

студентам, що фізика становить універсальну базу науки і техніки, і що фізичні явища та процеси, які наразі не знайшли застосування, в майбутньому можуть виявитися в центрі досягнень цивілізації у будь-якій галузі.

Перспективи подальших досліджень в цьому напрямку ми пов'язуємо з розробкою методичних рекомендацій щодо застосування алгоритму добору методів, форм та засобів навчання на основі подвійних міжпредметних зв'язків фізики та фахових дисциплін за видами та функціями професійної діяльності.

Список використаних джерел:

1. Бардус І.О. Професійно орієнтоване навчання фізики студентів інженерно-педагогічних спеціальностей комп'ютерного профілю : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 «Теорія і методика навчання (фізика)» / Бардус Ірина Олександрівна. – Бердянськ : Бердянський державний педагогічний університет, 2012. – 258 с.
2. Бахадирова З. Профессиональная направленность общеобразовательной подготовки студентов (на примере обучения физике в технических вузах) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)» / Бахадирова Закия. – Ташкент, 1990. – 15 с.
3. Бушок Г.Ф. Методика преподавания общей физики в высшей школе / Г.Ф. Бушок, Е.Ф. Венгер. – К. : Наукова думка, 2000. – 415 с.
4. Копетчук В.А. Проблема професійної спрямованості навчання в історії розвитку вітчизняної педагогічної думки / В.А. Копетчук // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. / редкол.: І.А. Зязюн (голова) та ін. – К. ; Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2008. – Вип. 17. – 493 с.
5. Сергієнко В.П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 «Теорія і методика навчання (фізика)» / Сергієнко Володимир Петрович. – К., 2005. – 52 с.
6. Шарко В.Д. Теоретичні засади методичної підготовки вчителя фізики в умовах неперервної освіти : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Шарко Валентина Дмитрівна ; Національний педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2006. – 542 с.

І. А. Бардус

Бердянський державний педагогічний університет

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-ПЕДАГОГОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОФИЛЯ В УСЛОВИЯХ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Статья посвящена поиску путей совершенствования содержания обучения курса физики, которые бы способ-

ствовали формированию профессиональной компетентности студентов инженерно-педагогических специальностей компьютерного профиля. Освещены требования к содержанию обучения физике, способствующие эффективному формированию предметно-профессиональной компетентности студентов инженерно-педагогических специальностей компьютерного профиля. Описана роль межпредметных связей физики и специальных дисциплин по видам профессиональной деятельности при формировании профессиональной компетентности студентов. Определено содержание курса физики для студентов инженерно-педагогических специальностей компьютерного профиля. Показаны связи физики и специальных дисциплин по видам и функциям профессиональной деятельности. Приведен перечень профессионально важных тем и примеров применения физических законов и явлений в компьютерной технике и сетях для будущих инженеров-педагогов компьютерного профиля.

Ключевые слова: содержание обучения, компетентный подход, физика, инженер-педагог, межпредметные связи.

I. A. Bardus

Berdyansk State Pedagogical University

IMPROVEMENT OF CONTENTS OF TEACHING PHYSICS FOR FUTURE ENGINEER-PEDAGOGUES OF COMPUTER PROFILE IN CONDITIONS OF COMPETENCE APPROACH

Article is devoted to finding ways of improving the learning content of physics that would facilitate the formation of professional competence of students of engineering and pedagogical specialties of computer profile. Highlighted requirements for the content of teaching physics that lead to the effective formation of subject and professional competence of students of engineering and pedagogical specialties of computer profile. Described the role of interdisciplinary links of physics and special subjects by occupational activity in the formation of professional competence of students. Defined the content of physics course for students of engineering and pedagogical specialties of computer profile. Showed links of physics and special disciplines by types and functions of the professional activities. Provided the list of professionally important topics and examples of using of physical laws and phenomena in computer technology and networks for future engineer-pedagogues of computer profile.

Key words: learning content, competency based approach, physicist, engineer, engineer-pedagogue, interdisciplinary communication.

