

О.М. Юрченко, Ж.О. Кормош, О.В. Марчук

Основи матеріалознавства

*Методичні рекомендації до лабораторних робіт
для студентів хімічного факультету*

СХІДНОЄВРОПЕЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра аналітичної хімії та екотехнологій

О.М. Юрченко, Ж.О. Кормош, О.В. Марчук

Основи матеріалознавства

*Методичні рекомендації до лабораторних робіт
для студентів хімічного факультету*

**Луцьк
2017**

УДК 669.01(075)
ББК 24.я73
М83

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки
(протокол №_8_ від 24 травня_2017 р.)*

Укладачі: к.ф.-м.н. Юрченко О.М., к.х.н. Кормош Ж.О., к.х.н. Марчук О.В.

*Рецензенти: доктор педагогічних наук, професор кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету Гулай О.І.
кандидат хімічних наук, доцент кафедри органічної та біоорганічної хімії СНУ імені Лесі Українки
Кадикало Е.М.*

М83 Основи матеріалознавства. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів хімічного факультету / Укладачі: Юрченко О.М., Кормош Ж.О., Марчук О.В. – Луцьк: Вежа-друк. – 38 с.

Анотація: дані методичні рекомендації містять пояснювальну записку, навчальну програму курсу, лабораторні роботи, контрольні запитання для перевірки знань.

Рекомендовано студентам хімічного факультету спеціальностей 161 «Хімічні технології та інженерія» та 102 «Хімія».

**УДК 669.01(075)
ББК 24.я73
М83**

© Юрченко О.М., Кормош Ж.О.,
Марчук О.В. 2017

Пояснювальна записка

Дані методичні рекомендації призначені студентам хімічного факультету спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» при вивченні курсу «Будова речовини та основи матеріалознавства» та спеціальності 102 «Хімія» при вивченні курсу «Основи матеріалознавства»

Метою навчальних дисциплін «Будова речовини та основи матеріалознавства» та «Основи матеріалознавства» є пізнання природи, будови і властивостей матеріалів, а також методів їх удосконалення та зміцнення для найбільш ефективного використання в техніці.

Основними завданнями вивчення дисциплін є:

- ознайомитись з кристалічною будовою речовин, основними типами кристалічних ґраток, дефектами структури, явищами анізотропії та поліморфізму;

- вивчити фізичну суть явищ, що відбуваються в матеріалах при впливі на них різних чинників в умовах виробництва і експлуатації і показати їх вплив на властивості матеріалів;

- навчити встановлювати залежність між складом, будовою та властивостями матеріалів;

- вивчити способи зміцнення матеріалів, що забезпечують високу надійність і довговічність деталей машин, інструментів і інших виробів;

- вивчити основні групи металевих і неметалевих матеріалів, їх властивості і область застосування.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми **студенти повинні:**

знати :

- атомно-кристалічну будову металів, дефекти кристалічної будови;
- фізичну суть явищ, що відбуваються в матеріалах в умовах виробництва і експлуатації; їх взаємозв'язок з властивостями; основні властивості сучасних металевих і неметалевих матеріалів.

вміти :

- оцінити поведінку матеріалу і причини відмови деталей машин при дії на них різних експлуатаційних чинників; в результаті аналізу умов експлуатації і виробництва вірно вибирати матеріал, призначати його обробку з метою отримання заданої структури і властивостей, що забезпечують високу надійність і довговічність деталей машин.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Будова речовини. Властивості матеріалів та методи їх дослідження.

Тема 1. Будова речовини.

Предмет і завдання курсу „Будова речовини та основи матеріалознавства”. Конструкційні матеріали. Неметалеві матеріали. Полімери. Основні етапи розвитку.

Аморфний і кристалічний стан твердої речовини. Анізотропія, ізотропія. Полікристалічні та монокристалічні тверді тіла. Текстура. Ковалентні, іонні, металічні, молекулярні кристали, відмінність в їх властивостях. .

Поліморфізм. Вплив поліморфізму на поведінку металів та сплавів при нагріві, охолодженні, хімічній обробці, експлуатації в широкому температурному діапазоні.

Атомно-кристалічна будова металів. Кристалічні ґратки та кристалічні комірки. Близькій та дальній порядки. Дефекти в твердих тілах. Класифікація дефектів. Точкові, лінійні, поверхневі дефекти.

Дифузія в твердих тілах.

Основні фізико-хімічні властивості матеріалів: колір, густина, температура плавлення, питома теплопровідність, питома теплота плавлення, теплопровідність, питомий електричний опір, коефіцієнт лінійного та об'ємного розширення, міцність, статична та динамічна в'язкість, твердість.

Тема 2. Властивості матеріалів та методи їх дослідження.

Загальна характеристика методів аналізу матеріалів. Вимоги до властивостей конструкційних матеріалів. Методи прямого дослідження властивостей матеріалів. Методи посередніх або непрямих досліджень. Фізичні й хімічні методи досліджень.

Макроструктурний аналіз. Аналіз зламу зразка. Види зламів металів та сплавів. Виявлення глибини загартованого чи цементованого шару, міжкристалічних прошарків, тріщин, структури та дефектів макроструктури. Темплети. Травники для виявлення структури та дефектів макроструктури. Ліквация. Виявлення розміщення волокон у заготовці.

Мікроаналіз. Підготовка зразків для мікроаналізу. Приготування шліфів. Абразивне шліфування. Механічне та електролітичне полірування. хімічного травлення поверхні шліфів. Склади деяких травників та їх застосування. Дослідження величини зерна, його розташування, форми, розміру і кількості фаз за допомогою мікроаналізу. Найбільш поширені оптичні мікроскопи для металографічних досліджень. Оптичні мікроскопи спеціального призначення: поляризаційні, люмінесцентні, інтерференційні.

Електронна мікроскопія. Електронні мікроскопи. Класифікація мікроскопів за методом формування електронного пучка: магнітні, електростатичні, змішані (електромагнітні). Класифікація мікроскопів за методом дослідження: просвічуючі, відбивні, емісійні, растрові. Дослідження з допомогою електронних мікроскопів дефектів кристалічної ґратки, структури сплавів, дисперсних структур, ізотермічного перетворення та ін.

Метод мікрорентгеноспектрального аналізу. Мікроаналізатори. Принцип роботи мікроаналізаторів.

Дослідження механічних властивостей матеріалів. Визначення механічних властивостей готових деталей та окремих зразків, вирізаних з матеріалу. Механічні властивості матеріалів: міцність та пластичність.

Дослідження на розтяг. Особливості дослідження на розтяг. Форма та розміри зразків для досліджень на розтяг. Діаграму розтягу. Межа пропорційності. Межа пружності. Межа текучості. Межа міцності. Крихкі та

пластичні матеріали.

