случайной выборки по данной тематике, и набрать необходимые 25 баллов, тогда в правой нижней части тестирующего поля появится кнопка «Переход к выполнению работы» (рис. В.4).

В противном случае, если некоторые из выбранных ответов окажутся неправильными, придется проходить тестирование еще раз, нажав появившуюся кнопку «Повторить».



Рис. В.3

Примерный порядок выполнения виртуальной лабораторной работы

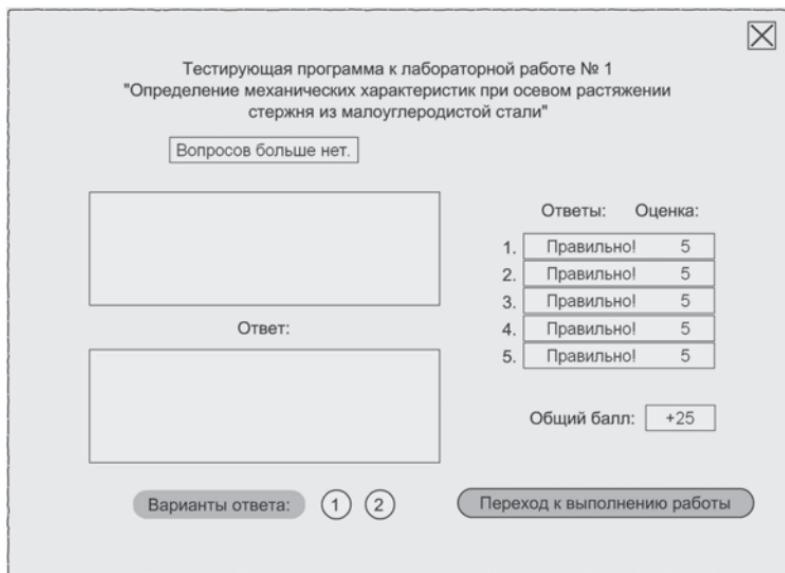
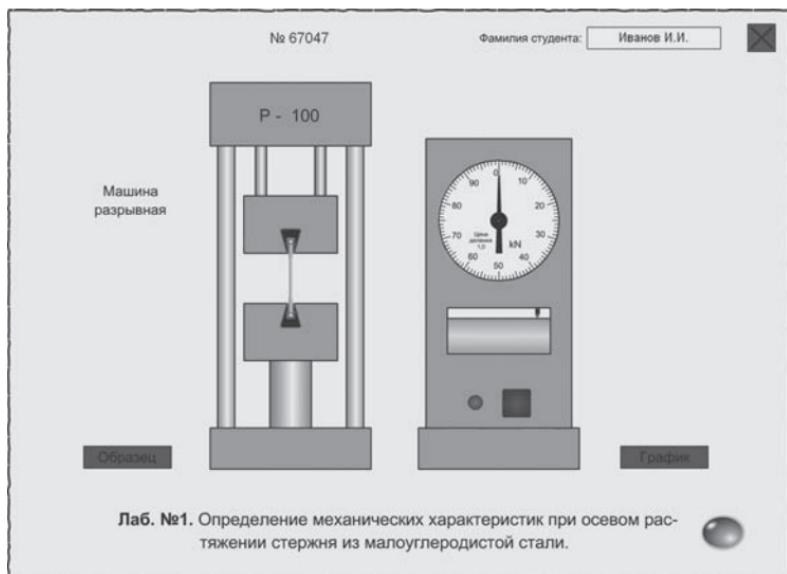


Рис. В.4

Виртуальный тест выполнен правильно

Кроме того, нажимая квадратную кнопку с крестиком, расположенную справа, в верхней части окна тестирующей программы, можно вернуться к панели со списком работ.

