

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧУВАННЯ ТА ТОРГІВЛІ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізичні основи обробки сировини»

для студентів ННІХТБ напряму підготовки:
6.051701 «Харчові технології та інженерія»

Харків 2013

Обговорено і схвалено на засіданні кафедри енергетики та фізики протокол № 8 від 10.12.2012 р.

Завідувач кафедри енергетики
та фізики, проф.

_____ Погожих М.І.

Обговорено і схвалено на засіданні науково-методичної комісії ННІХТБ, протокол № ____ від _____ 2013 р.

Голова науково-методичної комісії
ННІХТБ, проф.

_____ Янчева М.О.

Рецензент канд. техн. наук, доц.

Горальчук А.Б.

Зміст

Вступ	4
Правила виконання лабораторних робіт	5
Лабораторна робота №1. «Визначення густини твердих тіл пікнометричним методом»	6
Лабораторна робота №2. «Визначення модуля зсуву металів»	9
Лабораторна робота №3. «Дослідження залежності корисної потужності джерела струму від навантаження»	12
Лабораторна робота №4. «Моделювання електролітичного покриття матеріалу»	15
Лабораторна робота №5. «Моделювання процесу поглинання вологи капілярно-пористими тілами»	19
Список літератури	21

Вступ

Методичні вказівки призначені для студентів НН ІХТБ напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія». До кожної лабораторної роботи сформульовані завдання, наведені необхідні теоретичні відомості, надано принципові схеми приладів, наведено порядок виконання роботи та форми таблиць для запису отриманих дослідних даних. Крім того, надані контрольні запитання для самоперевірки та контролю з боку викладача.

Курс «Фізичні основи обробки сировини», до якого входять лабораторні заняття, спрямований на поглиблення розуміння фізичних явищ, є продовженням та більш прикладним курсом, який пропонується викладати на основі таких курсів як «Фізика», «Вища математика», які становлять основу теоретичної та прикладної підготовки інженерів, є фундаментальною базою, без якої неможлива успішна діяльність майбутнього інженера.

Правила виконання лабораторних робіт

1. До роботи в лабораторії допускаються студенти, які прослухали та вивчили розділи теоретичного курсу, де викладено матеріал з теми лабораторних занять, а також опанували вимоги техніки безпеки під час виконання лабораторних робіт.

2. Кожен студент повинен заздалегідь підготуватись до лабораторного заняття, використавши лекційний матеріал, рекомендовану навчальну літературу та відповісти на питання, які дає викладач щодо теми заняття.

3. Студент повинен ознайомитися з приладом, який використовується у лабораторній роботі та виконати необхідні вимірювання.

4. Кожна робота виконується з приладами, спеціально для неї призначеними.

5. Під час роботи з електровимірювальними приладами студент повинен слідкувати за тим, щоб вимірювана величина не перевищувала допустимих значень.

6. У випадку виникнення несправності чи аварійного стану установки студент повинен вимкнути її та сповістити викладача.

7. Після закінчення досліду кожен студент повинен до вимикання установки або до припинення роботи з приладом пред'явити викладачу на підпис бланк з результатами спостережень. Якщо результати дослідів будуть визнані незадовільними чи зовсім не будуть пред'явлені викладачу, то у такому випадку робота не зараховується і знову призначається студенту до виконання.

8. Кожен студент до майбутнього лабораторного заняття повинен пред'явити викладачу окремий звіт з виконаної роботи, без якого не буде допущений до виконання наступної роботи.

9. У звіті необхідно привести результати спостережень, розрахунків та відповідні графіки, а також скласти висновок за результатами виконаної роботи.

Лабораторна робота №1

Визначення густини твердих тіл пікнометричним методом

Прилади і матеріали

Пікнометр, терези, досліджуване тверде тіло, дистильована вода, термометр.

Теоретичні відомості

Різні речовини, які при однаковій температурі мають однакові об'єми, можуть мати різну масу m , навпаки, речовини з однаковою масою можуть займати різні об'єми. Відношення маси однорідної речовини до її об'єму є сталою величиною і називається густиною

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

де m та V – відповідно маса і об'єм тіла.

Отже, *густина однорідної речовини* – це фізична величина, що визначається масою речовини в одиниці об'єму. Для неоднорідної речовини густина визначається як границя відношення маси до об'єму за умови, що об'єм стягується в точку, в якій визначають густину. Коефіцієнт пропорційності в (1) прийнятий рівним 1. Це досягається відповідним вибором одиниць вимірювання величин, що входять у формулу. Всі величини повинні бути виражені в одній системі одиниць.

