

ОКРЕМІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ І-ІІ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ

Стаття присвячена висвітленню окремих аспектів реалізації принципу професійної спрямованості навчання, зокрема, під час вивчення теми «Властивості твердих тіл».

Ключові слова: професійна спрямованість навчання, механічні властивості мінералів.

Аналізуючи діяльність вищих навчальних закладів І-ІІ рівнів акредитації, можемо констатувати, що фізика займає особливе місце у підготовці студентів технічних спеціальностей. Ця фундаментальна наука знаходиться в тісному взаємозв'язку з загальнотехнічними та спеціальними дисциплінами, чим забезпечує ранню професійну орієнтацію. Висвітленню проблем професійної спрямованості навчання та підвищення якості фізичної освіти присвячені роботи вчених П.С.Атаманчука [1], М.І.Шута, В.П.Сергієнка [3], Н.Ф.Тализіної, В.А.Безпалько, Н.В.Стучинської [4]. Все ж актуальним залишається питання побудови змісту курсу фізики, який максимально враховує професійні знання, вміння та навички, необхідні майбутнім фахівцям.

Тому під час викладання теми «Властивості твердих тіл» для студентів спеціальності «Обробка природного каменю» особливу увагу звертаємо на властивості мінералів (механічні, теплові, електричні, магнітні, оптичні). Визначення цих властивостей має величезне значення як для діагностики мінералів, так і в їх практичному використанні – при розвідувальних і експлуатаційних роботах, особливо при бурінні свердловин, пошуках, розвідці і експлуатації корисних копалин, вивченні і визначенні мінерального складу, в розробці методик розвідки і збагачення корисних копалин.

Наприклад, розглядаємо такі **механічні властивості мінералів** [2].

1. Твердість – це ступінь опору мінерального індивіду зовнішній механічній дії. Існує декілька способів визначення твердості, серед яких найбільш поширеними і доступними є: визначення твердості за допомогою склерометра і визначення твердості за допомогою шкали Мооса.

Перший метод використовується в лабораторних умовах. Основний принцип визначення твердості цим методом базується на втисканні під певним навантаженням у відшліфовану поверхню мінералу або на рівну грань кристалу алмазної або сталеві чотиригранної піраміди, заточеної під певним кутом. Величина вм'ятини, яка утворюється при цьому на поверхні мінералу, і дає можливість вирахувати абсолютну твердість за формулою

$$T = 2 \sin \frac{\alpha P}{2d^2},$$

де T – твердість мінералу; α – кут між протилежними гранями алмазної або сталеві піраміди (дорівнює 136°); P – навантаження в кг; d – діагональ вм'ятини в мм.

Відносна твердість мінералу визначається за допомогою шкали Мооса, представленої десятима мінералами-еталонами (табл. 1), в якій мінерал-еталон з вищим порядковим номером дряпає мінерал з нижчим порядковим номером.

Таблиця 1

Шкала Мооса і її основні показники

Відносна твердість	Назва мінералу-еталона	Основні показники мінералів-еталонів
1	Тальк	Залишає сліди на папері, дереві, шкірі
2	Гіпс	Дряпається нігтем
3	Кальцит	Дряпається мідною голкою
4	Флюорит	Дряпається залізною голкою
5	Апатит	Дряпається сталеві голкою
6	Ортоклаз	Слабо дряпає скло при сильному натисканні
7	Кварц	Добре дряпає скло при сильному натисканні
8	Топаз	Ріже скло при сильному натисканні
9	Корунд	Ріже скло при несильному натисканні
10	Алмаз	Добре ріже скло

Як встановлено, величина твердості мінералів залежить від ряду факторів, серед яких головними є: тип структури, валентність катіонів (із збільшенням валентності однотипних сполук твердість збільшується), величина іонних радіусів (твердість збільшується із зменшенням іонних радіусів), координаційне число катіонів (із збільшенням координаційного числа твердість збільшується) та інше.

2. Крихкість – властивість мінералів подрібнюватися при механічній дії з утворенням тріщин або уламків різної величини і форми.

3. Пластичність – властивість мінералу деформуватися під зовнішнім механічним впливом без утворення тріщин або уламків.

Обидві властивості тісно взаємопов'язані між собою і мають не тільки діагностичне, але і технологічне значення. Так, крихкість в багатьох випадках визначає розробку технологічних схем видобування та збагачення корисних копалин. Крім цього, крихкість і пластичність мінералів часто визначає технологію проведення розвідувальних робіт, режим роботи бурового та іншого технологічного обладнання.

Крихкість і пластичність визначаються двома методами: експериментальним – на склерометрах і відносним – дряпанням мінералу загостреним сталевим предметом. Визначення крихкості і пластичності мінералів на склерометрі дозволило всі мінерали згрупувати в п'ять ступенів крихкості (табл. 2).

Таблиця 2

Шкала крихкості і пластичності мінералів

Ступінь крихкості	Характеристика крихкості	Навантаження, при якому утворюються тріщини	Мінерали-еталони
I	Дуже крихкі	<20	Гіпс
II	Крихкі	20-50	Пірит
III	Слабо пластичні	50-100	Кварц
IV	Пластичні	100-200	Самородне залізо
V	Дуже пластичні	>200	Самородна мідь

Визначення крихкості і пластичності мінералу можна проводити сталевим предметом (голкою, ножом). Якщо під натиском голки або ножа на мінералі залишається подряпина, заповнена дрібними уламками, – мінерал крихкий, якщо слід гладкий – пластичний, якщо слід дзеркальний, – дуже пластичний.

Виходячи з теорії внутрішньої будови мінералів, при визначенні крихкості чи пластичності необхідно враховувати явища ізоτροпії і анізоτροпії. Так, ступінь крихкості і пластичності в ізоτροпних мінералах у всіх напрямках буде однаковою, в анізоτροпних – різною. Значний вплив на ступінь крихкості і пластичності мають не тільки тип кристалічної структури, але і тип зв'язку, валентність катіонів, аніонні радіуси, координаційні числа, спосіб упаковки іонів та ряд інших як хімічних, так і кристалохімічних факторів.

4. Спайність – властивість мінеральних індивідів розколюватися під дією механічних сил паралельно існуючим або можливим граням кристалів з утворенням різного ступеню дзеркальності площин.

Залежно від ступеня і характеру розколюваності і дзеркальності, які утворюються при дробленні мінералів, виділяють чотири ступені відносної спайності (табл. 3).

Спайність мінералів знаходиться у прямій залежності від їх внутрішньої будови. Залежно від симетрії кристалів мінералів спайність може проходити по одному, двох, трьох і чотирьох напрямках.

Таблиця 3

Ступені відносної спайності мінеральних індивідів і їх характеристика

Ступінь спайності	Назва ступеня спайності	Характеристика спайності	Мінерали-еталони
I	Досить досконала	Мінерал легко колеться на тонкі листи з утворенням дзеркальних площин спайності	Мусковіт, біотит
II	Досконала	Мінерал колеться на пластини з утворенням одиничних сходинок на площинах спайності	Гіпс, галіт
III	Середня	Мінерал слабо колеться на окремі блоки з утворенням багатосходинок поверхні	Магнетит, мікроклін
IV	Мало помітна	Мінерал подрібнюється з утворенням зерен з нерівною, часто мушлеподібною поверхнею та з малопомітними площинами	Кварц, олівін, берил

5. Окремість – властивість мінеральних індивідів розколюватися по неспайних напрямках. Площини окремісті, як правило, збігаються з зонами орієнтованих включень, площин двійникування, зон утворення мікротріщин під дією стресу, площинами сковзання та ін.

6. Злам – це характер поверхні, яка утворюється при зламі або розриві мінералу. При визначенні зламу рекомендується розглянути окремо злам мінеральних індивідів і злам мінеральних агрегатів (табл. 4).