Далее нажать кнопку «Переход к выполнению работы» и дожидаться окончания загрузки ее изображения на экран монитора (рис. В.5). Внизу расположен номер и тема данной виртуальной лабораторной работы. Если навести указатель мыши (курсор) на слово «Лаб. № ...», появится информационное поле с подробным указанием темы и классификации работы (рис. В.6). Если при этом нажать левую кнопку мыши и удерживать ее, появится второе информационное поле с краткой инструкцией по выполнению данной виртуальной лабораторной работы (рис. В.7). Кроме того, на поле каждой виртуальной лабораторной работы справа, внизу расположена овальная кнопка «Сброс». Нажимая эту кнопку, можно в любой момент привести лабораторную работу в исходное (начальное) состояние. При этом восстановить предыдущее ее состояние будет уже нельзя.



Лаб. №1. Определение механических характеристик при осевом растяжении стержня из малоуглеродистой стали.

Рис. В.5

Исходное состояние первой виртуальной работы

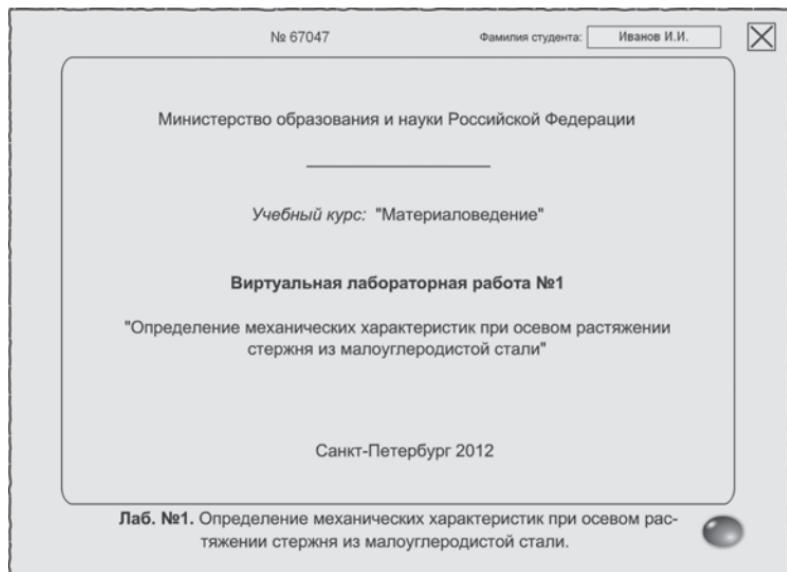


Рис. В.6.
Информационное поле с реквизитами работы

№ 67047	Фамилия студента:	Иванов И.И.	<input type="button" value="X"/>
ИНСТРУКЦИЯ ПО РАБОТЕ С ФЛЕШ-РОЛИКОМ <p>Цель данной работы состоит в исследовании процесса растяжения стержня из углеродистой стали вплоть до его разрыва и определения основных механических характеристик прочности σ, МПа и пластичности δ и ψ, %.</p> <p>Испытательная машина Р-100 с закрепленным в захватах стержнем запускается при помощи квадратной кнопки "пуск", установленной на корпусе диаграммного аппарата со стрелочным индикатором для определения прилагаемого прессом усилия. Допускается повторное нажатие этой кнопки "стоп" для детального ознакомления с происходящими изменениями геометрии стержня.</p> <p>Нажатием прямоугольной кнопки "Образец" можно вызвать панель для измерения геометрических параметров стержня, кнопкой "График" - панель для измерения геометрических параметров диаграммы растяжения (силовых - P, кН и связанных с ними поступательных перемещений верхнего захвата пресса - ΔL, мм). Измерения проводятся специальными цифровыми линейками, перемещаемыми движением мыши, располагая курсор в активной зоне красного кружочка и нажимая при этом ее левую кнопку. Для повышения точности отсчета следует увеличивать масштаб экрана при помощи команды "Zoom In".</p> <p>Разработчик Флеш-ролика: Бриденко И.И. Консультант: Вологжанина С.А.</p> <p>Лаб. №1. Определение механических характеристик при осевом растяжении стержня из малоуглеродистой стали.</p>			

Рис. В.7

Информационное поле с краткой инструкцией

Текстовое поле «Фамилия студента» заполняется студентом самостоятельно, для этого достаточно, поместив курсор в центр поля, кликнуть левой кнопкой мыши и набрать фамилию с клавиатуры. Текстовое поле с фамилией студента в комбинации со специальным шестизначным номером (в верхней части экрана) позволяет персонифицировать данную лабораторную работу на время ее выполнения и, если понадобится, сохранить ее нужное состояние, например, в программе Word для включения в отчет преподавателю.

