

учнів вдома (така можливість також передбачена цим ППЗ).

Для успішного впровадження комп'ютерного навчання при вивченні фізики важливим є не лише забезпечення навчальних закладів сучасними комп'ютерними технологіями, але і вирішення більш суттєвих проблем, які сприяють підвищенню якості навчання фізики та інтенсифікації процесу навчання взагалі. Ефективне використання комп'ютера на уроках фізики, уміле поєднання власної педагогічної майстерності та можливостей комп'ютерної техніки дозволяє вчителю підвищувати якість знань учнів.

БІБЛОГРАФІЯ

1. Алгебра 11 клас для загальноосвітніх навчальних закладів. Версія 1.0 ДП НВП «Укрприборсервіс» 2006р.

2. Геометрія 7-9 для загальноосвітніх навчальних закладів. Версія 1.0 ЗАТ «Мальва» 2006р.

3. Навчальна програма з математики для загальноосвітніх навчальних закладів 5-9 класи //Математика в школі №2, 2006р.

4. Програма для загальноосвітніх навчальних закладів «Фізика 10-12 класи» (рівень профільного навчання)

5. <http://www.krugosvet.ru>

6. <http://www.km.ru>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА.

Лобас Олена Миколаївна - викладач кафедри експериментальної та теоретичної фізики Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка, аспірантка кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені В.Винниченка.

Наукові інтереси: використання ІКТ при вивченні фізики.

САМОСТІЙНА РОБОТА СТУДЕНТІВ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ

Степан ЛОСКУТОВ, Любов СТЕПАНОВА, Михайло ПРАВДА

Запропоновано методику виконання лабораторних робіт з фізики на базі наукового обладнання загальних кафедр. Наведено приклад лабораторної роботи, що базується на використанні рентгенівського дифрактометра ДРОН-3М.

The methodology of carrying out laboratory works general education chairs in physics on the basis of scientific equipment is proposed. The example of laboratory work basing on the usage of x-rays diffractometer DRON-3M is given.

В сучасних умовах методика проведення лабораторних робіт вимагає вдосконалення і деякого корегування. Це обумовлено різними причинами. Внаслідок впровадження Болонського процесу, в Україні збільшується кількість годин, спрямованих на самостійну роботу студентів. Водночас знос лабораторного обладнання на загальних кафедрах не компенсується у зв'язку з недостатнім фінансуванням. Це приводить до заміни реальних фізичних експериментів комп'ютерним моделюванням, що негативно позначається на придбанні студентами навичок роботи із лабораторними приладами. Також необхідно забезпечити можливість відробляти лабораторні роботи студентам, які пропустили поточні заняття.

Найбільш сприятливим на наш погляд, є проведення лабораторних занять в завершальній частині курсу загальної фізики, коли студенти значною мірою вже набули початкових навичок роботи з приладами. На кафедрі фізики ЗНТУ розроблені методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу фізики. Роботи базуються на використанні рентгенівського дифрактометра ДРОН – 3М.

Цей дифрактометр практично безперервно використовується при виконанні науково-дослідних робіт співробітниками кафедри. Саме тому завжди існує експериментальний матеріал, що вимагає подальшої обробки та аналізу, і який можна запропонувати студентам.

Дана стаття присвячена розробці методичних вказівок до проведення досліджень при виконанні навчального практикуму або самостійної роботи студентів. Збірник складається із п'яти лабораторних робіт.

Приклад виконання лабораторної роботи № 3 «Визначення залишкових макроскопічних напружень у металах після зміцнювальних поверхневих обробок».

Мета роботи: ознайомлення з сучасними методами експериментального дослідження структури сплавів та обробки експериментальних даних.

На першому етапу виконання роботи студент повинен ознайомитися з теоретичним матеріалом.

Для визначення макронапружень в металах було обрано рентгенодифрактометричний метод, заснований на точному визначенні деформації кристалічних ґраток досліджуваного матеріалу [1-3]. Цей метод має наступні переваги перед іншими: є не руйнуючим, безконтактним і експресним.

Слід зазначити, що найбільш поширеним методом рентгенодифрактометричного виміру залишкових макроскопічних напружень є метод " $2\theta - \sin^2 \psi$ ", де θ - кут Вульфа - Бреґга, ψ - кут між нормаллю до кристаліграфічних площин,

що відбивають промені, та нормаллю до поверхні зразка [4]. Відбиття рентгенівських променів від сімейства паралельних кристалографічних площин відбувається тільки при певному значенні кута падіння θ , пов'язаного з довжиною хвилі первинного випромінювання λ і міжплощинною відстанню d_{hkl} законом Брегга

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta, \quad (1)$$

де $n = 1, 2, 3 \dots$ – порядок відбивання, цілі числа, h, k, l – індекси площини.