Методи визначення твердості матеріалів. Поняття твердості. Индентор. Визначення твердості за Брінеллем, Роквеллом, Віккерсом.

Дослідження ударної в'язкості матеріалів. Динамічна міцність. Дослідження ударом на злам зразка з надрізом. Схема роботи маятничового копра. Ударна в'язкість.

Визначення хімічних властивостей матеріалів. Стійкість металів та сплавів до загальної корозії, міжкристалітної корозії та корозійного розтріскування.

Методи дослідження на загальну корозію: у рідині при повному зануренні зразка; багаторазове занурення в рідину протягом певного часу; у киплячому соляному розчині; у навколишній атмосфері; у парах рідини. Швидкість корозії, корозійна стійкість.

Дослідження на міжкристалітну корозію. Хімічні реактиви для цих досліджень. Оцінка ступеня розвитку міжкристалітної корозії: якісно з допомогою мікроскопа, дослідженням на звук, на згин тощо; кількісно за втратою маси, зміною електроопору.

Дослідження на корозійне розтріскування. Методи оцінки стійкості металів до корозійного розтріскування (за часом початку розтріскування; процентом зразків, які розтріскались під час випробувань; відносною зміною межі міцності металу за певний час витримки в корозійному середовищі).

Дослідження фізичних властивостей. Використання магнітної дефектоскопії для контролю поверхневих тріщин, якості зварних з'єднань. Ультразвукові методи. Дослідження перетворень структури за зміною магнітних характеристик. Дослідження величини електричного опору та його температурної залежності. Метали, напівпровідники та ізолятори. Методи вимірювання електропровідності: контактні, мостові методи, метод вихрових струмів, метод обертового магнітного поля та ін.

Змістовий модуль 2. Метали та сплави.

Тема 3. Залізовуглецеві сплави.

Компоненти й фази в системі залізо - вуглець. Сплави заліза. Чавун та сталь. Властивості заліза та вуглецю. Вплив легування та домішок на властивості сплавів. Діаграма стану залізо-вуглець. Структурні складові залізовуглецевих сплавів: ферит, перліт, аустеніт, ледебурит, цементит та графіт. Графітизація. Діаграма стану залізо—цементит. Доевтектоїдні, евтектоїдна та заевтектоїдні сталі. Первинний та вторинний цементит. Доевтектоїдні, евтектоїдні та заевтектоїдні чавуни. Особливості кристалізації.

Сталь, основи класифікації та позначення марок. Класифікація сталей: за хімічним складом; за способом виробництва (звичайної якості, якісні, високоякісні, особливо високоякісні); за застосуванням (конструкційні, будівельні, інструментальні, з особливими експлуатаційними характеристиками та ін.); за внутрішньою структурою (доевтектоїдні, евтектоїдні, заевтектоїдні, ледебуритні, феритні, аустенітні та ін.).

Вуглецеві й леговані сталі. Маркування сталей за хімічним складом.

Умовні позначення легувальних елементів. Класифікація за ступенем розкиснення (киплячі, напівспокійні, спокійні) та маркування. Класифікація за способом вторинного пререплаву (переплав у вакуумних індукційних печах; електрошлаковий переплав; переплав у вакуумних дугових печах; плазмово-дуговий переплав та ін) та способи маркування. Маркування сталей за якістю.

Сталі з особливими фізичними й хімічними властивостями. Стійкі до кислот, стійкі до іржі, жаротривкі та жаростійкі, з особливими тепловими властивостями, магнітні, сталі з високим електроопором та їх застосування.

Чавуни. Основи класифікації. Вплив домішок (кремнію, сірки) на ливарні й механічні властивості чавунів. Вплив на механічні властивості чавунів величини й характеру розподілу вкраплень графіту. Класифікація чавунів за формою й розмірами виділень графіту та будовою металічної основи. Сірі чавуни (феритний, феритно-перлітний, перлітний). Ковкі чавуни феритної та феритно-перлітні структури. Технологічні особливості отримання. Високоміцний чавун. Технологічні особливості отримання. Модифікування. Феритний та перлітний високоміцний чавун. Відбілений чавун. Білий чавун. Особливості структури. Маркування, застосування

Чавуни спеціального призначення: антифрикційні, жаростійкі, корозійно-стійкі та ін.

Тема 4. Термічна та хіміко-термічна обробка металів і сплавів.

Термічна обробка. Стадії термічної обробки.

Відпал. Види відпалу. Повний, неповний, ізотермічний відпал. Дифузійний відпал. Рекристалізаційний відпал.

Нормалізація.

Загартування. Загартувальні структури, що отримуються при різній швидкості охолодження: мартенсит, троостит, сорбіт. Загартовуваність та прогартовуваність сталі. Способи загартування: неперервне, переривчате, ступінчате та ізотермічне.

Відпуск. Види відпуску: низькотемпературний, високотемпературний відпуск.

Старіння. Природне та штучне старіння.

Обробка холодом. Охолоджувачі при обробці холодом.

Хіміко-термічна обробка. Дифузійне насичення поверхні неметалами (вуглецем, азотом, бором, кремнієм, сіркою). Дифузійна металізація. Основні види хіміко-термічної обробки металів. Цементування сталі.

Тема 5. Кольорові метали та їх сплави.

Мідь та мідні сплави. Мідь. Фізико-хімічні властивості. Маркування, застосування міді. Сплави на основі міді.

Латуні. Однофазні та двофазні латуні. Вплив легувальних домішок на розчинність цинку в міді та на технологічні властивості. Багатокомпонентні латуні. Класифікація латуней за технологічною ознакою: деформовані та ливарні. Застосування. Маркування.

Бронзи. Принцип маркування бронз. Олов'яні бронзи. Деформовані та ливарні олов'яні бронзи. Алюмінієві бронзи. Кремністі бронзи. Свинцеві бронзи. Берилієві бронзи. Властивості, застосування, маркування.

Алюміній та його сплави. Алюміній. Фізико-хімічні властивості. Маркування, застосування. Технічний алюміній. Алюміній високої чистоти.

Класифікація алюмінієвих сплавів. Деформовані, ливарні, одержані методом порошкової металургії алюмінієві сплави. Технологія отримання. Сплави, що піддаються деформаціям. Дуралюміни. Сплави Al—Cu—Mg—Mn, леговані цинком та хромом. Вплив легування кремнієм на сплави Al—Cu—Mg—Mn. Сплави Al—Cu—Mg—Si, леговані Fe, Ni, Ti. Алюмінієві сплави, фазова діаграма яких має евтектику: Al—Si, Al—Cu, Al—Mg. Основні ливарні алюмінієві сплави. Властивості. Застосування. Маркування.

Магній та магнієві сплави. Магній. Фізико-хімічні властивості. Маркування, застосування. Магнієві сплави. Сплави, що піддаються деформаціям, ливарні сплави. Властивості. Застосування. Маркування. Термічна обробка магнієвих сплавів. Захист магнієвих сплавів від корозії.