Злам мінеральних індивідів пов'язаний, в основному, з їх спайністю, яка утворюється при подрібненні мінералу. Злам мінеральних агрегатів, в основному, залежить від характеру поверхонь зростання між окремими індивідами і їх розміру. Це, в першу чергу, стосується порівняно крупнозернистих агрегатів, в яких поверхня зламу рівна, сходиноква або ж нерівна. Поверхня зламу тонкозернистих агрегатів, як правило, шорстка. Характер зламу аморфних агрегатів набуває фарфороподібного, а також нерівного і мушлеподібного виду.

Вивчення і визначення типів зламів рекомендується проводити окремо на мінеральних індивідах і окремо на мінеральних агрегатах. Характер поверхні зламу необхідно проглянути під бінокулярним мікроскопом.

Таблиця 4



Рис. 1. Опис та зовнішній вигляд алмазу

Бесцветные разности представляют собой чистый углерод. Окрашенные и непрозрачные алмазы содержат примеси двуокиси кремния (SiO₂), окиси магния (MgO), окиси кальция (CaO), закиси железа (FeO), окиси железа (Fe₂O₃), окиси алюминия (Al₂O₃), окиси титана (TiO₂); в виде включений встречаются графит и другие минералы

Форма кристаллов. Октаэдры, додекаэдры (тетраэдры); встречаются двойники срастания; кристаллы иногда характеризуются фигурами травления, штриховкой, искривлением граней, наблюдаются неправильные, искаженные кристаллы.

Кристаллическая структура. Гранецентрированная решетка куба; каждый атом окружен четырьмя другими, расположенными по тетраэдру.

Класс симметрии. Гексаоктаэдрический—m3m.

Спайность. Совершенная по октаэдру (111), хрупкий.

Характеристики мінерала

Классы	элементы
Химическая формула	C
Сингония	кубическая
Удельный вес (г/см ³)	3,5—3,52
Цвет	Белый, серый, желтый, синий, черный
Цвет черты	Не имеет: царапает пробную пластинку
Блеск	алмазный
Спайность	совершенная
Излом	раковистый
Твердость	10
Хрупкость	Да
Дополнительно	В порошок сгорает на платиновой проволочке с образованием двуокиси углерода (CO ₂); при прекращении доступа воздуха и температуре 1500°С превращается в графит. Поведение в кислотах. Нерастворим.

Рис. 2. Характеристики алмазу

Основні типи зламів мінералів і їх характеристика

Тип зламу	Назва зламу	Характеристика поверхні зламу	Характерні мінерали
I	Дзеркально-рівний	Рівна, дзеркальна	Мінерали з досить досконалою спайністю (мусковіт, біотит)
II	Сходиноквий	Сходиноква в декількох напрямках	Мінерали з досконалою спайністю (флюорит, польові шпати)
III	Нерівний без дзеркальних поверхонь і сходинок	Нерівна без площин	Мінерали з незначною спайністю (берил, турмалін)
IV	Мушлеподібний (раковистий)	Мушлевидна без площин спайності	Мінерали, в яких спайність відсутня (кварц, халцедон, бурштин)
V	Скалкоподібний	Скалковидна аж до гачкуватої	Торці волокнистих та голчастих мінеральних агрегатів

7. Пружність – це властивість мінеральних індивідів деформуватися під дією зовнішніх механічних сил без утворення тріщин і повертатися у початковий стан після зняття навантаження. При переході межі навантаження на мінеральний кристалічний індивід або виготовлений з нього досліджуваний зразок настають більш суттєві зміни: або розпад кристалічної структури, або ж незворотна деформація.

Визначення пружності проводиться в лабораторних умовах на спеціальному приладі з допомогою модуля Юнга за формулою:

$$E_i = \frac{P_i l}{A_{\Delta} \Delta l_i},$$

де E_i – модуль Юнга; P_i – навантаження в кг; l – довжина зразка; A_{Δ} – площа перетину зразка; Δl_i – абсолютна поздовжня деформація, яка відповідає ступеню деформації ($i = 1, 2, 3 \dots$).

При цьому величина стискання залежить в основному від кристалохімічних особливостей мінералу (типу кристалічної структури, типу зв'язку, координаційного числа, валентності іонів, типу упаковки та ін.). Поверхні напруги і їх форма залежать від напрямів, по яких ведеться стискання.

В якості наочного матеріалу можна використати каталог мінералів (www.catalogmineralov.ru). На сайті реалізована можливість за алфавітним списком обрати необ-

Алмаз

хідний мінерал і на сторінці можна побачити його зовнішній вигляд та опис (рис. 1), що включає хімічну формулу, форму кристалу, кристалічну структуру та клас симетрії. Розглянемо для прикладу алмаз.

На сайті розміщені основні характеристики мінералів (рис. 2): густина, колір, блиск, спайність, злам, твердість та інше.

Практика показує, що для професійної спрямованості навчання необхідно: добирати матеріал, орієнтований на професійні знання, формувати мотиваційну сферу, опиратись на життєвий досвід студентів, розв'язувати прикладні завдання, формувати адекват-

ні уявлення про майбутню професійну діяльність.

Список використаних джерел:

1. Атаманчук П.С. Інноваційні технології і управління навчанням фізики. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, 1999. – 174 с.
2. Кристалографія і мінералогія. Ч.1. Кристалографія мінералів. – Львів: Світ, 1996. – 236 с.
3. Сергієнко В.П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя: Монографія. – К.: НПУ, 2004. – 382 с.
4. Стучинська Н.В. Формування компетентісно-світоглядних якостей майбутнього лікаря у процесі вивчення медичної та біологічної фізики // Збірник наук. праць Кам'янець-

Подільського національного університету. Серія педагогічна. – Кам'янець-Подільський: КПУ, 2008. – Вип. 14: Інновації в навчанні фізики та дисциплін технологічної освіти галузі: міжнародний та вітчизняний досвід. – С. 99-103.

This article is devoted to coverage of certain aspects of the principle of professional orientation training, in particular during the study of properties of solids.

Key words: professional education orientation, mechanical properties of minerals.

Отримано: 10.09.2009

УДК 53.001.53

І. Г. Мірошніченко

Волинський національний університет імені Лесі Українки

НАВЧАЛЬНА КОМП'ЮТЕРНА ПРОГРАМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ФІЗИЧНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ В НАВЧАЛЬНОМУ ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ

У статті розглядається можливість організації вивчення сучасних штучних джерел світла за допомогою навчальної комп'ютерної програми

Ключові слова: фізична електроніка, джерела світла.

Уже на початку ХХ сторіччя усвідомлювали важливість процесів, які протікають на поверхні твердого тіла, наприклад, процесів гетерогенного каталізу. Однак тільки наприкінці цього сторіччя з розвитком надвисоковакуумної та електронної техніки з'явилася змога на належному рівні досліджувати такі процеси. Стимулювались ці дослідження як науковими, так і прикладними інтересами. Учені намагались отримати фундаментальні знання про специфічні властивості поверхні, а також про закономірності процесів, якими супроводжується дія на поверхню тих чи інших зондуючих факторів (опромінення фотонами, електронами, іонами, нагрівання, прикладення електричного чи магнітного поля тощо). Ці знання сприяли розв'язанню практичних задач із проблем каталізу, корозії, напівпровідникового й космічного приладобудування, матеріалознавства. Для цих галузей важливим було не тільки вдосконалення нових підходів у технологіях виготовлення матеріалів із заданими властивостями (наприклад, електронно-променевої епітаксії, іонного легування, плазмо-хімічного травлення тощо), але й розроблення чутливих і точних методів аналізу поверхні на атомному й субатомному рівнях. Розробка й удосконалення таких методів, передусім, сприяли отриманню достовірніших фундаментальних знань про емісійні явища й процеси на поверхні. Загалом це привело до лавинного зростання дослідницьких робіт із вивчення емісійних і вторинно-емісійних явищ, а також до розроблення на підставі цих явищ високочутливих методів діагностики поверхні. Серед учених, які у різні часи працювали за цим науковим напрямом, чимало лауреатів найпрестижнішої Нобелівської премії у галузі фізики. Це, зокрема М.Лауе (1914) – за відкриття дифракції рентгенівських променів на кристалах; А.Айнштайн (1921) – за відкриття законів фотоелектру; М.Зігбан (1924) – за дослідження у галузі рентгенівської спектроскопії; О.Річардсон (1928) – за дослідження термоелектронної емісії; К.Девідсон (1937) – за відкриття дифракції електронів на кристалах; Б.Джозефсон, А.Жівер і Л.Есакі (1973) за відкриття явища тунелювання у твердих тілах; К.Зігбан (1981) – за внесок у розвиток електронної спектроскопії; Р.Бінінг, Г.Рорер (1986) – за створення тунельного мікроскопа. Цей список видатних фізиків слід би доповнити лауреатами Нобелівської премії з хімії, зокрема І.Ленгмюром (1932) – за відкриття й дослідження з хімії поверхневих явищ.