Дифрагований промінь лежить в площині, що містить первинні промені і нормаль до площини, що їх відбиває. Кут між первинним і відбитим променями дорівнює 2θ . Аналіз кривої розподілу інтенсивності рентгенівського пучка в залежності від кута 2θ , при використанні строго монохроматичного первинного випромінювання і при обчислюванні інструментальних похибок дає можливість точно визначити міжплощинні відстані.

Вимір величини макроскопічних напружень методом рентгеноструктурного аналізу засновано на точному визначенні величини деформації кристалічних ґраток досліджуваного матеріалу. За результатами виміру деформації обчислюється напруження. З основного рівняння рентгеноструктурного аналізу – формули Вульфа-Брегга - маємо наступне співвідношення:

$$\varepsilon = \frac{d - d_0}{d_0} = \frac{\Delta d}{d_0} = -ctg(\theta) \cdot \Delta\theta \quad (2)$$

де ε - відносна деформація кристалічних ґраток; d_0 і d – відстані між кристалографічними площинами для недеформованого і деформованого матеріалу відповідно; $\Delta\theta$ - зміна кута відбиття в результаті деформації. На практиці $\Delta\theta$ це різниця в положенні центру тяжіння дифракційної лінії в деформованому і недеформованому зразках. Вимірюючи експериментальне значення $\Delta\theta$, можна визначити деформацію ε . З формули (2) виходить важливий висновок, що найменша похибка у визначенні деформації буде при використанні дифракційних ліній, кут θ яких найбільш близький до $\pi/2$, оскільки котангенс кута θ прагне в цьому випадку нуля. Простий і експресний метод визначення залишкових макронапружень заснований на формулі

$$\sigma_x = -\frac{E}{2(1+\nu)} ctg\theta \frac{\partial(2\theta)}{\partial \sin^2 \psi}, \quad (3)$$

де θ – кут Вульфа-Брегга; ψ – кут між нормаллю до поверхні зразка і напрямком первинного рентгенівського променя; E - модуль Юнга; ν - коефіцієнт Пуассона.

Для розрахунків за формулою (3) вже не потрібно досліджувати зразок, в якому макронапруження відсутні. Необхідно побудувати залежність певного експериментального положення подвійного брегівського кута 2θ від значень $\sin^2 \psi$ і потім за графіком визначити значення похідної, що входить в розрахункову формулу (3) як множник.

Знання довжини хвилі рентгенівського випромінювання і кута відбиття дифрагованих променів, дозволяє визначити міжплощинні відстані в кристалічних ґратках, а інтенсивність дифракційного піку залежить від розташування атомів в елементарній комірці. За величиною відхилення міжатомних відстаней від рівноважних значень можна визначити однорідні пружні деформації ґраток і, якщо відомі пружні сталі для матеріалу, оцінити напруження в поверхневому шарі. Спотворення ґраток, що викликають появу неоднорідних пружних деформацій і зменшення областей когерентного розсіяння, приводять до розширення кутового інтервалу дифракційної лінії. Аналіз розмиття відбитків дозволяє одержувати дані про структуру деформованих кристалів. Відомі експериментальні дані свідчать про те, що у разі деформації кристалів розширення рентгенівських ліній безперервне і обумовлене більш менш безперервними спотвореннями кристалічних ґраток. Основний внесок в ці спотворення вносять дислокації або групи дислокацій, що утворюються при деформаційному зміцненні.

З метою підвищення продуктивності рентгенодифрактометричних вимірювань до внутрішньої ЕОМ був підключений персональний комп'ютер. Була розроблена спеціальна програма багатопланової автоматизованої обробки даних за допомогою зовнішнього комп'ютера. Результати вимірювань - залежність інтенсивності розсіяння від кута $I = f(2\theta)$ із заданим кроком і числом сканувань завантажуються в зовнішню ЕОМ і наочно відображаються у вигляді графіка на екрані дисплея. Далі проводиться дисперсійний аналіз одержаного числового масиву. Точки, які не задовольняють критерію цього аналізу (модуль відхилення від середнього при скануванні значення не повинен перевищувати дисперсії), замінюються усередненим значенням інтенсивності інших сканувань при цьому ж куті 2θ . Ця процедура дає можливість знайти і усунути випадкові відхилення. Потім на екрані зображуються експериментальні точки всіх сканувань, і будується усереднений дифракційний пік в оптимальному масштабі. Програма переходить в діалоговий режим.

Досліднику надається можливість виконати наступні операції:

1. Побудувати дифракційний пік кожного з сканувань.