Отримано: 11.05.2014

УДК 538.971

М. В. Беркещук

*Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
e-mail: mishaberces@gmail.com*

МОДИФІКАЦІЯ СТРУКТУРИ НАНОПОРИСТОГО ВУГЛЕЦЕВОГО МАТЕРІАЛУ ШЛЯХОМ ЛАЗЕРНОГО ОПРОМІНЕННЯ

У роботі проведений аналіз впливу лазерного опромінення на пористу структуру вуглецевих матеріалів, які використовуються в якості електродів електрохімічних конденсаторів чи інших джерел та накопичувачів електричної енергії. Розглянуті різні теоретичні моделі взаємодії лазерного випромінювання із структурою твердого тіла, що призводять до перерозподілу та утворення пор у ньому. Зокрема, проаналізовані теоретичні основи теплової моделі та моделі концентраційно-деформаційно-теплових нестабільностей, визначені основні механізми зміни структури. В роботі отримані основні кількісні співвідношення для умов утворення та перерозподілу пор в твердому тілі, вказані необхідні коефіцієнти та проведена кореляція між отриманими результатами та експериментальними даними. Аналіз моделей проведений як для загального випадку, так і для конкретного досліджуваного матеріалу.

Ключові слова: лазерне опромінення, пора, нанопористий вуглецевий матеріал.

Закономірності формування, еволюції пористих структур представляють значний науковий та практичний інтерес, оскільки пори є невід'ємними компонентами структури матеріалу та визначають його походження, властивості та використання. Особливе зацікавлення викликає поведінка пористого матеріалу в умовах зовнішнього впливу, зокрема термічно-лазерного. Потужне лазерне опромінення, при певних порогових значеннях енергії в імпульсі, як правило, ініціює утворення кластерів точкових дефектів (пор, дислокаційних петель різно-

го типу), а також упорядкованих структур (надграток) в об'ємі та на поверхні твердих тіл.

Особливий інтерес складають пористі матеріали, які можуть бути використані для формування електродів генераторів чи накопичувачів електричної енергії. До таких матеріалів належить нанопористий вуглецевий матеріал (НВМ), який слугуватиме електродним матеріалом для електрохімічних конденсаторів, що працюють за принципом заряду/розряду подвійного електричного шару (ПЕШ). Вимоги до питомих характеристик електродних матеріалів безупинно зростають і методи отри-

мання НВМ не в змозі їх задовольнити. У зв'язку з цим отримання НВМ вимагає проведення додаткових технологічних операцій (хімічна обробка, нагрів в атмосфері інертних чи хімічно активних газів, легування металами з високою густиною електронних станів і т.п.), які б забезпечили йому необхідні параметри [1]. У цьому плані цікавими для вивчення є можливості впливу погужного лазерного опромінення на властивості НВМ, оскільки такий вплив здатний перевести опромінену систему в сильно нерівноважний стан, релаксація якого відбуватиметься через структурну самоорганізацію системи, зокрема з перебудовою фрактальної структури пор.

Тому мета наукової розвідки – дослідити можливість модифікації структури НВМ лазерним опроміненням для покращення експлуатаційних питомих характеристик електрохімічних конденсаторів, виготовлених на їх основі.

Утворення пор у матеріалі під впливом лазерного випромінювання

Ефекти кластеризації однотипних дефектів (вакансій, міжвузлових атомів, домішкових атомів) у такі утворення, як вакансійні пори, дислокаційні петлі можна трактувати як дифузійно-деформаційну нестабільність однорідного стану системи точкових дефектів. У рамках загальної системи концентраційно-деформаційно-теплових нестабільностей, в наближенні адиабатичності поля деформації, зміну об'єму кристалу можна визначити як:

$$\operatorname{div} \vec{U} = K \Omega n, \quad (1)$$

де \vec{U} – вектор зміщення, K – модуль всестороннього стискування, n – густина вакансій, Ω – параметр, який характеризує зміну об'єму кристала при утворенні в ньому дефектів. При цьому, дифузійний потік буде визначатися із співвідношення:

$$\vec{j} = -D \left(1 - \frac{\Omega^2 K n}{kT} \right) \nabla n, \quad (2)$$

де D – коефіцієнт дифузії, T – абсолютна температура, k – стала Больцмана.