Оскільки густина речовини залежить від температури, то в умовному позначенні вказують температуру, при якій вимірюється густина. Наприклад, позначення ρ_{20} відповідає густині, що виміряна при 20 °С.

В деяких галузях науки і техніки для характеристики речовини використовують *відносну густину*. Це – відношення густини досліджуваної речовини до густини другої (умовної) речовини при певних фізичних умовах. Отже, ця величина є безрозмірною. За умовну речовину для визначення густини рідких і твердих тіл, як правило, приймають дистильовану воду.

Відносна густина позначається буквою ρ з двома додатковими індексами (зверху і знизу). Верхній індекс вказує температуру, при якій визначається густина досліджуваної речовини, нижній – температуру води. Наприклад, ρ_{15}^{20} означає, що густина речовини виміряна при 20 °С, а густина води при 15 °С.

Проте в більшості випадків відносну густину рідких і твердих тіл прийнято виражати відношенням густини речовини при температурі 20 °С до густини дистильованої води при температурі 4 °С. У цьому разі відносну густину позначають ρ_4^{20} . Оскільки густина дистильованої води при 4 °С дорівнює 10^3 кг/м^3 , то в СІ відносна густина речовини чисельно дорівнює її густині при 20 °С.

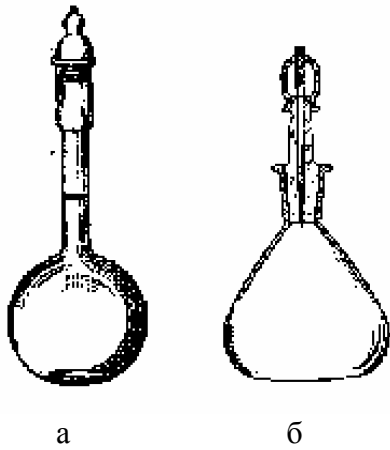


Рис.1. Пікнометри

Пікнометричний метод визначення густини тіл – один з найточніших (до $1 \cdot 10^{-5}$ г/см³).

Пікнометри – це невеликі посудини (своєрідні мірні колби) різної форми (кулястої або циліндричної) і об'єму (для твердих тіл — 10, 25, 50 см³; для рідин — 1, 2, 3, 5, 10, 50, 100 см³). Об'єм пікнометра визначається нанесеною на ньому кільцевою міткою. Досить поширеними є скляні колбоподібні пікнометри кулястої та циліндричної форми (з круговою міткою на шийці), які закриваються або глухою притертою пробкою (рисунок 1а), або притертою пробкою з капілярним отвором (рисунок 1б).

Для визначення густини твердого тіла пікнометричним методом виконують три зважування:

1. досліджуваного тіла в повітрі;
2. пікнометра, наповненого дистильованою водою (або іншою еталонною рідиною відомої густини), в повітрі;
3. пікнометра, наповненого рідиною з зануреним в неї досліджуваним твердим тілом, у повітрі.

За законом Архімеда: на тіло, занурене в рідину (газ), діє виштовхувальна сила, що чисельно дорівнює вазі рідини (газу) в об'ємі, витисненій тілом:

$$F_B = V\rho g,$$

де F_B – сила, що виштовхує, V - об'єм витисненої тілом рідини (газу), ρ – густина рідини (газу), g – прискорення вільного падіння. Сила, що виштовхує, спрямована вгору і проходить крізь центр тяжіння рідини (газу), витисненої тілом.

Нехай вага тіла в повітрі дорівнює G_T , а вага цього ж тіла, цілком зануреного в рідину (газ), дорівнює $G = G_T - F_B$, де F_B – сила, що виштовхує. Тоді

$$\rho_T = \rho \frac{G_T}{G_T - G}$$

де ρ_T і ρ – густина тіла і рідини. Якщо тіло неоднорідне, то ρ_T є його середня густина.

З цього маємо

$$G_T = m \cdot g.$$

Вираз можна перетворити до виду:

$$\rho_T = \rho \frac{m_T}{m_B}, \quad (2)$$

де m_T – маса тіла, m_B – маса води витисненої тілом.