Перенос полного изображения экрана с лабораторной работой через системный карман (буфер обмена) компьютера в документ Word можно произвести в нужный момент при помощи специальной клавиши PrtScSysRq клавиатуры и вставить его на место, отмеченное курсором, при помощи стандартной команды «Вставить». Эту операцию можно повторить несколько раз по ходу выполнения работы. В дальнейшем документ Word с реальными результатами выполненной работы может

быть распечатан на принтере или сохранен на любом носителе.

Установленный порядок перехода к выполнению лабораторной работы через тестирование, возможность вывода двух информационных полей при наведении указателя мыши на слово «Лаб. №...», возможность в любой момент воспользоваться кнопкой «Сброс» и добавление фамилии студента в соответствующее текстовое поле — общие для всех виртуальных лабораторных работ. Потому повторных пояснений по этому поводу в дальнейшем приводиться не будет.

Следуя инструкциям теоретического раздела, а также приведенным ниже методическим указаниям студент самостоятельно выполняет виртуальную лабораторную работу и получает опытным путем необходимые данные для расчетов. Сделав расчеты, заполнив ячейки соответствующих таблиц, построив графики и составив отчет, итоговые материалы выполненной работы студент представляет для проверки преподавателю.

Дисциплина «Материаловедение» относится к базовой части профессионального цикла образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 151000 — «Технологические машины и оборудование».

В первом разделе приведены физико-химические основы материаловедения. Изложены сведения о строении и свойствах металлов и сплавов, методах оценки механических свойств материалов. Представлены сведения о теории сплавов. Рассмотрены некоторые сплавы на основе железа, а также основы термической обработки.

Во втором разделе рассмотрены 6 виртуальных лабораторных работ, которые позволяют ознакомиться с методами оценки механических свойств материалов, технологией термической обработкой углеродистой стали, а также методикой построения диаграммы состояния сплавов.

РАЗДЕЛ 1

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Все вещества благодаря определенному электронному строению обладают определенным видом связи: ионной, ковалентной, полярной. Металлы имеют металлическую связь. Она характеризует электронное строение с незаполненными подуровнями в валентной зоне. Валентные электроны принадлежат всему металлическому телу, образуя электронный газ, располагающийся в каркасе из положительно заряженных ионов. Каждый атом стремится окружить себя как можно большим числом соседних атомов, обеспечивая высокую компактность металлов.

В природе металлы встречаются как в чистом виде, так и в рудах, оксидах и солях. В чистом виде встречаются химически устойчивые элементы (Pt, Au, Ag, Hg, Cu). Из 109 открытых элементов, представленных в периодической системе элементов Д. И. Менделеева, 22 являются неметаллами. Все элементы, расположенные левее ступенчатой линии, проведенной от бора до астата (от № 5 до № 85) относятся к металлам, а правее — к неметаллам. Эта граница не является абсолютно строгой — среди элементов, расположенных вблизи границы, находятся и элементы, промежуточные между металлами и неметаллами, иногда называемые полуметаллами.