Сьогодні результати численних досліджень у цій галузі постійно публікуються у спеціалізованих фізичних журналах. Найвідоміші з них: «Surface Science», «Поверхность. Фізика, хімія и механика» тощо. За цією тематикою проводять міжнародні й національні конференції, симпозиуми, семінари, на яких учені обмінюються досвідом,

обговорюють подальші напрями досліджень. Вкажемо тільки на декілька традиційних міжнародних форумів з таких проблем: «Atomic collisions in solids», «Взаимодействие ионов с поверхностью», «Эмиссионная электроника», «Computer Simulation of Radiation Effects in Solid», «Діагностика поверхні іонними пучками» тощо. В Україні сьогодні працюють над цією проблематикою відомі у світі наукові школи академіків НАН України П.Борзяка і А.Наумовця (ІФ НАН України), М.Находкіна (КНУ імені Тараса Шевченка), В.Немошкаленко (ІМФ НАН України), член-кореспондентів НАН України Ю.Птушинського і П.Томчука (ІФ НАН України), В.Черепіна (ІМФ НАН України), професорів А.Бажина (ДонНУ), А.Горбаня (ЗДУ), А.Коваля (ХНУ), С.Попа (УжНУ), З.Стасюка (ЛьНУ) та інші. Піонерські роботи з цього наукового напрямку належать відомому українському ученому М.Моргулісові. Під керівництвом акад. М.Находкіна за цим науковим напрямом дослідження проводяться за міжвузівською науково-технічною програмою Міністерства освіти і науки України. При НАН України діє Наукова рада з комплексної проблеми «Фізика твердого тіла», одна із секцій якої, зокрема секція «Фізика поверхні» (кер. акад. Г.Наумовець) координує роботи за цим напрямом у наукових центрах України.

Тепер вже, як відомо, фізична електроніка (ФЕ) – це низка розділів фізики, фундаментальні знання з яких лежать в основі пристроїв сучасної електронної техніки, а також нових технологій їх виготовлення, включаючи електронно- та іонно-променеві, лазерні, плазмохімічні.

Сучасна ФЕ містить наступні наукові напрями: емісійна електроніка; фізика газового розряду, зокрема фізика електронних зіткнень; корпускулярна оптика; електроніка надвисоких частот і великих струмів; квантова електроніка; фізика й методи діагностики поверхні.

В свою чергу, квантова електроніка – розділ ФЕ, який сьогодні охоплює широке коло наукових і прикладних аспектів фізики й техніки лазерів, а також проблеми транспортування світлових потоків. Це, зокрема надзвичайно актуально для оптоелектроніки, волоконної та інтегральної оптики.

В останні роки ми стали свідками стрімкого розвитку галузі техніки, заснованої на фізичних напівпровідниках, оптоелектроніки. Перш за все, це проявилось в революційному вдосконаленні світлодіодів – твердотільних напівпровідникових джерел світла. Ще недавно світлодіоди були лише пристроями індикації, а сьогодні це вже високоелектричні джерела світла, що найближчим часом змінить світ штучного освітлення і заміні лампи розжарювання.

Демонстраційний експеримент з вивчення хвильових властивостей світла в наш час досить розроблений. Проте є