Порядок виконання роботи

1. Пікнометр заповнюють дистильованою водою до риски і зважують кілька разів, беруть середнє значення маси.
2. Зважують досліджуване тіло кілька разів, беруть середнє значення маси.
3. Занурюють досліджуване тіло у пікнометр з дистильованою водою, воду зливають до риски. Зважують кілька разів, беруть середнє значення.
4. Розраховують за формулою (2) густину досліджуваного тіла.
5. За таблицею визначають матеріал з якого складається тіло.

Контрольні запитання

1. Що таке густина?
2. Від чого залежить густина тіла?
3. В чому полягає пікнометричний метод вимірювання густини?

Лабораторна робота №2

Визначення модулю зсуву металів

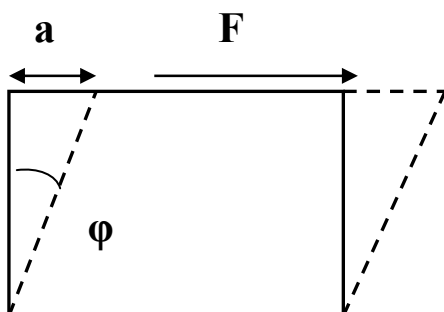
Прилади і матеріали

Секундомір, установка для вимірювання моменту інерції тіл довільної геометричної форми, тіло довільної геометричної форми.

Теоретичні відомості

Візьмемо тіло яке має форму паралелепіпеда і прикладемо до його грані дотичну силу F (рисунок 1).

В будь-якому перерізі тіла, який паралельний цім граням, виникає тангенціальна напруга:



$$\tau = \frac{F}{S},$$

де S – площа грані.

Під дією напруги тіло деформується так, що одна грань зміщується відносно другої на деяку відстань a , а кожний шар паралельний грані прикладання сил, буде зсунутий відносно сусідніх з ним шарів. Тому така деформація має назву зсуву. В якості характеристики деформації зсуву береться

величина $\gamma = \frac{\alpha}{\beta} = \text{tg}\varphi$, яка називається *відносним*

зсувом. Досліди показують, що відносний зсув пропорційний тангенціальній напрузі τ (закон Гука):

$$\gamma = \frac{I}{G} \tau.$$

де I – момент інерції, G – модуль зсуву.

Для визначення модуля зсуву в роботі використовують крутильні коливання диска.

Прилад для даної роботи складається з однорідного

металевого диска, що підвішений на кінці металевого дроту, закріпленого на кронштейні (рисунок 2).

Момент інерції тіл правильної геометричної форми та однорідних за складом визначають за допомогою розрахунків. Момент інерції суцільного диска відносно осі, що проходить крізь його геометричний центр, дорівнює:

Рис.1. Деформація тіла тангенціальною напругою

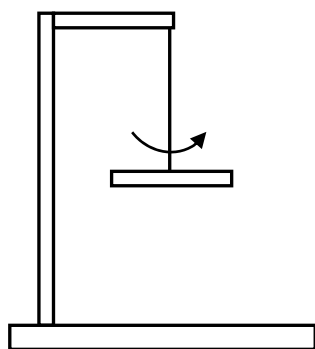


Рис.2. Установка для вимірювання моменту інерції тіл довільної геометричної форми

$$I_0 = \frac{1}{2}mr^2, \quad (3)$$

де m – маса диска, r – радіус тіла.

Безпосереднє знаходження моменту інерції тіла неправильної геометричної (довільної) форми досить складне. Тому момент інерції тіла довільної форми знаходять шляхом порівняння періодів крутильних коливань цього тіла з періодом коливань тіла правильної геометричної форми, момент інерції якого відомий.

Якщо диск здійснює крутильні коливання, то можна заміряти період таких коливань T . На диск кладуть тверде тіло, момент інерції якого I треба знайти. Момент інерції всієї системи дорівнює сумі моментів інерції обох тіл:

$$I_1 = I_0 + I. \quad (4)$$

Одержану систему тіл приводять до крутильного коливального руху і знаходять період коливань системи T .

Зв'язок між періодами крутильних коливань диска, системи та модулем крутіння дроту f має вигляд:

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{I_0}{f}}; \quad T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{I_1}{f}}$$

Візьмемо співвідношення періодів коливань диска та системи:

$$\frac{T_0}{T_1} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{I_0}{f}}}{2\pi\sqrt{\frac{I_1}{f}}} = \sqrt{\frac{I_0}{I_1}}.$$

Враховуючи рівняння (4), маємо:

$$\frac{T_0^2}{T_1^2} = \frac{I_0}{I_1} = \frac{I_0}{I_0 + I}.$$

Звідси отримаємо:

$$I = I_0 \frac{T_1^2 - T_0^2}{T_0^2}. \quad (5)$$

Якщо це значення тепер підставити в формулу для періоду крутильних

коливань $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{f}}$ і знайти модуль крутіння, то будемо мати:

$$f = 4\pi^2 \frac{I}{T^2}. \quad (6)$$

Між модулем зсуву матеріалу дроту та модулем крутіння існує просте співвідношення:

$$G = \frac{2Lf}{\pi r^4}, \quad (7)$$

де r – радіус дроту, L – його довжина.

Величину цього модуля рекомендовано обчислювати в $\frac{H}{m^2}$.

Порядок виконання роботи

1. Знайти за формулою (3) момент інерції диска.
2. Включити секундомір і визначити загальний час 30 повних коливань диска.
3. Визначити період коливань по формулі: $T = \frac{t}{n}$ (де t – загальний час, n – кількість повних коливань).
4. Покласти на диск диск з прорізю, центруючи його положення. Провести вимірювання за пунктами 3-4.
5. Обчислити момент інерції для диска з прорізю за формулою (5).
6. Обчислити модуль крутіння та модуль зсуву за формулами (6), (7) для порожнього диска та диска з прорізю. Порівняти результати.

Контрольні запитання

1. Що таке модуль крутіння?
2. Що таке модуль зсуву?
3. Чим вони відрізняються між собою? Як вони пов'язані між собою?
4. Які коливання використовуються в роботі для визначення модуля зсуву?

Лабораторна робота №3

Дослідження залежності корисної потужності джерела струму від навантаження

Прилади і матеріали

Джерло струму, ключ, амперметр, вольтметр, з'єднувальні проводи, реостат.

Теоретичні відомості

Якщо в провіднику створити електричне поле і не вжити заходів для його підтримання, то переміщення носіїв струму призведе дуже швидко до того, що поле всередині провідника зникне і ток припиниться. Для того щоб підтримувати струм досить довгий час, потрібно від кінця провідника з меншим потенціалом (носії струму передбачаються позитивними) безперервно відводити принесені сюди струмом заряди, а кінця з великим потенціалом безперервно їх підводити. Іншими словами, необхідно здійснити кругообіг зарядів, при якому вони рухалися б по замкнутому шляху. Це узгоджується з тим, що лінії постійного струму замкнуті. Циркуляція вектора напруженості електростатичного поля дорівнює нулю. Тому в замкнутому ланцюгу поряд з ділянками, на яких позитивні носії рухаються в бік зменшення потенціалу j , тобто проти сил електростатичного поля. Переміщення носіїв на цих ділянках можливе лише з допомогою сил неелектростатичного походження, званих сторонніми силами. Таким чином, для підтримки струму необхідні сторонні сили, діючі або на всьому протязі ланцюга, або на окремих його ділянках. Ці сили можуть бути обумовлені хімічними процесами, дифузією носіїв струму в неоднорідному середовищі або через кордон двох різнорідних речовин, електричними (але не електростатичними) полями, змінюючимися в часі магнітними полями, і т. д. Сторонні сили можна охарактеризувати роботою, яку вони здійснюють над зарядами, що переміщаються по ланцюгу. Величина, що дорівнює роботі сторонніх сил над одиничним позитивним зарядом, називається електрорушійною силою (е.р.с.)

Якщо замкнути джерело постійного струму відомої ЕРС E і внутрішнім опором r зовнішнім (навантажувальним) опором R , то по ланцюгу піде струм I .
Потужність

$$P = I^2 R, \quad (1)$$

виділиться на навантаженні, а $P_r = I^2 r$ - всередині елемента. Таким чином, повна потужність

$$P = I^2 (R + r); \quad (2)$$

$$P_1 = IE \quad (3)$$

Споживач може використовувати лише потужність, що виділяється на навантаженні, її називають корисною. Якщо падіння напруги на навантаженні U , то

$$P = IU \quad (4)$$

Струм залежить від ЕРС і повного опору кола:

$$I = \frac{E}{R+r} \quad (5)$$

Тоді:

$$P = \frac{E^2 R}{(R+r)^2} \quad (6)$$

Проаналізуємо характер останньої залежності, враховуючи сталість величин E і r . Якщо $R = 0$, то $P = 0$. При цьому струм в ланцюзі досягає максимального значення: $I_{к.з.} = E/r$. Він називається струмом короткого замикання. При збільшенні навантажувального опору корисна потужність зростає і при деякому $R = R_0$ досягає максимального значення P_{max} . Визначимо величину R_0 . Для цього досліджуємо на екстремум функцію (6). Прирівняємо нулю першу похідну від P по R :

$$\frac{(R+r)^2 - 2(R+r)R}{(R+r)^4} = 0 \quad (7)$$

звідки $R = R_0 = r$, $R = r$.

Оскільки друга похідна $P''(R_0) < 0$, то при рівності зовнішнього і внутрішнього опорів корисна потужність максимальна. Тоді:

$$P_{max} = \frac{E^2}{4r} \quad (8)$$

С подальшим зростанням R ($R \rightarrow \infty$) корисна потужність прагне до нуля. Коефіцієнт корисної дії η є відношенням корисної потужності до всієї потужності, що виділяється в ланцюзі:

$$\eta = \frac{P}{P_1} = \frac{U}{E} = \frac{R}{R+r} \quad (9)$$

При струмі короткого замикання ККД дорівнює нулю і наближається до одиниці при $R \rightarrow \infty$. Останній випадок, здавалося б, дуже виграшний, на практиці мало придатний з тієї причини, що величина корисної потужності виявляється незначною. Тому в реальних ланцюгах η істотно менше одиниці.

Порядок виконання роботи

1. Зібрати функціональний ланцюг у відповідності зі схемою (рис.1).

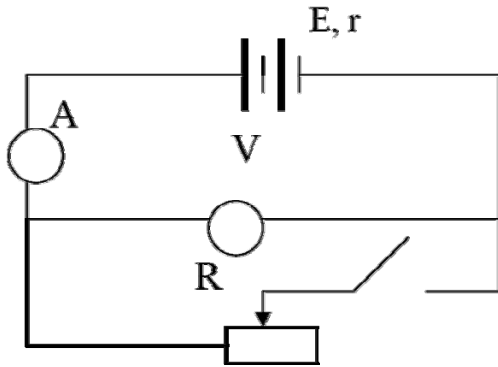


Рис.1. Функціональна схема лабораторної установки

2. Виміряти струм короткого замикання для різних значень внутрішнього опору джерела (r).

3. Змінюючи опір навантаження, для фіксованих значень r , зняти відповідні свідчення напруги U і сили струму I . Результати дослідів заносять в таблицю вимірювань.

4. На підставі вимірних даних, розрахувати значення потужностей (P) і ККД (η).

5. Визначити максимальне значення потужності

6. Побудувати графіки залежностей $P = f(R)$, $P_1 = \varphi(R)$, $\eta = \psi(R)$.

Таблиця 1

№	r , Ом	$R_{\text{нагр.}}$, Ом	U , В	I , А	P_1 , Вт	P , Вт	η , %
1							
2							

Контрольні запитання

1. Що таке повна потужність?

2. Що називається корисною потужністю? Яка потужність витрачається джерелом струму?

3. Що таке ККД джерела струму і умови отримання його максимального значення. За якої умови корисна потужність максимальна?

4. Описати залежність струму повного ланцюга від навантажувального опору, залежність падіння напруги на навантаженні від опору навантаження.

5. Порівняйте величини струмів короткого замикання та струму максимальної корисної потужності. Зробіть висновок.

6. Чи можна, приєднуючи по черзі до одного і того ж джерела струму різні навантажувальні опори, отримати на них однакову потужність?

7. Виведіть умову узгодження джерела і навантаження.

8. Чому досягнення ККД джерела струму близького до одиниці не має практичного значення?

Лабораторна робота №4

Моделювання електролітичного покриття матеріалів

Прилади і матеріали

Джерело живлення, мідні електроди, терези, розчин мідного купоросу.

Теоретичні відомості

Покриття, що представляють собою композиції, які складаються з металу, сплаву і часток диспергованих в суспензії простої чи складної речовини (у різному сполученні), дають можливість різко поліпшити механічні й антикорозійні властивості виробів, на які вони наносяться, не змінюючи зовнішньої форми виробів. Ці дуже цінні властивості покриттів створюють передумови для широкого використання їх у різних галузях промисловості.

Композиційні матеріали поєднують у собі властивості металів (електро- і теплопровідність, пластичність та ін.) і неметалів (жароміцність, хімічна стійкість, висока твердість).

Останнім часом для одержання композиційних матеріалів у виді покриттів стали використовувати плазмове напилювання, детонацію і механічний спосіб. Прогресивним способом одержання таких матеріалів є виділення їх з водних розчинів, при якому передбачається осадження композиційних електрохімічних покриттів з електролітів з накладенням електричного струму і без нього. Перевага цього способу полягає в наступному:

- покриття виходять безпосередньо на поверхні виробу і мають задану товщину;
- відпадає необхідність у наступній термічній і механічній обробці;
- виходять компактні практично безпористі матеріали;
- використовуються економічні електрохімічні методи і прийоми (витрати матеріалів і енергії мінімальні).

Крім того, осадженням диспергованих часток можна одержувати сплави, що не утворюються при класичному, гальванічному осадженні металів з розчинів їхніх солей. Практично цим методом будь-яка проста чи складна речовина, диспергована в електроліті, у тому числі і частки металів, що не осаджуються, може бути зарощена металом, що знаходиться у виді іонів.

Речовини, молекули яких у розчині чи розплаві розпадаються на іони, називаються *електролітами*. Такий процес розпаду називається *електролітичною дисоціацією*. До електролітів відносяться водяні розчини солей, кислот, лугів, а також розплавлені солі. Електричний струм в електролітах обумовлений рухом іонів під дією зовнішнього електричного поля. Тому провідність електролітів, у відмінності від електронної провідності в металах, прийнято називати *іонною*. Проходження постійного електричного струму через електроліти супроводжується виділенням

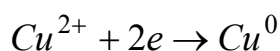
складових частин цих речовин на електродах. Це явище називається *електролізом*.

Якщо ввести в електроліт два електроди (металевих чи вугільних), з'єднаних з полюсами джерела постійної напруги, і створити постійне зовнішнє електричне поле, то під дією електричних сил іони в розчині придуть у спрямований рух. До анода будуть рухатися негативні іони (аніони), до катода – позитивні іони (катіони).

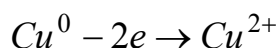
Досягши електродів, іони нейтралізуються: аніони віддають аноду свої надлишкові електрони, катіони відновлюються на катоді.

У даній лабораторній роботі ми розглянемо процес електролізу металів на прикладі обміднювання.

Установка складається з посудини, заповненої водним розчином мідного купоросу ($CuSO_4$), в якій занурені мідні електроди. При проходженні електричного струму катіони (позитивно заряджені іони) цього електроліту прямують до катода; аніони (від'ємно заряджені іони) – до аноду. На катоді катіони відновлюються до вільного металу за реакцією:



Маса мідного катода за рахунок цієї реакції зростає. На аноді відбувається окислення атомів міді аноду за реакцією:



За рахунок цієї реакції маса аноду зменшується, а концентрація електроліту лишається сталою. Постійний електричний струм при проходженні крізь електроліт здійснює електроліз. Таким чином електроліз – це окислювально-відновний процес, який відбувається на електродах при проходженні крізь електроліт постійного електричного струму.

Маса речовини m , яка виділилась при електролізі, прямо пропорційна кількості електрики, яка пройшла крізь електроліт – q (1-й закон Фарадея).

$$m = k \cdot q \tag{1}$$

де k – електрохімічний еквівалент речовини.

Якщо у формулі (1) прийняти $q = 1$ Кулону, тоді $k = m$, тобто електрохімічний еквівалент речовини чисельно дорівнює масі речовини, яка виділяється з електроліту при проходженні 1 Кулону електрики. Для кожної речовини, яка виділяється при електролізі, електрохімічний еквівалент має певне значення.

Підставимо у формулу (1) значення кількості електрики як добуток сили струму I та часу t :

$$q = I \cdot t$$

Тоді формулу (1) можна записати у вигляді:

$$m = k \cdot I \cdot t \quad (2)$$

Відношення молярної маси атомів елемента до валентності називається хімічним еквівалентом простої речовини

$$\chi = \frac{M}{n}$$

Для міді $M=64$, $n=2$.

Електрохімічний еквівалент речовини пропорційний його хімічному еквіваленту.

$$k = C\chi \quad (3)$$

Де величина C є постійною для всіх речовин, вона показує скільки еквівалентної маси речовини виділяється на електроді при проходженні крізь електроліт 1 Кулона електрики. Ця кількість електрики зветься числом Фарадея, позначається F :

$$F = 9.65 \cdot 10^7 \text{ Кл/кг} \cdot \text{екв.}$$

Підставляючи у формулу (2) значення k з формули (3) та $F = \frac{1}{C}$, можна записати:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n} \cdot I \cdot t \quad (4)$$

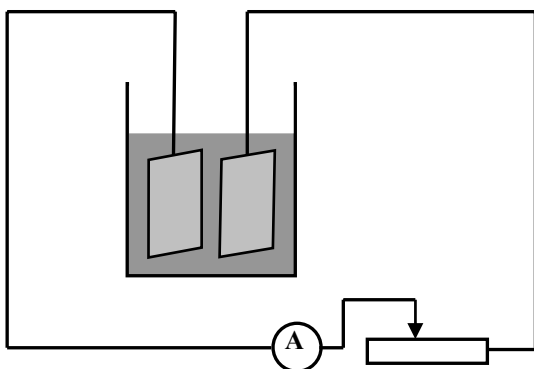


Рис.1. Схема установки

Формула (4) являє собою об'єднаний закон Фарадея для електролізу. З цієї формули можна знайти масу речовини яка виділилась на катоді.

Порядок виконання роботи

1. Зібрати схему за рисунком 1.
2. Зняти катодну пластинку, промити її, висушити та зважити на аналітичних терезах з точністю до 10^{-5} кг. Записати одержані результати зважування m_1 .
3. Вставити катодну пластинку. Включити тумблер на джерелі електричного струму та одночасно пустити у хід секундомір. 30 хвилин пропускати електричний струм, підтримувати за допомогою реостата його сталим на поділці I , яку вказує викладач.
4. Розімкнути електричний ланцюг. Дістати катодну пластинку з електроліту, промити та висушити її. Знову зважити з тією ж точністю. Записати нову масу катодної пластинки m_2 .
5. Маса міді m , яка виділилась на катоді з електроліту при електролізі, визначається

за рівнянням:

$$m = m_2 - m_1$$

6. Розрахувати за формулою (4) масу міді, яка повинна була виділитися на катоді. Порівняти отримані результати.

Контрольні запитання

1. В чому полягає процес електролізу?
2. Від чого залежить маса речовини, що виділяється при електролізі?
3. Як використовують електроліз в промисловості?
4. Наведіть приклади захисного покриття одержаного за допомогою електролізу.

Лабораторна робота №5

Моделювання процесу поглинання вологи капілярно-пористими тілами

Прилади і матеріали

Штатив, набір капілярних трубок, посудина, дистильована вода.

Теоретичні відомості

Вологі матеріали є капілярно-пористими колоїдними тілами. Капілярно-пористі колоїдні тіла належать до класу зв'язнодисперсних систем, у яких частки дисперсної фази утворюють більш-менш тверді просторові структури-сітки чи каркаси. Ці системи називають *гелями* (вугілля, торф, деревина, тканини, папір, шкіри і т.д.).

Усі вологі матеріали в залежності від їх основних колоїдно-фізичних властивостей можна розділити на три види:

1. *Типові колоїдні тіла* (еластичні гелі). При видаленні рідини ці тіла значно змінюють свої розміри (стискаються), але зберігають свої еластичні властивості (агар-агар, желатин, пресоване борошняне тісто й ін.).

2. *Капілярно-пористі тіла* (крихкі гелі). При видаленні рідини ці тіла стають крихкими, мало стискаються і можуть бути перетворені в порошок (слабовипалені керамічні матеріали, зволожені у воді, вологий кварцовий пісок, деревне вугілля і т.д.).

3. *Капілярно-пористі колоїдні тіла*, що володіють властивостями перших двох видів. Стінки їхніх капілярів еластичні і при поглинанні рідини набухають. До числа цих тіл належать більшість матеріалів, що піддаються сушінню і застосовуваних у будівельній техніці (торф, деревина, картон, тканини, вугілля, зерно, шкіра, глина, ґрунти і т.д.). Колоїдні тіла (еластичні гелі) поглинають найбільш близькі по полярності рідини. При цьому вони збільшують свої розміри – набухають. Капілярно-пористі тіла поглинають будь-яку змочуючу рідину незалежно від її хімічного складу.

Під капілярно пористим середовищем розуміють тверде тіло, що містить пори. Дати точне геометричне визначення поняття «пори» досить важко. Звичайно під порами розуміють порожні проміжки, розподілені у твердому тілі. Пори в пористому тілі можуть бути сполученими одна з одною і не сполученими. Взаємосполучену частину порового простору називають *ефективним пористим простором*.