Металлические материалы обычно делятся на две большие группы: черные и цветные. Железо и сплавы железа (сталь и чугун) называют черными металлами, а остальные металлы и их сплавы — цветными. Нередко к метал-

лам железной группы относят Ni, Co и Mn. Все цветные металлы, применяемые в технике, в свою очередь, делятся на: легкие металлы — Mg, Be, Al, Ti — с плотностью до 5 г/см³; тяжелые металлы — Pb, Mo, Ag, Au, Pt, W, Ta, Ir, Os — с плотностью, превышающей 10 г/см³; легкоплавкие металлы — Sn, Pb, Zn — с температурой плавления соответственно 232; 327; 410°C; тугоплавкие металлы — W, Mo, Ta, Nb — с температурой плавления существенно выше, чем у железа (>1536°C); благородные металлы — Au, Ag, Pt — с высокой устойчивостью против коррозии; урановые металлы, или актиноиды (актиниды), используемые в атомной технике; редкоземельные металлы (РЗМ) — лантаноиды, применяемые для модификации стали; щелочные и щелочноземельные металлы — Na, K, Li, Ca — в свободном состоянии применяются в качестве жидкometаллических теплоносителей в атомных реакторах; натрий также используется в качестве катализатора в производстве искусственного каучука, а литий — для легирования легких и прочных алюминиевых сплавов, применяемых в самолетостроении.

Свойства металлов разнообразны. Ртуть замерзает при температуре −38,8°C, вольфрам выдерживает рабочую температуру до 2000°C ($T_{пл}=3410°C$), литий, натрий, калий легче воды, а иридий и осмий в 42 раза тяжелее лития. Электропроводность серебра в 130 раз выше, чем у марганца. Вместе с тем металлы имеют характерные общие свойства. К ним относятся:

- высокая пластичность;
- высокие тепло- и электропроводность;
- положительный температурный коэффициент электрического сопротивления, означающий рост сопротивления с повышением температуры, и сверхпроводимость многих металлов (около 30) при температурах, близких к абсолютному нулю;
- хорошая отражательная способность (металлы непрозрачны и имеют характерный металлический блеск);
- термоэлектронная эмиссия, т. е. способность к испусканию электронов при нагреве;
- кристаллическое строение в твердом состоянии.

Некоторые металлы (Fe, Ni, Co, Gd) в связи с особенностями их электронного строения способны сильно намагничиваться во внешнем магнитном поле. Это явление называют ферромагнетизмом, а металлы — ферромагнетиками.

1.2. КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И ДЕФЕКТЫ СТРОЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕЛ

Общее свойство металлов и сплавов — их кристаллическое строение, характеризующееся определенным закономерным расположением атомов в пространстве. В кристалле элементарные частицы (атомы, ионы) сближены до соприкосновения. Для упрощения пространственное изображение принято заменять схемами, где центры тяжести частиц представлены точками. В точках пересечения прямых линий располагаются атомы, они называются узлами решетки. Расстояния a , b и c между центрами атомов, находящихся в соседних узлах решетки, называют параметрами, или периодами решетки. Величина их в металлах порядка 0,1–0,7 нм, размеры элементарных ячеек 0,2–0,3 нм.

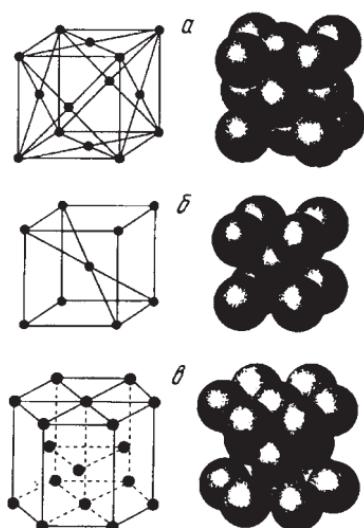


Рис.1.1

Типы элементарных ячеек кристаллических решеток металлов и схемы упаковки в них атомов:

a — гранецентрированная кубическая (ГЦК); *b* — объемноцентрированная кубическая (ОЦК); *c* — гексагональная плотноупакованная (ГП) решетка.

На рисунке 1.1 показаны три типа элементарных ячеек кристаллических решеток, наиболее характерных для металлов: объемноцентрированная кубическая (ОЦК), гранецентрированная кубическая (ГЦК) и гексагональная плотноупакованная (ГП), а также схемы упаковки в них атомов.

Некоторые металлы в разных температурных интервалах могут иметь различную кристаллическую решетку. Такое явление носит название *полиморфизма* или *аллотропии*.