Врахування пружної деформації призводить в даному випадку до появи додаткового вкладу в потік, напрямленого проти звичайної дифузії в системі з однотипними дефектами ($\Omega^2 > 0$ для $\Omega > 0$ і $\Omega < 0$). Для різнотипних дефектів ($\Omega_1, \Omega_2 < 0$) додатковий потік співпадає за напрямом із дифузійним. При умові $\Omega < 0$, наприклад, у випадку, коли вакансії або домішкові атоми малого радіусу, потік викликає збудження ґратки, яке призводить до зменшення об'єму, причому області звуження є притягуючими для дефектів із $\Omega < 0$ і відштовхуючими для дефектів з $\Omega > 0$ [2].

Кількісні умови виникнення кластерів у системі однотипних дефектів, наприклад, вакансій, знаходяться при підстановці (2) у рівняння, яке описує кінетику дефектів:

$$\frac{\partial n_j(\vec{r}, t)}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{j}(\vec{r}, t) = G_j(\vec{r}, t) - L_j(\vec{r}, t), \quad (3)$$

де G_j – швидкість генерації дефектів, L_j – описує втрати дефектів за рахунок процесів взаємної рекомбінації, поглинання і лінеаризації їх в околі однорідного розв'язку ($n_0 = G/\beta_0$). Тоді для інкремента нестабільності маємо:

$$\gamma = -Dg^2 \left(1 - \frac{\Omega^2 K n_0}{kT} \right) - \beta_0, \quad (4)$$

де g – хвильове число збурень.

Тоді умови нестійкості системи можна представити як:

$$G > G_* = \frac{kT\beta}{\Omega^2 K}, \quad g^2 D > \frac{\beta_0}{\Omega^2 K n_0}. \quad (5)$$

Іх виконання еквівалентне локальній зміні знаку ефективного коефіцієнта дифузії вакансій. Це означає, що однорідний розподіл вакансій, починаючи з деякої критичної швидкості їх утворення, яка визначається температурою, модулем всестороннього стискування, стає нестійким. Виникає їх напрямлений потік, який призводить до зростання в області стискування густини вакансій, їх перенасичення і утворення пор.

В нелінійному режимі нестабільності для стаціонарних Фур'є-амплітуд нестійких мод знаходимо [3]:

$$n_k = \frac{n_0 D K \Omega g^2}{kT(Dg^2 + \beta_0) \sqrt{\beta_a}} \sqrt{\frac{Dg^2 n_0}{(Dg^2 + \beta_0) n_*} - 1}, \quad (6)$$

$$\varepsilon_g = -\frac{1}{\sqrt{\beta_a}} \sqrt{\frac{Dk^2 n_0}{(Dg^2 + \beta_0) n_*} - 1}, \quad (7)$$

де β_a – константа ангармонізму.

Сумуючи (6) і (7) по всіх індексах k і враховуючи, що $\beta_0 = 0$, отримаємо результуючі поля n і ε :

$$n(\vec{r}) = n_0 \left(1 + \frac{g\Omega}{8\pi^3 k T N_0 \sqrt{\beta_a}} \right) \left(\frac{n_0}{n_*} - 1 \right)^{1/2} \delta(\vec{r}), \quad (8)$$

$$\varepsilon(r) = -\frac{1}{8\pi^3 N_0 \sqrt{\beta_a}} \left(\frac{n_0}{n_*} - 1 \right)^{1/2} \delta(r), \quad (9)$$

де N_0 – число ґратки, $\delta(r)$ – дельта-функція.

Із (8) і (9) видно, що процес утворення кластерів дефектів має характер нерівноважного фазового переходу другого роду. Він відбувається при перевищенні швидкості генерації дефектів деякого критичного значення G_* . Характерні значення критичних параметрів при $T = 700$ °C складають $G_* = 10^{20}$ см⁻³с⁻¹, $g_*^2 = 5 \cdot 10^7$ см⁻².

Розглянутий механізм виникнення кластерів є аналогічним механізму з утворення полярона, який представляє собою автолокалізований стан електрона в іонних кристалах.

При визначених інтенсивностях лазерного випромінювання (або високих швидкостях генерації точкових дефектів і при достатньо високій густині пор) у твердому тілі може спостерігатися явище просторового упорядкування пор: однорідні ґратки, концентричні кільця, тривимірні надґратки пор. Структури із пор можуть містити різні недосконалості, зокрема точкові та лінійні дефекти кристалічної ґратки (наприклад, аналоги вакансій, дислокацій крайового типу).

Наявність надґратки пор змінює механічні, оптичні і надпровідні властивості металів. При детальному дослідженні із надґраткою пор у магнітному полі показано, що при визначених умовах повинні спостерігатися ефекти Джозефсона, пов'язані з тунелюванням куперовських пар між порами.

Упорядкування пор у вигляді концентричних кілець, яке призводить до періодичного рельєфу поверхні, спостерігалось в молібденовій плівці при опроміненні її випромінюванням неперервного СО₂-лазера. В [4] надґратку пор в об'ємі твердих тіл спостерігали при опроміненні іонами азоту у чистому молібдені. Це явище спостерігалось і в інших металах: алюмінії, вольфрамі, нікелі, ніобії. Розмір пор у ґратці становив 2-4 нм, а період ґратки 20-60 нм.

Для пояснення механізму утворення надґраток пор пропонується ряд теорій, які ґрунтуються на уявленнях:

- а) про мінімізацію енергії зв'язку між упорядкованими порами;
- б) про анізотропію пружних сталей матриці;
- в) про квантові флуктації зарядової густини на поверхні упорядкованих пор.

Однак, спроби пов'язати утворення надґраток з окремими їх властивостями або властивостями кристалу виявилися безуспішними. Надґратки пор правомірно розглядати як відкриті нерівноважні дисипативні структури.

Загальну картину самоорганізації ґратки пор можна представити наступним чином. При опроміненні в об'ємі твердих тіл утворюються вакансії і міжвузлові атоми. Останні рухаються швидше і можуть виходити на поверхню та приєднуватися до інших дефектів. По мірі зростання числа вакансій починається процес їх конденсації – виникають пори. Вакансії приєднуються до пор, і пори ростуть. Цей потік вакансій на пори врівноважує їх утворення в об'ємі. При збільшенні інтенсивності опромінення зростання числа вакансій повинно компенсуватися зростанням їх потоку на пори. Цей потік визначається площею поверхні пор, а також їх просторовим розташуванням. Він стає максимальним при упорядкуванні пор. Необхідною умовою виникнення механізму додатного зворотного зв'язку являється нелінійна динамічна взаємодія пор із точковими дефектами.

Стан системи вакансійних пор і вакансій описується наступними рівняннями:

$$\frac{\partial R}{\partial t} = D\Omega \frac{n - n_e^S(R)}{R} + D_0(R)\Delta R, \quad (10)$$

$$\frac{\partial n}{\partial t} = G - 4\pi DN\Omega R \left[n - n_e^s(R) \right] - D\rho_d(n - n_e) + D\Delta n, \quad (11)$$

де R – середній радіус пори, $n_e^s(R) = n_e \exp(2\Gamma\Omega / RkT)$ – густина «газу» вакансій, який знаходиться в рівновазі з порою радіуса R , n_e – рівноважна густина вакансій, Γ – коефіцієнт поверхневого натягу кристала, N – густина пор, $D_0(R)$ – коефіцієнт дифузії пор.

Однорідний розподіл пор нестійкий по відношенню до утворення ґраток пор. Тому виникнення надґраток пор можливе при наявності зовнішнього впливу, зокрема, внаслідок дії неперервних лазерів.

Якщо на початковій стадії процесу формування надґраток пори розподілені хаотично і ґратка пор відсутня, то при досягненні порами розмірів та концентрацій, для яких виконуються умови

$$\rho_d \ll \rho_g = 4\pi NR_0, \quad G < G_* = \frac{2\Gamma\Omega D\rho_g n_e^s}{R_0 kT}, \quad (12)$$

в системі відбувається кінетичний фазовий перехід: однорідний розподіл пор переходить у неоднорідний, виникає періодична структура з характерним масштабом, який визначається за формулою:

$$d = \frac{2\pi}{\left[\sqrt{(G - G_*) / (D_0 - \rho_g)} \right]^{1/2}}, \quad (13)$$

Із (13) випливає, що період надґратки зростає із збільшенням температури і спадає із збільшенням енергії накачки конденсаторних батарей. Оцінка за цією формулою для періода надґратки дає $d = 40$ нм.

Модельне представлення впливу лазерного випромінювання на порошкоподібний НВМ

Пояснення результатів впливу лазерного випромінювання можливе в рамках теплової моделі нагріву НВМ, так як енергетичні характеристики випромінювання не перевищують порогових значень ($\sim 10^6$ Вт/см²) при яких значну роль відіграють атермічні ефекти (фотохімічних, ударної іонізації, плазмовий і т.д.).

Слід вказати, що просторовий розподіл енергії в імпульсі являється гаусівським. Розмір плями опромінення значно перевищує розміри первинних часток, які також відрізняються за розмірами. Враховуючи неперервне переміщення частинок НВМ під час опромінення вважатимемо що поглинута енергія розподілиться рівномірно, тому оперуватимемо середніми величинами, зокрема температурою. Оскільки в нашому випадку коефіцієнт поглинання α є великим, то характерна товщина матеріалу в якій поглинається випромінювання α^{-1} мала. Розподіл температури по глибині зразка дається розв'язком рівняння теплопровідності

$$\frac{\partial}{\partial t}(c\rho T) = \text{div}(\lambda \cdot \text{grad}T), \quad (14)$$

де c – питома теплоємність НВМ, ρ – його істина густина, λ – питома теплопровідність. Граничні умови для рівняння (14) мають вигляд:

$$\lambda \frac{\partial T}{\partial z} = q(z) \Big|_{z=0} = \alpha\varphi(t)q(z), \quad (15)$$

де $q(z) \Big|_{z=0} = q_0$ – густина потоку лазерного випромінювання,

$$\varphi(t) = \begin{cases} 0, & t < 0 \\ 1, & 0 \leq t \leq \tau \\ 0, & t > \tau \end{cases} \quad (16)$$

τ – тривалість імпульсу, $q(z)$ – густина потоку на глибині z . Розв'язком рівняння (14) є вираз [5]

$$T(z,t) = q_0 v^{-1} \sqrt{a} \times \left\{ \sqrt{t} \text{ierfc} \times \right. \\ \left. \times \left(\frac{z}{2\sqrt{at}} - \frac{1}{2\sqrt{\pi}} \int_0^t \cos \omega(t - \xi) \exp\left(-\frac{z^2}{4a\xi}\right) \frac{1}{\sqrt{\xi}} d\xi \right) \right\}, \quad (17)$$

де a – коефіцієнт температуропровідності, ω – частота слідування імпульсів.

Для квазістаціонарного режиму генерації імпульсного лазера

$$T(z,t) = \frac{2q\sqrt{at}}{\lambda} \text{ierfc} \frac{z}{2\sqrt{at}}, \quad (18)$$

де $\text{ierfc}(x) = \int_x^\infty \text{erfc}(x) dx = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-x^2} - x \cdot \text{erfc}(x)$.

Середній скачок температури в шарі товщиною α^{-1} становить

$$\Delta T = \frac{(1-R)q_0\tau}{c\rho(2D\tau)^{1/2}}, \quad (19)$$

де R – коефіцієнт відбивання лазерного випромінювання, D – коефіцієнт теплової дифузії, відповідно швидкість нагріву і остигання матеріалу

$$\frac{\Delta T}{\tau} = \frac{(1-R)q_0}{c\rho(2D\tau)^{1/2}}. \quad (20)$$

Параметр $\alpha^{-1} / \sqrt{2D\tau}$ для нашого випадку рівний 1.8, тому характерна товщина поглинання лазерного випромінювання становить 30-40 мкм.

Опромінюванню піддається НВМ в якій попередньо, з метою збільшення електронних станів на рівні фермі, впроваджувались метали. Хром розподілений по розвинутій поверхні НВМ нерівномірно, а острівки металу поглинають лазерне опромінення більш інтенсивно ніж поверхня НВМ ($\alpha_m > \alpha_{\text{НВМ}}$). Оскільки температура плавлення наночасток хрому менша за температуру плавлення НВМ то при вказаних режимах опромінення час дії лазерного опромінення

$$t_m = \frac{\pi\alpha(T_m - T_0)}{4k(1-R)^2}, \quad (21)$$

де T_m – температура плавлення матеріалу, T_0 – температура неопроміненого зразка, k – постійна Больцмана. Даний час цілком достатній для плавлення, що підтверджується наявністю оплавлених ділянок на SEM зображеннях поверхні НВМ, легованого хромом.