Титан та його сплави. Титан. Фізико-хімічні властивості. Маркування, застосування. Сплави титану. Властивості. Застосування. Маркування.

Бабіти. Олов'яні бабіти. Свинцеві бабіти. Цинкові антифрикційні сплави. Склад. Властивості. Застосування.

Матеріали високої твердості. Тверді сплави та вироби з них. Металокерамічні тверді сплави: вольфрамокобальтові, титановольфрамокобальтові та титанотанталовольфрамокобальтові. Застосування. Мінералокераміка. Наплавочні тверді сплави. Стеліт. Сормайт. Природні та штучні алмази, кубічний нітрид бора як матеріали високої твердості.

Тема 6. Метали та сплави, які застосовуються в електро- та радіотехніці.

Матеріали високої провідності. Намотувальні та монтажні провідники.

Провідникові матеріали на основі міді. Вироби з міді: дроти, кабелі, шини розподільчих пристроїв, гнучкі багатожильні шнури, аноди при гальванічних покриттях. Маркування катодної міді. Основні домішки у міді. Питомий електричний опір міді різних марок. Способи переробки електролітичної міді. Маркування мідних виливків. Маркування листів та смуг. Маркування дротів-катанок. Мідний обмоточний дріт. Маркування. Ізоляція для мідних дротів. Одно- та багатожильні монтажні дроти. Листи, смуги, труби та дроти для електротехнічної промисловості з латуней. Використання латуней та бронз для виготовлення деталей електротехнічної апаратури.

Провідникові матеріали на основі алюмінію. Алюмінієвий дріт, методи отримання, маркування. Шини, пресовані із алюмінію та алюмінієвих сплавів, для радіотехнічної промисловості.

Матеріали високого опору. Сплави високого електричного опору, сплави з малим температурним коефіцієнтом опору, сплави, які не плавляться і не окиснюються при високій температурі. Сплави нікелеві та мідно-нікелеві (нікель напівфабрикат, нікель марганцевокислий, нікель кремнистий, хромель, копель, манганін, константан, монель, мельхіор; нейзильбер та інші). Питомий опір, застосування, маркування. Дріт із прецизійних сплавів з високим

електричним опором. Класифікація дроту за призначенням (для нагрівних елементів, елементів опору), за живучістю (нормальної живучості, підвищеної). Особливості маркування. Матеріали термоелектричних термометрів. Термопари.

Напівпровідникові та надчисті матеріали. Германій полікристалічний зонноочищений. Германій монокристалічний електронного типу провідності, легований сурмою, та діркового типу провідності, легований галієм. Кремній монокристалічний. Кремній монокристалічний для силової напівпровідникової техніки. Маркування.

Надчисті матеріали. Загальний принцип маркування надчистих матеріалів. Класифікація матеріалів: надчисті, високочисті, хімічно чисті, чисті матеріали (технічно чисті).

Магнітні матеріали. Електротехнічні сталі. Матеріали на основі чистого заліза, нікелю, кобальту та їх сплавів. Здатність до намагнічування. Класи магнітних матеріалів: магнітом'які, магнітотверді матеріали з високою коерцитивною силою, прецизійні матеріали зі спеціальними властивостями (високою магнітострикцією, термомагнітні, корозійностійкі). Склад, властивості, маркування, застосування.

Надпровідність та надпровідні матеріали. Надпровідність. Критична температура. Напруженість критичного магнітного поля. Критичне значення струму. Ефект Мейснера. Високотемпературна надпровідність. Практичне застосування високотемпературної надпровідності. Магнітна левітація.

Змістовий модуль 3. Неметалеві матеріали

Тема 7. Порошкові матеріали. Лісоматеріали.

Порошкові матеріали. Порошкова металургія: відновлення металів із окислів та солей, пресування утворених металевих порошків та спіканням у захисній атмосфері чи вакуумі. Пористі підшипники. Спечені матеріали на основі заліза-міді-графіту з доданням карбідів кремнію або тугоплавких окислів використовують для фрикційних виробів. Порошкові матеріали для фільтрувальних виробів. Металокермічні магніти на основі порошків.

Лісоматеріали. Деревина. Переваги та недоліки застосування. Основні відомості про будову деревини. Хімічна структура різних порід деревини. Основні розрізи стовбура: поперечний, тангенційний та радіальний. Будова деревини: заболонь, ядро, серцевина, серцевинні промені, луб, кора, річні кільця. Основні вади деревини, які впливають на фізико-механічні властивості. Зовнішні ознаки деревини: колір, текстура, блиск та запах. Вологість деревини. Класифікація деревини за ступенем вологості: кімнатно-суха, повітряно-суха, сира, волога. Ваговий та електричний метод вимірювання вологості деревини. Усушка деревини. Лінійна та об'ємна усушка деревини. Коефіцієнт усушки. Густина деревини. Механічні властивості деревини.

Різновиди деревини та її застосування. Види лісоматеріалів: дошки, бруси, шпали, колоди і ін. Обробка деревини. Пресована деревина. Фанера.

Основні марки фанери. Лігнофоль. Армована фанера. Деревинностружкові плити. Деревинношаруваті пластики. Деревинноволокнисті плити. Маркування, застосування.

Тема 8. Полімери та пластичні маси.

Полімери. Природні та штучні полімери. Органічні та неорганічні полімери. Фізичні стани полімерів: склоподібний, високоеластичний, в'язкотекучий. Старіння як основний недолік полімерів. Причини старіння. Вплив багатократних деформацій, вологи на старіння. Стабілізатори.

Пластичні маси. Складові пластмас. Наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори, пігменти. Класифікація пластмас за характером вихідного полімера: термопластичні (термопласти) і термореактивні (реактопласти).

Класифікація пластмас за видом наповнювача: порошкові, волокнисті, шаруваті, крихтоподібні, газонаповненні.

Термопластичні пластмаси. Поліетилен. Поліетилен низької та високої густини. Поліпропілен. Полістирол. Пенополістирол. Полівінілхлорид. Пластики. Вініпласт. Органічне скло. Поліаміди: капрон, нейлон, анід й інші. Фторопласт. Полікарбонат. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

Термореактивні пластмаси. Пластмаси з порошковими наповнювачами. Прес-порошки. Пластмаси з волокнистими наповнювачами. Волокніти Скловолкніти. Азбоволкніти. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

Шаруваті пластмаси. Гетинакс. Текстоліт. Деревинношаруваті пластики. Азботекстоліт. Склотекстоліт. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

Газонаповнені пластмаси. Пінопласти. Поропласти. Склад, основні властивості, застосування.

Тема 9. Гумові, скляні, клеєві та лакофарбні матеріали.

Гума. Склад гуми та її класифікація за призначенням. Основні добавки: прискорювачі, активатори вулканізації, наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори. Процес вулканізації. Ебоніт. Активні та неактивні наповнювачі. Гуми загального та спеціального призначення. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

Скляні матеріали та кераміки. Скло. Технологія одержання. Формування виробів із скла: лиття, прокатування, пресування, витягування, видування. Термічне обпалювання, загартування скла.

Кварцове скло. Склокристалічні матеріали (ситали). Скловолокно. Кераміка. Фарфор. Фаянс.

Радіотехнічна кераміка (високоякісна, конденсаторна, форвакуумна, п'єзоелектрична, феромагнітна). Корундова кераміка.

Клеї та властивості клеєвих з'єднань. Клеї. Класифікація клеїв за плівкоутворювальною речовиною, адгезійними властивостями, поведінкою при нагріванні, за умовами тверднення, зовнішнім виглядом, призначенням.

Фенол-каучукові клеї. Фенолополівінілацетатні клеї. Фенолокремній-органічні клеї. Клеї на основі епоксидних смол. Клеї холодного тверднення.

Епоксидні клеї. Поліуретанові клеї. Клеї на основі кремнійорганічних сполук. Клеї на основі гетероциклічних полімерів. Гумові клеї. Кістковий та казеїновий клеї. Склад, отримання, властивості, застосування.

Лакофарбні матеріали. Компоненти лакофарбних матеріалів: плівкоутворюючі речовини, смоли для збільшення адгезії, розчинники, пластифікатори, твердники, пігменти та фарбники; наповнювачі для підвищення в'язкості й пониження блиску, добавки для фарб спеціального призначення.

Плівкоутворювальні речовини: синтетичні смоли, ефіри целюлоза, рослинна олія. Класифікація лакофарбних матеріалів за вмістом та за плівкоутворюючою речовиною.

Лаки. Склад. Класифікація лаків за типом розчинника: скипидарні, масляні, спиртові.

Фарби. Склад. Класифікація фарб за типом розчинника: емалі та масляні. Пігменти. Фарбники.

Грунтовки. Склад. Класифікація грунтовок за дією пігменту: утворюючі окисні плівки на поверхні металу, пасивувальні, протекторні, з інертними пігментами, які створюють ізолювальні покриття. Застосування.

Шпаклівки. Склад. Застосування.

Вимоги до оформлення лабораторних робіт

В процесі виконання лабораторних робіт студент повинен спостерігати за ходом експерименту, слідкувати за показами приладів, відмічати його особливості і т.д. Результати спостережень записують в лабораторний журнал, дотримуючись певної послідовності:

- 1) назва лабораторної роботи, дата виконання;
- 2) мета роботи;
- 3) теоретичні відомості відносно даної роботи;
- 4) рисунок пристрою або схему установки з коротким описом важливих вузлів;
- 5) результати експерименту необхідно внести в таблиці;
- 6) розрахункова частина (формули, графіки, таблиці);
- 7) висновки.

Лабораторна робота № 1

Вивчення процесу кристалізації

Мета роботи: практичне вивчення процесу утворення кристалів із розчинів солей.

Прилади і матеріали: 1) мікроскоп, 2) розчини солей - NH_4Cl , $NaCl$, $Pb(NO_3)_2$, $K_2Cr_2O_7$ і ін., 3) предметне скло, 4) піпетка, 5) вата.

Теоретичні відомості

Кристалізація – це процес утворення кристалів як із рідкої (первинна кристалізація), так і із твердої (вторинна кристалізація) фази. Вперше процес кристалізації на прикладі тверднення розплаву металів описав в 1878 р. Д.К.Чернов і показав, що цей процес подібний кристалізації солі. При кристалізації утворюється кристалічна ґратка. Процес кристалізації металів і сплавів пояснюється відомим положенням термодинаміки, згідно якого будь-яке фазове перетворення супроводжується зміною вільної енергії

$$G = H - TS \quad \text{або} \quad F = U - TS.$$

Зміна вільної енергії рідкого і твердого металу представлена на рис.1.

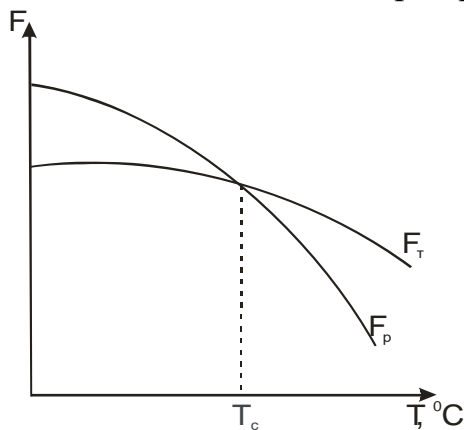
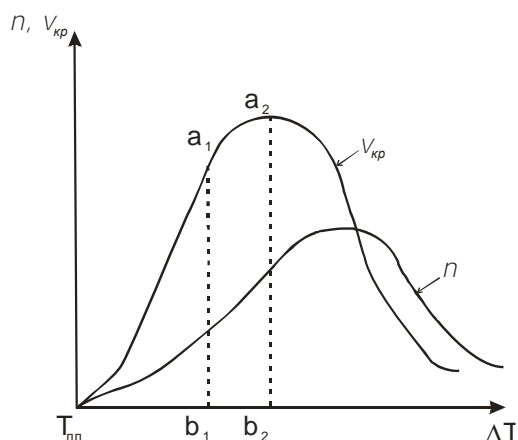


Рис.1. Зміна вільної енергії рідкого і твердого металу залежно від температури.

Видно, що процес кристалізації починається при переохолодженні рідкої фази нижче T_c (температури плавлення), при якій $F_{pid} = F_{тв}$. Під



переохолодженням ΔT розуміють різницю між теоретичною і фактичною температурами кристалізації.

Рис.2. Залежність числа зародків і швидкості кристалізації від переохолодження.

В металів та сплавів здатність до переохолодження невелика (10-20 К), крім сурми. Теорія, що пояснює процес кристалізації, пов'язує внутрішні фактори кристалізації зі ступенем переохолодження (рис.2). Цими внутрішніми факторами є число зародків

центрів кристалізації n , швидкість розростання кристалів чи лінійна швидкість кристалізації $v_{кр}$. Величина кристала:

$$L = a \sqrt{\frac{v_{кр}}{n}},$$

де a - коефіцієнт пропорційності.

Таким чином, при переохолодженні ΔT_1 кристали після тверднення будуть крупніші, так як число зародків n мале (відрізок $a_1 b_1$), а швидкість кристалізації велика (відрізок $\sigma_1 b_1$). При переохолодженні ΔT_2 кристали будуть дрібнішими, так як при тій же швидкості кристалізації, що і в першому випадку (відрізок $\sigma_2 b_2 \approx \sigma_1 b_1$), число зародків значно більше (відрізок $a_2 b_2$).