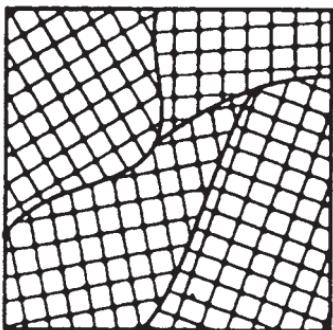
Принято обозначать полиморфную модификацию, устойчивую при более низкой температуре, индексом α (α -Fe), при более высокой β , затем γ и т. д. Известны полиморфные превращения железа: $\text{Fe}_\alpha \leftrightarrow \text{Fe}_\gamma$ (α -Fe \leftrightarrow γ -Fe), титана: $\text{Ti}_\alpha \leftrightarrow \text{Ti}_\gamma$ (α -Ti \leftrightarrow γ -Ti) и других элементов. Температура превращения одной кристаллической модификации в другую называется *температурой полиморфного превращения*. При полиморфном превращении — *перекристаллизации* — изменяются форма и тип кристаллической решетки. Так, при температуре ниже 911°C устойчиво Fe_α , в интервале 911–1392°C устойчиво Fe_γ . При нагреве выше 911°C атомы решетки ОЦК перестраиваются, образуя решетку ГЦК. На явлении полиморфизма основана термическая обработка. При переходе из одной полиморфной формы в другую изменяются свойства, в частности плотность и соответственно объем вещества. Например, плотность Fe_γ на 3% больше плотности Fe_α , а удельный объем соответственно меньше. Эти изменения объема необходимо учитывать при термообработке.

Свойства материалов зависят от природы атомов, из которых они состоят, и силы взаимодействия между ними. Аморфные материалы характеризуются хаотическим расположением атомов. Поэтому свойства их в различных направлениях одинаковы, или, другими словами, *аморфные материалы изотропны*.

В кристаллических материалах расстояния между атомами в разных кристаллографических направлениях различны. Из-за неодинаковой плотности атомов в различных направлениях кристалла наблюдаются разные свойства. Различие свойств в кристалле в зависимости от направления испытания называется *анизотропией*. Анизотропия свойств характерна для одиночных кристаллов, или так называемых монокристаллов. Большинство технических литых металлов, затвердевших в обычных условиях, имеют поликристаллическое строение. Они со-

стоят из большого числа кристаллов или зерен (рис. 1.2а), каждое из которых анизотропно. Различная ориентировка отдельных зерен приводит к тому, что в целом свойства поликристаллического металла являются усредненными. Поликристаллическое тело характеризуется *квазизотропностью* — кажущейся независимостью свойств от направления испытания. Квазизотропность сохраняется в литом состоянии. При обработке давлением (прокатке, ковке), особенно если она ведется без нагрева, большинство зерен металла приобретает примерно одинаковую ориентировку — так называемую текстуру (рис. 1.2б), после чего металл становится анизотропным.

а



б

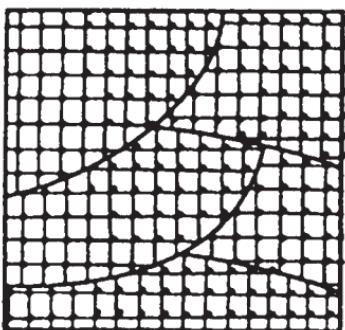


Рис. 1.2

Ориентировка кристаллических решеток:

а — в зернах литого металла; б — после обработки давлением.

Свойства деформированного металла вдоль и поперек направления главной деформации могут существенно различаться. Анизотропия может приводить к дефектам металла (расслою, волнистости листа). Анизотропию необходимо учитывать при конструировании и разработке технологии получения деталей.

Идеальная кристаллическая решетка представляет собой многократное повторение элементарных кристаллических ячеек. Для реального металла характерно наличие большого количества дефектов строения, искажающих правильное расположение атомов в пространстве. Эти дефекты оказывают существенное влияние на свойства материала.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru