

кое увеличение, при котором исследуемое включение занимает не менее 0,5 % площади всей фотографии. Выделение свинцовых включений при подготовке фотографии к расчетам на программе производилось с использованием программного продукта PhotoShop CS3.

Результаты исследования представленные в настоящей работе выполнены при поддержке гранты Президента РФ МК-6661.2013.8.

Литература

1. Мартюшев Н.В., Петренко Ю.Н., Егоров Ю.П. Производство поршневых колец компрессоров высокого давления // Литейное производство. – 2008. – № 8. – С. 24-26.
2. Мартюшев Н.В., Семенов И.В. Структура и свойства бронзовых отливок при различных

скоростях охлаждения // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6. – С. 1-1.

3. Мартюшев Н.В. Влияние условий кристаллизации на структуру и свойства бронз, содержащих свинец // Металлургия машиностроения. – 2010. – № 4. – С. 32-36.

4. Мартюшев Н.В. Параметры дендритной структуры медных сплавов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2011. – № 11-3 (54). – С. 229-232.

5. Мартюшев Н.В. Влияние условий кристаллизации на свойства отливок из бронзы брос 10-10 // Литейное производство. – 2011. – № 6. – С. 11-13.

6. Мартюшев Н.В., Егоров Ю.П., Утьев О.М. Компьютерный анализ структуры материалов // Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты. – 2003. – № 3. – С. 32.

МАРКШЕЙДЕРИЯ

Сергеева Ю.С., Рыбалка С.А.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр-т Ленина, 30
E-mail: sers-s@mail.ru

Введение

Геодезия – одна из наук о Земле, точная наука о фигуре, гравитационном поле, параметрах вращения Земли и их изменениях во времени. В технологическом аспекте геодезия обеспечивает координатными системами отсчета и координатными основами различные сферы человеческой деятельности. Метод геодезии опирается на широкий спектр достижений математики и физики, обеспечивающих изучение геометрических, кинематических и динамических свойств Земли в целом и отдельных ее участков [1]. Одним из важных разделов геодезии является маркшейдерия.

Маркшейдерия – раздел горной науки, изучающей на основе натуральных измерений и последующих геометрических построений и расчетов структуру, формы и размеры месторождений полезных ископаемых, расположение горных выработок, процессы деформации горных пород и земной поверхности в связи с горными работами и их влияние на горные выработки, здания, сооружения и природные объекты [1].

Целью изучения маркшейдерии является: приобретение необходимых навыков по определению пространственно-геометрического положения объектов и осуществлению необходимых геодезических и маркшейдерских измерений, обработке и интерпретированию их результатов на различных этапах строительства и эксплуатации открытых и подземных объектов.

Задачей изучения является: ознакомиться с основными видами маркшейдерских работ и приемами и методами их производства при строительстве и производстве открытых и подземных горных работ.

Одними из важнейших для горной технологии задач являются: рациональное использование богатств недр, уменьшение потерь полезных ископаемых, комплексное использование полезных ископаемых при добыче и переработке, а также последующее использование проведенных при разрабатке месторождений горных выработок.

В связи с этим основными задачами маркшейдерской службы являются:

- маркшейдерско-геодезическое обеспечение работ при разведке, проектировании, строительстве, реконструкции горных предприятий и контроль за правильным проведением горных выработок, разработкой месторождений полезных ископаемых открытым, подземным, подводным и скважинным методами;
- сбор, хранение и оперативная обработка многочисленной исходной информации с применением компьютерной технологии, множительной и копировальной техники, с оценкой точности получаемых результатов, выявлением закономерностей изменения различных показателей и отражением их на горной графической документации;
- выполнение с участием геологической службы работ, связанных с геометризацией месторождений полезных ископаемых и составление прогнозов горно-геологических условий для планирования развития и эффективного ведения горных работ, нормирования технологических процессов горного производства.

Виды измерений и их характеристика

В настоящее время существует множество видов измерений, различаемых физическим характером измеряемой величины и факторами, опреде-

ляющими разнообразными условиями и режимами измерений. Основными видами измерений физических величин, в том числе и линейно-угловых, являются: прямые, косвенные, совокупные, совместные, абсолютные, относительные [2].

Наиболее широко используются прямые измерения, состоящие в том, что искомое значение измеряемой величины находят из опытных данных с помощью средств измерения. Линейный размер можно установить непосредственно по шкалам линейки, рулетки, штангенциркуля, микрометра, действующую силу – динамометром, температуру – термометром и т.д.

Косвенные измерения применяют в тех случаях, когда искомую величину невозможно или очень сложно измерить непосредственно, т.е. прямым видом измерения, или когда прямой вид измерения дает менее точный результат. Примерами косвенного вида измерения являются установление объема параллелепипеда перемножением трех линейных величин (длины, высоты и ширины), определенных с использованием прямого вида измерений, расчет мощности двигателя, определение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения и т.д.

Вопросы теории измерений

Теория измерений пытается ответить на следующие вопросы:

1. *Для чего измерять?* Целью измерения является получение количественной информации об исследуемом объекте.

2. *Что измерить?* Отвечая на этот вопрос, создают модель, т.е. отображение реального объекта или свойства, представляющего интерес для количественного определения.

3. *Как измерить?* Сформулировав задачу, необходимо выбрать метод измерений, совокупность приемов использования принципов и средств измерений, где под принципом измерений понимается использование определенных физических явлений, на которых основаны измерения.

4. *Чем измерить?* Выбирают средство измерения с определенными характеристиками и осуществляют его правильное размещение, обеспечивающее необходимую связь с объектом. Под средством измерений понимают техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики.

5. *С какой точностью измерить?* До измерения значение измеряемой величины неизвестно, в то же время, формируя модель измеряемого свойства, с большей или меньшей точностью предполагается, что измеряемая величина принадлежит некоторому интервалу. Устанавливая интервал возможных значений измеряемой величины, т.е. переходя от бесконечных пределов ее измерений к ограниченным, задаются неопреде-

ленностью знаний о размере измеряемой величины.

6. Как обработать результаты измерений?

На этапе планирования измерений закладывается метод обработки полученных данных (разрабатываются алгоритмы и средства обработки результатов измерений), т.е. дается ответ на поставленный вопрос и т.д. [3].

Уравнительные вычисления в геодезии

Все измерения, в том числе в геодезии и маркшейдерии выполняются с определенной точностью, т.е. имеют погрешности. Поэтому полученные результаты измерений, для достижения их согласованности, подвергаются дополнительной обработке, называемой уравнительными вычислениями. Уравнительные вычисления проводятся для устранения противоречий или невязок, обусловленных наличием ошибок в избыточно измеренных величинах, и для определения вероятнейших значений искомым неизвестных или их значений, близких к вероятнейшим. Это достигается путём определения поправок к измеренным величинам – углам, направлениям, длинам линий. Часто поправки определяют с помощью метода наименьших квадратов. Так, в простейшем примере плоского треугольника сумма углов должна строго равняться 180° . Но вследствие ошибок измеренные углы этому условию не удовлетворяют и должны быть исправлены. Зная углы между направлениями и расстояние между пунктами А и В можно определить и длину других сторон треугольника. Но если удастся измерить и две другие стороны треугольника, то все результаты измерения не будут согласованы (рис. 1).

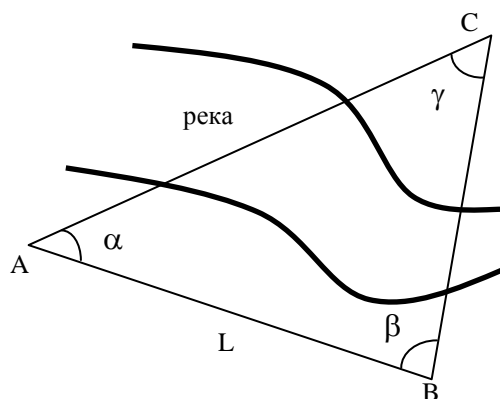


Рис. 1. Пример простейших измерений

Геодезическо-маркшейдерские работы являются ответственным процессом на всех этапах строительства метрополитенов, тоннельных путепроводов, карьеров по добыче полезного ископаемого и многих других крупных строительных объектов. Залогом качественного и эффективного маркшейдерского обеспечения является использование геодезических приборов, обеспечивающих необходимую точность и оперативность получения

результатов измерения, а также качественное выполнение уравнильных вычислений этих результатов [5].

Литература

1. Геодезия и маркшейдерия. /Под ред. В.Н. Попова, В.А. Букринского: учебник для вузов. 2-е изд.стер. – М.: изд.во «Горная книга» 2007. – 453 с.
2. Технический регламент «О производстве маркшейдерских работ» [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<http://www.geomarkservis.ru/indexs/doc/gost/general/mark%20regl.htm>, свободный.