Отже, змінюючи ступінь переохолодження, можна змінити розмір зерна, а величина зерна визначає властивості сплавів. При кінцевій кристалізації металів, сплавів і солей в більшості випадків утворюються розгалужені чи деревовидні кристали, що отримали назву дендритів.

Для спостереження за утворенням кристалів використовується кристалізація насичених розчинів солей (це не вимагає складної апаратури і розплавлення металів). Процес кристалізації спостерігається за допомогою біологічного мікроскопа.

Велика краплина насиченого розчину солі, нанесена на предметне скло, поміщається на предметний столик мікроскопа. Кристалізація краплі розчину в міру випаровування рідини починається поблизу країв, що приводить до утворення кірки, що складається з маленьких кристаликів правильної форми. Потім починають рости великі, так звані стовбчасті, кристали. В центрі краплі виникають нові кристали, неупорядковано орієнтовані і з формою дендритів.

Хід роботи

1. Вивчити будову біологічного мікроскопа і правила роботи з ним.
2. За допомогою піпетки нанести краплю розчину солі на предметне скло, поміщене на предметний столик. Отримати збільшене зображення краплі.
3. Спостерігаючи в окуляр за ростом кристалу, замалювати видиме зображення.
4. З довідника виписати параметри кристалічної ґратки досліджуваних речовин.

Контрольні запитання

1. Який процес називається кристалізацією?
2. Які зміни відбуваються в речовині в процесі кристалізації?
3. Поясніть процес кристалізації з позицій термодинаміки. Зобразіть зміну вільної енергії рідкого і твердого металу залежно від температури.
4. Що таке переохолодження? Як ступінь переохолодження впливає на процес кристалізації металів та сплавів?

Лабораторна робота №2

МАКРОСКОПІЧНИЙ АНАЛІЗ СПЛАВІВ

Мета роботи. Провести макроаналіз шліфів. Для кожного макрошліфа вказати технологічний процес його виготовлення. Отримати відбитки за методом Баумана. За фотографіями пояснити причини нерівномірного розподілу сірки в металі.

Прилади і матеріали: зразки деталей, зламів, макрошліфи, лупа.

Теоретичні відомості

Макроскопічний аналіз є одним з видів досліджень чи контролю металевих виробів і полягає у вивченні макроструктури сплавів. **Макроструктурою** називається будова металу чи сплаву, видима неозброєним оком чи при невеликих збільшеннях (~ до 30 разів).

Метою макроскопічного аналізу (**макроаналізу**), який широко використовується на металургійних і машинобудівних заводах, є:

1. контроль якості металу (наявність фізичної і хімічної неоднорідності, якість і розміщення дефектів);
2. визначення способу виготовлення деталі (литтям, обробкою тиском, зварюванням, різанням);
3. встановлення причин руйнування деталі при експлуатації.

Макроскопічний аналіз проводиться трьома способами:

- огляд поверхні деталі чи металу;
- вивченням зломів (злом - поверхня зруйнованих (при експлуатації чи спеціально) зразків чи деталей);
- вивченням спеціально підготовлених зразків - **макрошліфів**.

Дослідження поверхні деталі чи заготовки проводять рідко, так як цей спосіб макроаналізу малоінформативний. На поверхні можна побачити тріщини чи дефект металургійного виробництва.

Вивчення зломів (фрактографія) - один з поширених способів аналізу металів. На зломі можна спостерігати тріщини, газові і усадочні раковини, шлакові включення, глибину поверхневої термічної обробки: незагартована зона зовнішньо відрізняється від загартованої. За будовою злomu можна зробити висновок про причини поломки деталі, про якість термічної обробки, про в'язкий чи крихкий стан металу.

В'язкий стан металу характеризується матовим волокнистим зломом, який утворюється в результаті передуючої руйнуванню значної пластичної деформації.

Крихкий стан металу характеризує кристалічний (зернистий) злом, що утворюється в результаті відриву однієї частини від іншої по кристалографічній площині без попередньої пластичної деформації. Крихкий злом має блискучу поверхню.

Крихке чи в'язке руйнування відбувається в результаті однократного перевищення межі міцності металу (σ_e).

В'язкий чи крихкий стан металевого матеріалу залежить від хімічного складу, внутрішньої будови, діючих напруг і температури експлуатації.

В'язкий стан свідчить про гарні властивості матеріалу, а крихкий стан – про його ненадійність.

Особливе місце займає руйнування металу в результаті втоми. **Втомою** називають поширене на практиці руйнування металу під впливом тривалих повторно-перемінних напруг, менших межі текучості (σ_s).

Втомний злом складається з 3 зон (рис. 3):

1. Зона руйнування – місце зародження руйнування із-за наявності будь-якого концентратора напруг.
2. Ділянка поширення чи розвитку втомної тріщини.
3. Зона долому (має крихкий чи в'язкий злом, характерний для даного матеріалу, зруйнованого в результаті однократного навантаження).

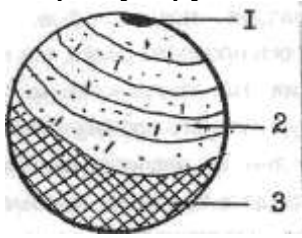


Рис. 3. Схема втомного злому:

- 1 - зона зародження тріщини;
- 2 - зона повільного розвитку тріщини;
- 3 - зона долому.

Найбільша інформація при макроскопічному аналізі може бути отримана в процесі дослідження поверхні макрошліфів. Макрошліф являє собою пластину товщиною 15 - 30 мм, яку вирізають в тому місці, де потрібно дослідити метал. В деяких випадках макрошліф готують з цілої деталі або її частини. З одного боку пластину (деталь) обробляють на верстаті до отримання рівної поверхні, а потім шліфують наждачним папером або абразивним каменем. Для виявлення макроструктури проводять травлення, використовуючи концентровані розчини кислот (холодних або гарячих). Час травлення 10-60 хв.

Аналіз макрошліфів дає можливість одержати достатньо повне уявлення про якість металу. Аналізом макрошліфів можна виявити:

1. Дефекти литого металу.
2. Дефекти металу після обробки тиском.
3. Дефекти металу після зварки.

МАКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЛИТОГО МЕТАЛУ

На рис. 4 показані поздовжній і поперечний макрошліфи литого металу. Макроструктура зливка складається з трьох зон. Перша зона - тонкий шар дрібних рівновісних кристалів. Потім йде шар витягнутих, стовпчастих кристалів. У центральній частині зливка розташована зона крупних рівновісних кристалів. Наявність трьох кристалічних зон в литому металі пов'язана з різною швидкістю охолодження металу при твердненні.

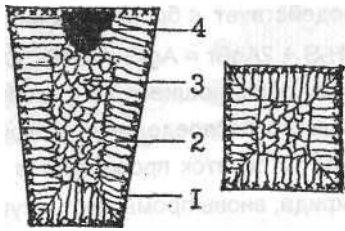


Рис. 4. Схема макроструктури злитка:
 1. зона дрібних рівновісних кристалів;
 2. зона стовпчастих кристалів;
 3. зона крупних рівновісних кристалів;
 4. усадкова раковина.