Окремо слід відмітити роль лазерного опромінення в утворенні пор в конкретному НВМ, яке можна розглядати в рамках моделі концентраційно-деформаційно-теплових нестабільностей. На підставі формул (8) і (9) та (19) характерні значення критичних параметрів для утворення пор $G^* = 5 \cdot 10^{19}$ см⁻³с⁻¹, $\kappa^2 = 10^8$ см⁻².

Отже, лазерне опромінення здатне суттєво модифікувати структуру нанопористого вуглецевого матеріалу і, як наслідок, впливати на питомі характеристики електрохімічних конденсаторів. Зокрема, вплив лазерного опромінення можна розглядати в рамках двох моделей: теплової моделі та моделі концентраційно-деформаційно-теплових нестабільностей. Згідно першої моделі можна описати зміну структури внаслідок оплавлення поверхні пор, друга модель також передбачає можливість як утворення нових, так перерозподіл вже існуючих пор.

Список використаних джерел:

1. Отримання та модифікація нанопористого вуглецю для молекулярних накопичувачів електричної енергії / [А.П. Шпак, І.М. Будзуляк, Р.П. Лісовський, Р.І. Мерена, М.В. Беркешук]. – К. : ІФМ НАН України, 2006. – 82 с.
2. Мирзоев Ф.Х. Лазерное управление процессами в твердом теле / Ф.Х. Мирзоев, В.Я. Панченко, Л.А. Шелепин // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166, №1. – С. 3-32.
3. Емельянов В.И. Механизм образования и эволюции периодических наноструктур рельефа поверхности при сканирующем лазерном неупругом фотодеформировании полупроводников / В.И. Емельянов, С.В. Винценц, Г.С. Плотников // Поверхность. – 2007. – № 11. – С. 55-61.
4. Мирзоев Ф.Х. Кинетика нуклеации кластеров и формирование наноструктур в конденсированных системах / Ф.Х. Мирзоев // Современные лазерно-информационные и лазерные технологии : сборник трудов ИПЛИТ РАН. – М. : Интерконтакт Наука, 2005. – С. 62-77.
5. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов : справочник / [Рыкалин Н.Н., Углов А.А., Зуев И.В., Кокора А.Н.]. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.

М. В. Беркешук

Каменець-Подольський національний університет
імені Івана Огієнка

МОДИФИКАЦІЯ СТРУКТУРИ НАНОПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ

В работе проведен анализ влияния лазерного облучения на пористую структуру углеродных материалов, которые используются в качестве электродов электрохимических конденсаторов или других источников и накопителей электрической энергии. Рассмотрены различные теоретические модели взаимодействия лазерного излучения со структурой твердого тела, приводящие к перераспределению и образования пор в нем. В частности, проанализированы теоретические основы тепловой модели и модели концентрационно-деформационно-тепловых нестабильностей, определены основные механизмы изменения структуры. В работе получены основные количественные соотношения для условий образования и перераспределения пор в твердом теле, указаны необходимые коэффициенты и проведена корреляция между полученными результатами и экспериментальными данными. Анализ моделей проведен как для общего случая, так и для конкретного исследуемого материала.

Ключевые слова: лазерное облучение, пора, нанопористый углеродный материал.

M. V. Berkeschuk

Ukraine, Kamenets-Podolsky Ivan Ohienko
National University

MODIFICATION OF NANOPOROUS CARBON MATERIALS BY LASER RADIATION

The paper analyzed the effect of laser irradiation on porous carbon materials used as electrodes for electrochemical capacitors or other sources and storage of electrical energy. Different theoretical models of the interaction of laser radiation with the structure of solids, leading to redistribution and the formation of pores in it are shown. In particular, analyzes the theoretical basis of the thermal model and model of concentration-deformation-thermal instabilities, basic mechanisms of changes in the structure are identified. In this paper, the main quantitative relation for the conditions of formation and redistribution of pore are received, listed necessary coefficients and carried out a correlation between the obtained results and the experimental data. The analysis of models are carried out for the general case and for particular material.

Key words: laser irradiation, pore, nanoporous carbon material.