3. Теория измерений. Учеб. пособие/ Т.И. Мурашкина, В.А. Мещеряков, Е.А. Бадеева и др. – М.:Высш.шк., 2007. – 151 с.: ил.
4. Основы уравнильных вычислений: Учеб. пособие для вузов. – М.: Недра, 1990. –240 с. :ил.
5. Применение маркшейдерии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trimble-ts635.ru/Mark>, свободный

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНТЕЗА ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНТЕЗА В ТВЕРДОЙ ФАЗЕ

Шампиева А.Т.

Томский политехнический университет
634050, Россия, г. Томск, пр–т Ленина, 30
E-mail: albina_shampiyeva@hotmail.com

Введение

Синтез в твердой фазе, обладает широкими возможностями для получения материалов различных типов. Использование энергии электронного луча (ЭЛ) зарекомендовало себя во многих областях, в том числе при термической обработке и нанесении покрытий. Комбинированный метод ЭЛ обработки материала [1, 2] с предварительно нанесенным слоем, в ходе которой осуществляется синтез покрытия, позволяет реализовать преимущества ЭЛ обработки и превращений в конденсированной фазе с целью получения покрытий с требуемыми свойствами.

Ниже предложена и исследуется математическая модель процесса синтеза покрытия системы $TiNi_3+Ti$ с превращениями в конденсированной фазе на основу из железа с использованием электронно-лучевого нагрева. Заметим, что в процессе синтеза покрытия на подложке редко происходит формирование соединения или переходной зоны между материалами. Для формирования переходной зоны требуется дополнительная термическая обработка. Но подложка, отнимающая тепло из зоны нагрева, может оказывать существенное влияние на режимы инициирования реакции, на режимы послойного распространения реакции в конденсированной фазе аналогично тому, как влияют на режимы превращения в подобных системах инертные включения; инертный стержень или соединяемые материалы.

Цель настоящей работы заключается в исследовании синтеза покрытия с учетом влияния полей напряжений и деформаций возникающих в процессе синтеза.

Математическая постановка

Предположим, что на тонкую пластину из железа тонким слоем нанесено покрытие из смеси $TiNi_3+Ti$. Перераспределение элементов по толщине пластины с покрытием в первом приближе-

нии можно не рассматривать, полагая, что это существенно более медленный процесс происходит после того, как произойдет синтез покрытия, т. е. на стадии остывания. Пластина свободна от действия внешних сил, то можно считать [3], что такая пластина находится в плоском напряженном состоянии. Предположим, что внешний источник энергии, перемещающийся по поверхности образца со скоростью V , таков, что нагрев поверхности в направлении, перпендикулярном направлению движения, можно считать равномерным. Указанные условия реализуются при использовании в качестве источника энергии сканирующего электронного луча, развернутого в линию, при условии, что ширина сканирования перекрывает ширину образца. Под воздействием внешнего источника энергии в покрытии происходит инициирование химических реакций. В этом случае мы приходим к одномерной постановке задачи [4], которая включает уравнение теплопроводности

$$c_{\text{eff}} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x_1} \left(\lambda_{T,b} (\delta(k_{\lambda,T} - 1) + 1) \frac{\partial T}{\partial x_1} \right) - D(A - 3B) \frac{\partial \sigma_{22}}{\partial t} - \sigma_0 \varepsilon_{\text{eff}} \frac{(T^4 - T_0^4)}{h_c + h_b} + \frac{q_e(t, x_1)}{h_c + h_b} + W_{\text{eff}};$$

и систему кинетических уравнений для системы $TiNi_3+Ti$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial y_1}{\partial t} &= -y_1 \varphi_1, & \frac{\partial y_2}{\partial t} &= -y_2 y_3 \varphi_2 - y_2 y_4 \varphi_3, \\ \frac{\partial y_3}{\partial t} &= 2y_1 \varphi_1 - y_2 y_3 \varphi_2, & \frac{\partial y_4}{\partial t} &= y_1 \varphi_1 - y_2 y_4 \varphi_3, \\ & & \frac{\partial y_5}{\partial t} &= y_2 y_4 \varphi_3, \end{aligned}$$

и уравнения для определения компоненты тензора напряжений и тензора деформаций, следующие из основных уравнений [10]