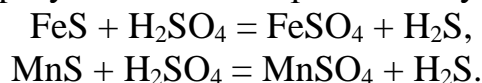
Аналогічна кристалічна будова металу існує у будь-якого виливка, міняється лише співвідношення між розмірами кристалічних зон.

Обов'язковим дефектом литого металу є усадкова раковина. При охолодженні і твердненні об'єм металу зменшується. В результаті цього у верхній частині відливання утворюється незаповнений металом простір, який називається усадковою раковиною. У рідкому металі може бути багато розчинених газів: кисню, азоту, водню, окислу карбону і ін. При твердненні гази виділяються з металу і утворюють великі і дрібні зони, заповнені газом - **газові міхури**.

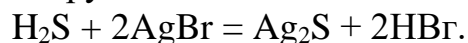
Вуглець і шкідливі домішки в сталі: сірка і фосфор володіють підвищеною схильністю до ліквіації. **Ліквіація** - нерівномірний розподіл елементів (в першу чергу домішок) по перерізу або об'єму затверділого металу. У злитку велика частина домішок знаходиться в центральній і верхній областях (рис.5). Ліквіація, яка виникає при затвердінні металу, зберігається і в готових деталях після обробки тиском і різанням. У місцях скупчення сірки і фосфору метал володіє зниженими пластичністю і ударною в'язкістю.

Якісну оцінку розподілу сірки в металі можна одержати при допомозі т.з. **методу Баумана**. Фотопапір змочують в 10% розчині H_2SO_4 у воді, кладуть на рівну поверхню шаром емульсії вгору і на емульсію ставлять готовий макрошліф. Витримують його на папері протягом 5 - 10 хв.

Сірка присутня в металі не в чистому вигляді, а у вигляді сульфідів заліза або марганцю. В результаті на поверхні металу відбуваються реакції:



Сірководень, що утворюється, взаємодіє з бромистим сріблом, що входить до складу фотопаперу:



Сульфід срібла має коричневий колір. Відбиток промивають у воді, фіксують 20 - 30 хв. в розчині гіпосульфиду, знову промивають і сушать. За утвореними на фотопапері темними ділянками можна судити про характер розподілу сірки в досліджуваній сталі (або чавуні).

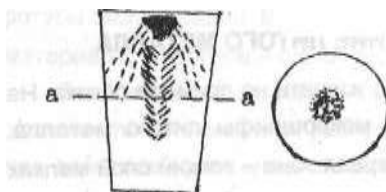


Рис. 5. Ліквіація в сталевому злитку (області підвищеного вмісту шкідливих домішок)

МАКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛУ, ОБРОБЛЕНОГО ТИСКОМ

Литий метал має знижену густину і міцність через наявність дефектів. Для підвищення густини і поліпшення механічних властивостей литий метал піддають гарячій обробці тиском: прокатуванню, куванню, штампуванню. При обробці тиском метал нагрівають до високої температури, коли підвищується його пластичність і здатність до деформації. В процесі деформації кристали (зерна) і неметалеві включення (сульфіди, оксиди) подрібнюються і витягуються вздовж напрямку деформації. Така структура має вигляд витягнутих волокон, її називають **волокнистою структурою**.

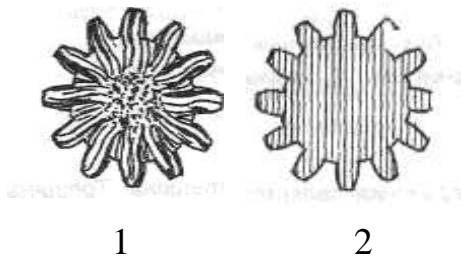


Рис. 6. Макроструктура шестерні: 1 - кованої (з правильним розташуванням волокон); 2 - одержаної різанням з прокатоного металу (неправильне розташування волокон)

Після обробки тиском механічні властивості уздовж волокон вищі, ніж в поперечному напрямку, тобто виникає явище анізотропії. При створенні деталі необхідно враховувати спосіб виготовлення матеріалу. Важливо, щоб волокна в деталі повторили її геометрію (конфігурацію) (рис. 6). Тоді підвищиться міцність деталі і термін її служби.



Рис. 7. Флокени в поперечному перерізі металу

Можливим дефектом металу, обробленого тиском, є **флокени** - внутрішні тріщини в металі у вигляді сріблясто-білих плям (у зламі) або волосовінь (у поперечному перетині) діаметром до 40 мм (рис. 7). Флокени виникають за наявності в рідкій сталі розчиненого водню, вони утворюються в процесі охолодження металу після обробки тиском. При охолодженні водень виділяється і створює в пустотах (порах) металу високий тиск, який руйнує метал. Флокени є недопустимим дефектом металу.

МАКРОСКОПІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Макроскопічний аналіз застосовується також для контролю якості зварних з'єднань. При виготовленні зварних з'єднань через місцевий нерівномірний нагрів в металі виникають значні внутрішні напруги, які за своєю природою поділяються на усадкові, структурні і термічні.

Внутрішні напруги можуть викликати зміну форми - викривлення і навіть утворення тріщин. На макрошліфах добре видно дефекти зварного шва: тріщини, непровари, шлакові включення, газові пори (рис. 8).

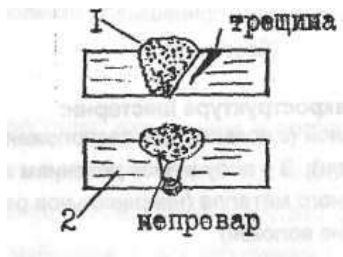


Рис. 8. Дефекти зварних з'єднань:
1 - зварний шов; 2 - зварюваний метал

Основним дефектом зварного з'єднання є тріщина. Тріщина виникає в результаті утворення в зоні зварки значних внутрішніх напруг. Розрізняють тріщини гарячі і холодні. При охолодженні металу після зварки від 1400 до 950°C одночасно з кристалізацією відбувається місцеве стиснення нагрітого металу (усадкові і термічні напруги), наслідком чого може бути утворення **гарячих тріщин**.

Холодні тріщини утворюються в зварних з'єднаннях легованих сталей при температурах нижче 200°C. Звичайно це пов'язано з утворенням нової структури мартенситу (або трооститу-мартенситу), що супроводжується збільшенням об'єму і виникненням напруг, які називаються структурними.

Хід роботи

Для виконання роботи одержують у лаборанта набір макрошліфів. Замальовують макроструктуру кожного шліфа, визначають технологічний процес їх виготовлення. Виявляють дефекти макроструктури і вказують їх на малюнках.