Отримано: 29.09.2014

УДК 373.371

Л. Ю. Благодаренко, М. І. Шут

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова,
e-mail: blagodarenkolyu@ukr.net, kzf@ukr.net

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ ЇХ ПРЕДМЕТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Стаття присвячена описанню теоретико-методичних підходів до конструювання змісту навчальної програми з дисципліни «Загальна фізика» для студентів педагогічних університетів. Основний акцент зроблений на тому, що головною метою викладання дисципліни «Загальна фізика» є забезпечення предметної компетентності студента на основі засвоєння ним теорій, законів і моделей сучасної фізики та оволодіння природничо-науковими методами пізнання. Визначено такі системоутворюючі елементи дисципліни «Загальна фізика», як загальнонаукові, природничо-наукові, фундаментальні фізичні знання та знання профільної спрямованості. Показано, що в структурі нормативних навчальних дисциплін фізика є основним компонентом природничо-наукової освіти студентів педагогічних вищих навчальних закладів.

Ключові слова: навчальна програма нормативної дисципліни «Загальна фізика», напрям підготовки «Фізика*», системоутворюючі елементи дисципліни «Загальна фізика».

Вища освіта протягом останніх років зазнала суттєвих змін як у напрямі законодавчого і нормативного регулювання, так і у створенні й впровадженні в освітню практику нових методичних систем і педагогічних технологій. Проте сутнісний аналіз здобутків вищої освіти, яка є головною ланкою системи неперервної освіти, дозволяє виокремити серед них такі основні, як формування методологічних засад її розвитку, розв'язання проблем фундаменталізації, становлення нової педагогічної ідеології. Протягом останніх років були закладені законодавчі основи освітньої галузі, які дозволяють реалізувати можливості всебічної освіти і виховання громадян України і перешкоджають відставанню нашої країни від світових глобалізаційних процесів. В Україні сформована і втілюється в життя така політика в галузі освіти і науки, яка спрямована на досягнення сучасного світового рівня, відродження самобутнього національного характеру, примноження інтелектуального потенціалу.

Саме тому вдосконалення змісту вищої освіти є традиційно актуальною і багатопланою проблемою. Її вирішення об'єктивно не може бути завершеним на довготривалий період, оскільки змінюються вимоги до якості освіти, виникають нові ідеї, осмислюються результати апробації змісту у педагогічній практиці вищих навчальних закладів. З урахуванням цього, у процесі розроблення нової навчальної програми з фізики для педагогічних університетів нами оновлено результативну складову змісту навчання, посилено інтеграцію на рівні змістових ліній, збагачено діяльнісно-практичну спрямованість тощо. Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Загальна фізика» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку 6.040203 Фізика*.

Метою статті є висвітлення теоретико-методичних підходів до конструювання змісту навчальної програми нормативної дисципліни «Загальна фізика» для студентів напрямку підготовки «Фізика*» з урахуванням її спрямованості на забезпечення предметної компетентності студента на основі усвідомлення ним ролі фізики як базису сучасного природознавства, опанування наукових фактів, фундаментальних теорій, законів і принципів.

Предметом вивчення дисципліни «Загальна фізика» є загальні закономірності явищ природи, а також будова і властивості матерії. Фундаментальний характер фізичного знання як філософії науки й методології природознавства, теоретичної основи сучасної техніки й виробничих технологій визначає освітнє, світоглядне та виховне значення дисципліни «Загальна фізика». Завдяки цьому в структурі освітньої галузі він відіграє роль базового компонента природничо-наукової освіти студентів педагогічних вищих навчальних закладів.

У змісті програми враховано міждисциплінарні зв'язки, оскільки фізика має спільні об'єкти і методи дослідження з такими науками, як «Фізична хімія», «Хімічна фізика», «Біофізика», «Геофізика», «Філософія», «Астрономія», «Астрофізика», «Екологія», «Теоретична фізика», «Класична механіка і основи механіки суцільних середовищ», «Електродинаміка», «Термодинаміка і статистична фізика», «Математичні методи фізики», «Основи сучасної електроніки», «Методика навчання фізики». Основою сучасної фізики є математика, тому у процесі вивчення дисципліни «Загальна фізика» використовуються такі математичні дисципліни, як «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія та лінійна алгебра», «Основи векторного і тензорного аналізу», «Диференціальні та інтегральні рівняння», «Теорія ймовірностей і математичні статистика».