2. Згладити дані експерименту за відомим алгоритмом (в нашому випадку п'ять експериментальних точок). Одержана крива зображується на екрані.

3. Відкоригувати положення лінії фону.

4. Виконати розрахунок центру тяжіння дифракційного піку, який в даний момент зображений на екрані; обчислити інтегральну інтенсивність піку, максимальну його висоту і ширину на половині висоти.

5. Розрахувати макронапруження за даними зйомки, використовуючи декілька кутів нахилу зразка.

Всі ці операції можуть виконуватися в будь-якій послідовності після виходу в головне меню.

Практична частина. Дослідження проводили за допомогою рентгенівського дифрактометра ДРОН – 3М. Цей апарат забезпечений гоніометром, що дозволяє здійснювати відлік кутів повороту зразка по відношенню до первинного пучка і кутів відбиття рентгенівського променя з абсолютною похибкою вимірювання $0,005^\circ$. Прилади забезпечені чутливими сцинтиляційними детекторами розсіяного випромінювання з автоматичною реєстрацією і системою автоматичного управління процесом вимірювань інтенсивності за програмою, що задається (інтервал кутів, крок сканування). Застосовували монохроматичне β - випромінювання рентгенівської трубки з кобальтовим анодом і вдосконалену методику реєстрації розсіяного рентгенівського випромінювання, що дозволяє збільшити вимірюваний граничний кут Вульфа - Брегга до 87° і на порядок підвищити точність визначення макроскопічних залишкових напружень для титанових сплавів.

Зразки для дослідження закріплювали в спеціально розробленому утримувачі і ретельно юстирували так, щоб робоча площа була

вертикальною і містила вісь гоніометра. Використовували 5 кутів ψ і одну зйомку з одного і того ж місця зразка для кожного з цих кутів. Площа опроміненої ділянки на поверхні зразка складала $1 \text{ ? } 5 \text{ мм}^2$.

Результати вимірювань

Завдання 1. Розрахувати індекси дифракційних ліній зразка зі сплаву титану. Порівняти отримані результати з табличними. Зробити висновок.

На першому етапі роботи була знята повна дифрактограма зразка, після відпалу при температурі 750°C з витримкою 3 години в умовах високого вакууму $2 \cdot 10^{-5}$ мм.рт.ст.. Для розрахунку індексів ліній, використовувалися наступні дані: довжина хвилі рентгенівського випромінювання $\lambda = 1,62075 \cdot 10^{-10}$ м, параметри ґраток для α -Ti: $a = 2,953 \cdot 10^{-10}$ м, $c = 4,729 \cdot 10^{-10}$ м; для β -Ti: $a = 3,32 \cdot 10^{-10}$ м. Студент отримує експериментальні дані у вигляді таблиці.

Завдання 2. Використовуючи результати рентгенодифрактометричних вимірів, визначити величину залишкових макроскопічних напружень у зразку титану марки VT3-1 після поверхневої зміцнювальної обробки.

Послідовність обробки експериментальних даних на прикладі зразка зі сплаву титану марки VT3-1 така:

1. Вибрати інтервал сканування для реєстрації лінії (213) α -титану:

$$\Delta(2\theta) \rightarrow 160 \text{ ? } 174.$$

2. Здійснити вимір інтенсивності відбитого від зразка рентгенівського випромінювання в залежності від кута 2θ для різних кутів ψ між нормаллю до поверхні зразка і напрямком первинного рентгенівського променя.

3. Відкриття програми «Origin». Використовуючи перехід у меню програми «File - Import - ASCII», розподілити виміряні дані за відповідними таблицями.

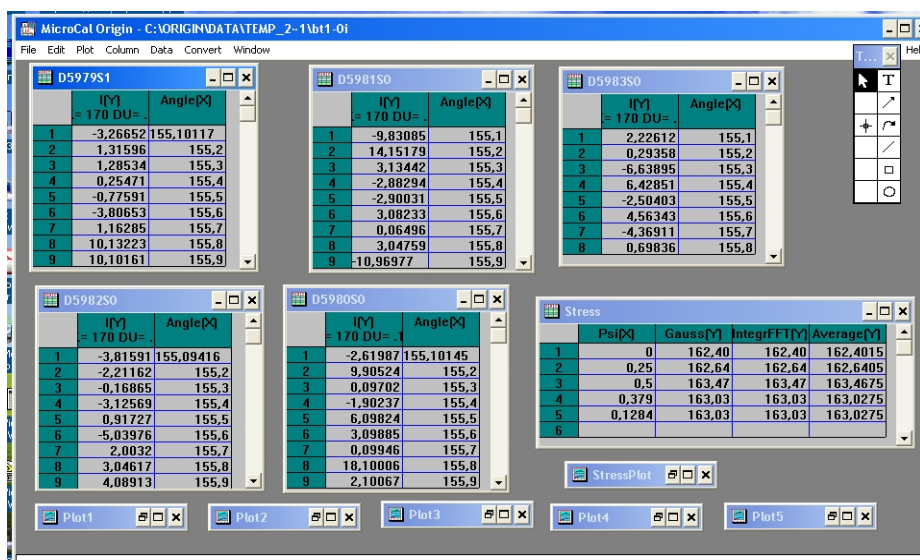


Рис. 1. Вихідні таблиці програми «Origin»

4. Для кожної таблиці установити інтервали кутів сканування і крок сканування.
5. Відкрити послідовно графіки

Plot1...Plot5. Установити масштаби графіків та нульовий фон. Вибрати в меню процедуру згладжування по Гаусу і виконати її.

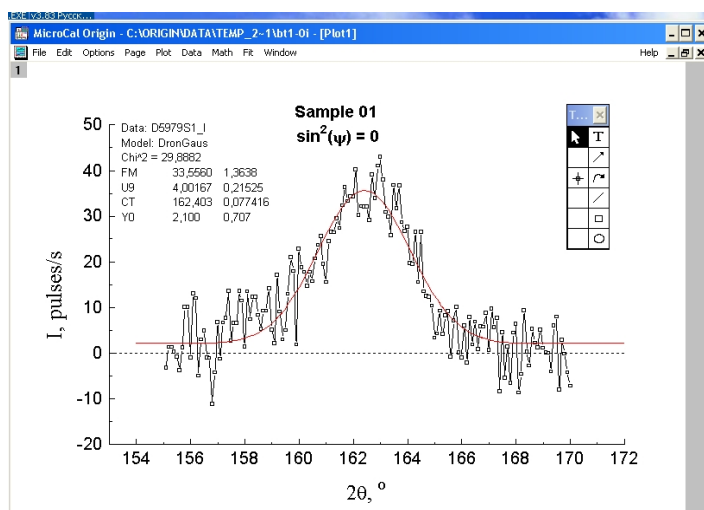


Рис. 2. Вікно графічної обробки дифракційного піка програми «Origin»

6. Записати отримані значення кутів центра тяжіння в таблицю «Origin» і в окрему робочу таблицю.

7. У меню програми «Origin» вибрати «Window – Script - Window File» і відкрити програму розрахунків макронапружень «Pstress.txt». Після запуску цієї програми одержуємо значення макронапружень у МПа. Розрахунок здійснюється за формулою (3).

8. Проаналізувати отримані результати.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А. Рентгенографический и электроннооптический анализ.– М.: Металлургия, 1970.– 368 с.
2. Комяк Н.И., Мясников Ю.Г. Рентгеновские методы и аппаратура для определения напряжений.- Л.: Машиностроение, 1972.- С.88-120.

3. Вишняков Я.Д. Современные методы исследования структуры деформированных кристаллов.- М., Металлургия, 1975.- 480 с.

4. Васильев Д.М., Трофимов В.В. Современное состояние рентгеновского способа измерения макронапряжений. Обзор // Заводская лаборатория. - 1984.- 50, № 7.- С. 20 - 29.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Лоскутов Степан Васильович – доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедрою фізики Запорізького національного технічного університету.

Степанова Любов Петрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри фізичного матеріалознавства Запорізького національного технічного університету.

Правда Михайло Іванович – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фізики Запорізького національного технічного університету.

Наукові інтереси: проблеми самостійної роботи учнів.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ УРОКА ФИЗИКИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ К ОБУЧЕНИЮ

Светлана ЛУКАШЕВИЧ, Виктор АНДРЕЄВ

Рассматриваются особенности построения синтезированного урока на примере темы «Реостаты».

The features of a construction synthesizing lesson by the example of theme "Rheostats" have been examined.

В условиях усиления воспитывающего и развивающего обучения особое внимание уделяется деятельности обучаемого. Пути реализации такого подхода к процессу обучения в практической работе учителей наметили несколько направлений организации учебной работы учащихся, которые и определили построение урока. Прежде всего —

это обучение на основе жесткого управления мыслительной деятельностью всех учащихся (программированное обучение и обучение на основе опорных сигналов). Уроки, построенные с учетом данного направления, обладают большими достоинствами. Они помогают ученикам запомнить большой объем фактической информации и проверить ее усвоение у каждого. Однако сильная схематизация ослабляет воспитательно-развивающую направленность урока.