Одержують сірчані відбитки за методом Баумана, для цього використовують зразки прокатного металу або зразки зварних з'єднань. За одержаними фотографіями пояснюють причини нерівномірного розподілу сірки в металі.

Контрольні запитання

1. Що таке макроаналіз?
2. Які відомості можна отримати при макроскопічному аналізі металів та сплавів?
3. Що таке фрактографія?
4. Дайте характеристику крихкому та в'язкому руйнуванню металів та сплавів.
5. Поясніть процес руйнування металу в результаті втоми. З яких зон складається втомний злом?
6. Яку інформацію можна отримати при аналізі макрошліфів? Як готують макрошліфи?
7. Зобразіть поздовжній та поперечний макрошліфи литого металу. Яка їх структура?
8. Чому при литті можливе утворення усадкової раковини?
9. Що таке ліквіація? Яким методом виявляють ліквіацію сірки?
10. Зобразіть макроструктуру деталі а) отриманої литтям, б) після обробки куванням, в) вирізаної з прокатаного металу. Як впливає тип обробки на механічні властивості матеріалу?
11. Які дефекти металу називаються флокенами? Коли вони виникають?
12. Перелічіть основні дефекти зварних з'єднань.

Лабораторна робота №3

Визначення макро- і мікротвердості матеріалів

Мета роботи: ознайомлення з методами визначення твердості матеріалів. Набуття навиків при проведенні досліджень по визначенню мікротвердості.

Прилади і матеріали: твердомір, зразки для вимірювань.

Теоретичні відомості

Зі всіх механічних досліджень матеріалів найбільш простим для виконання є вимірювання мікротвердості. Із існуючих методів (вдавлювання, відскакування, царапання, качання маятника) найширше застосовується метод вдавлювання. Твердість при вдавлюванні визначається як одна з механічних властивостей матеріалів чинити опір місцевій пластичній деформації. Поширеними є наступні методи вимірювання твердості:

- 1) вдавлювання сталюї кульки (метод Брінелля);
- 2) вдавлювання алмазного конуса (метод Роквелла);
- 3) вдавлювання чотиригранної алмазної пірамідки (метод Віккерса);
- 4) вдавлювання чотиригранної алмазної пірамідки під невеликим навантаженням (метод Хрущова-Берковича).

Розглянемо метод вимірювання мікротвердості вдавлюванням алмазної чотиригранної піраміди. Суть метода – у вимірюванні лінійної величини діагоналі відбитка, отриманого при вдавлюванні алмазної чотиригранної піраміди з кутом при вершині в 136° в досліджуваній матеріал під навантаженням 2-200 г. Так же визначається мікротвердість окремих структурних складових сплавів, досить тонких шарів.

Мікротвердість вимірюють приладом типу ПМТ-3 (рис.9). Цей прилад складається із штатива, предметного столика, гвинтового окулярного мікрометра, навантажуючого механізму і спеціального освітлювача. Деталі: штатив - основа 1 і колона 16 (рис. 1, а); по останній можна переміщувати у вертикальному напрямку кронштейн 14 з тубусом шляхом обертання гвинтів 12 (груба подача) і 13 (мікроподача), оснащеного шкалою з поділками. Одна поділка відповідає 0.02 мм підйому чи опускання тубуса. Предметний столик 4 закріплений на основі мікрометра 3 гвинтами. Верхня частина столика, на яку встановлюють об'єкт, переміщується у двох взаємно перпендикулярних напрямках двома мікрометричними гвинтами 2 і 17, ціна поділки шкали на барабані (мікрометричних гвинтів) – 0.01 м. Гвинтовий окулярний мікрометр 10 закріплений на трубці насадки гвинтом і призначений для вимірювання діагоналі отриманого відбитка. Подвійний штрих (перехрестя ниток) окулярного мікроскопа переміщують барабаном 11. Рукояткою 3 повертають столик на 180° .

До тубуса прикріплений механізм навантаження 7. Останній являє собою шток на двох пружинах, розміщених всередині корпусу механізму. У нижній кінець штока вставляють оправку 5 з алмазним наконечником, а на потовщену його частину вставляють навантаження 6 (у формі шайб з вирізом) вагою 2, 5, 10, 50, 100, 200 г. При обертанні рукоятки 8 аретира проти годинникової стрілки шток опускається, на досліджуваному матеріалі

отримується відбиток.

На тубусі мікроскопа закріплений освітлювач. Повертаючи рукоятку від упора до упора, можна за його допомогою розглядати об'єкт як в світлому, так і в темному полі. Освітлювач оснащений світлофільтрами 15, призначеними для зменшення інтенсивності освітлення і підвищення контрастності спостережуваного об'єкта. В освітлювач вставляють лампочку (8 В, 12 Вт), струм до якої поступає від мережі через трансформатор. Від джерела світла 1 (рис. 1, б) через конденсатор 2 промені попадають на відбивну пластинку 7 або дзеркало залежно від того, в якому полі розглядається зображення відбитка. У світлому полі від пластинки 7 промені через об'єктив 8 попадають на досліджуваний предмет 9, де відбиваються і, повернувшись знову в об'єктив, утворюють зображення предмета в фокальній площині окулярного мікромметра 6. В темному полі від дзеркала 4 промені падають на параболічне дзеркало 10, а потім проходять той же шлях, що і в світлому полі. Для регулювання освітлення служить діафрагма 3. Призма 5 призначена для відхилення променів на 45°, чим забезпечується зручність при роботі на приладі.

Число твердості підраховують за формулою:

$$H = \frac{1.854P}{d^2},$$

де P - навантаження на піраміду, кг;

d - довжина діагоналі відбитка, мм.

Хід роботи

Мікротвердість визначають в такій послідовності.

1. Зразки до випробування готують шліфуванням і поліруванням. Для визначення твердості структурних складових повинен бути приготований мікрошліф.

2. Закріплюють зразки пластиліном на планці і вирівнюють досліджувану поверхню паралельно робочій площині столика за допомогою ручного преса.

3. Повертають столик в крайнє праве положення до упора.

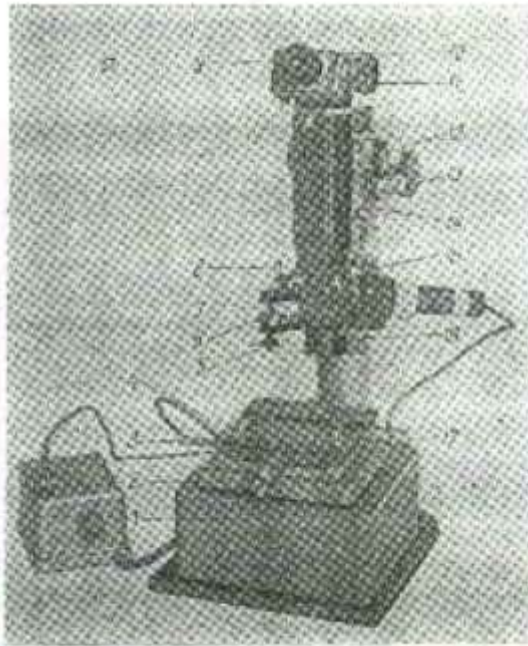
4. Вибраний вантаж поміщають на потовщену частину штока.