Усі порожнистості поділяються на мікрокапіляри, макрокапіляри і макропори, чи каверни. Капіляри правильної геометричної форми називаються елементарними (циліндричні, конічні капілярні трубки, капілярні щілини і т.д.). Такі капіляри є моделями капілярних пір і застосовуються для аналізу поведінки рідини в капілярно-пористих тілах.

В даній роботі ми розглянемо підняття рідини в капілярах в залежності від радіуса капіляра.

Висота h піднімання рідини в циліндричній капілярній трубці радіуса r , яку вміщено в широку посудину, для випадку повного змочування визначається за формулою Жарена

$$h = \frac{2\alpha}{\rho g r},$$

де α і ρ відповідно коефіцієнт поверхневого натягу і густина рідини; g – прискорення вільного падіння. Коефіцієнт поверхневого натягу та густина рідини залежать від температури наступним чином:

Таблиця 1.

$t, ^\circ\text{C}$	$\alpha, \frac{\text{мН}}{\text{м}}$	$\rho, 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
10	74.40	0.999701
20	72.88	0.998205

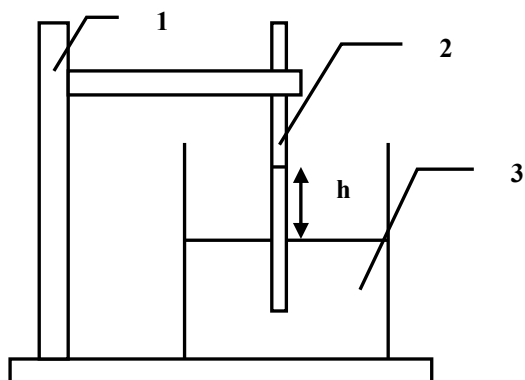


Рис.1. Схема установки

З формули Жарена знаходимо радіус капіляра:

$$r = \frac{2\alpha}{\rho g h}. \quad (1)$$

Схему установки зображено на рисунку 1, де 1 – штатив; 2 – капіляр; 3 – посудина з рідиною.

Порядок виконання роботи

1. Закріпити капіляр на штативі.
2. Занурити капіляр в рідину (вода).
3. Виміряти рівень води в капілярі.
4. За формулою (1) розрахувати радіус капіляра.
5. Провести дослід для трьох капілярів різного радіусу кілька разів за пунктами 1-4.

Контрольні запитання

1. На які види поділяються вологі матеріали? Приклади.
2. Що є причиною підняття рідини в капілярі?
3. Чому капілярно-пористі тіла не поглинають незмочуючі рідини?

Список літератури

1. Погожих М.І., Пак А.О. Фізичні основи обробки сировини : навчальний посібник. – Харків : ХДУХТ, 2011 р. – 82 с.
2. Погожих М.І., Цуркан М.М., Пак А.О., Воронцова Ж.В. Фізика : навчальний посібник. – Харків : ХДУХТ, 2012 р. – 466 с.
3. Погожих М.І., Фощан А.Л., Цуркан М.М. Фізика і фізичні методи дослідження сировини та матеріалів: Навчальний посібник. – Харків: ХДУХТ, 2008 р. – 279 с.
4. Кармазін В.В., Семенець В.В. Курс загальної фізики. Навчальний посібник – К.: Кондор, 2008 – 760 с.
5. Садовий А.І., Лега Ю.Г. Основи фізики. Навчальний посібник – К.: Кондор, 2008 – 414 с.
6. Лега Ю.Г., Садовий А.І. Розв'язання задач з елементарної фізики. Навчальний посібник К.: Кондор, 2008 – 400 с.
7. Трофимова Т.И. Курс фізики: учебное пособие для вузов / Т.И. Трофимова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.
8. Исаков А.Я. Молекулярная физика и термодинамика. Руководство по самостоятельной работе: – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007 – 343 с.
9. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Учебное пособие: для вузов. В 5 томах. Т.1. Механика. – 4-е изд., стереот. – М.: ФИЗМАТЛИТ; Изд-во МФТИ, 2005г. – 560 с.

Навчальне видання

Склали: **ПАК АНДРІЙ ОЛЕГОВИЧ**
ПАВЛЮК ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Фізичні основи обробки сировини»

(для студентів ННХТБ спеціальності:
6.051701)

Підп. до друку Формат 60x84 1/16
Папір офсет. Друк офс. Ум. друк арк. 1,25
Тираж прим. Зам.

Видавець та виготовлювач
Харківський державний університет харчування та торгівлі
61051 Харків, вул. Клочківська 333
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №2319 від 19.10.2005 р.