5. За допомогою гвинтів 12 і 13 наводять на фокус поверхню зразка і обертанням лінзи окуляра 9 встановлюють на різкість нитки окулярного мікроскопа.

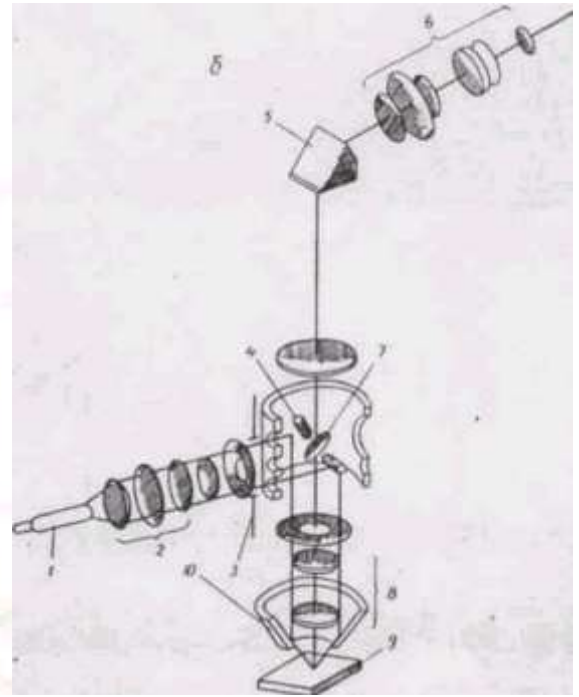
6. Вибирають на зразку місце для нанесення відбитка і переміщенням столика підводять його до перехрестя подвійного штриха.

7. Плавна повертають предметний столик проти годинникової стрілки до упора.

8. Повертають рукоятку 3 проти годинникової стрілки (повільно) і вдавлюють алмазну пірамідку в досліджувану поверхню. Після витримки протягом 5 с рукоятку 8 аретира повертають у вихідне положення.



а



б

Рис. 9. Загальний вигляд мікроскопа ПМТ-3 (а) і його схема (б)

9. Після повороту предметного столика в крайнє праве положення до упору приступають до вимірювання діагоналі отриманого відбитка за допомогою окулярного мікрометра. Правий кут перехрестя ниток відводять обертанням барабана 11 до лівого кутка відбитка. Цифра на шкалі, зображена зліва від перехрестя ниток (подвійний штрих), показує сотні, а цифри на вимірювальному барабані – десятки і одиниці. Сума цих чисел дає відлік. Потім обертанням барабана 11 окулярного мікроскопа лівий кут ниток підводять до правого кута відбитка. Другий відлік показів шкали і вимірювального барабана окуляр-мікрометра аналогічний першому. Різниця відліків, помножена на ціну поділки вимірювального барабана (0.315 мкм) чи поділена на коефіцієнт збільшення, дає істинну величину діагоналі відбитка. Коефіцієнт (масштаб збільшення) об'єктива визначається відношенням ціни однієї поділки барабана в фокальній площині окуляра до ціни однієї поділки шкали барабана в площині об'єкта

10. Число твердості визначають за таблицями та за формулою.

11. Результати вимірювань і розрахунків заносять до таблиці:

Таблиця 1.

Матеріал	Навантаження	Перший відлік	Другий відлік	Довжина діагоналі відбитка (різниця першого і другого відліку)	Довжина діагоналі відбитка, помножена на 0.3 мкм	Число мікротвердості	
						обчислене за формулою	визначене за таблицями
...							
...							

Контрольні запитання

1. Що розуміють під твердістю?
2. Перелічіть основні методи визначення твердості матеріалів. Які індентори при цьому використовують?
3. Чим керуються при виборі методу визначення твердості та виборі навантаження?
4. Запишіть формули для розрахунку твердості при вдавлюванні алмазної пірамідки.

Лабораторна робота № 4

Визначення хімічних властивостей металів і сплавів

Мета: вивчення методів випробування на корозійну стійкість чи окислювальну стійкість металів та сплавів.

Прилади і матеріали: сушильна шафа, технічні ваги, фарфорова лодочка, штангенциркуль, зразки металів та сплавів, папір, ножниці.

Теоретичні відомості

Для характеристики хімічних властивостей металів залежно від складу, структури і обробки визначають їх стійкість до загальної корозії, міжкристалітної корозії та корозійного розтріскування.

Випробування на загальну корозію

Використовують декілька методів дослідження:

- в рідині при повному зануренні зразка;
- в рідині при перемінному багаторазовому зануренні;
- в парі; в киплячому соляному розчині;
- в оточуючій атмосфері в лабораторних умовах.

Склад рідини, пари чи розчинів вибирають із врахування металу, що збираються використовувати. Для випробувань використовують зразки з великим відношенням площі поверхні до об'єму.

Отримані результати оцінюють кількісно за швидкістю корозії v , що характеризується втратою маси Δm на протязі певного проміжку часу t , віднесеного до одиниці поверхні S .

$$v = \frac{\Delta m}{St},$$

За швидкістю корозії визначають також величину проникнення корозії

$$П = (v / \rho) 10^{-3} \text{мм/рік},$$

де ρ – густина металу, г/см³.

Ця оцінка застосовна тільки у випадку однорідної корозійної дії. При прояві локальних порушень такий метод не застосовують.

Поряд із визначенням зміни маси зразка і глибини корозії виконують візуальне чи під мікроскопом спостереження поверхні зразків. Це дозволяє визначити стійкість до точкової корозії. В цьому випадку вимірюють густину

(кількість корозійних точок на одиницю поверхні) і глибину точок. Мікродослідження дозволяють виявити виникнення дуже малі точки і початок корозії.

Іншим показником розвитку корозії є зміна механічних властивостей зразків. Загальна корозія, яка приводить до зменшення перерізу, супроводжується зниженням руйнуючого навантаження. В результаті точкової корозії знижується також і пластичність (відносно подовження). Корозійну стійкість металу оцінюють за шкалою, що вказана в таблиці 2. Меншим балом характеризують більш стійкі метали.

Таблиця 2.

Оцінка стійкості до корозії

Бал стійкості	Стійкість, мм/рік	Категорія стійкості
1	<0.10	Сильностійкі
2	0.10 – 1.0	Стійкі
3	1.10 – 3.0	Пониженостійкі
4	3.10 – 10.0	Малостійкі
5	10.1	Нестійкі

Випробування на міжкристалітну корозію

Випробування з визначення стійкості до міжкристалітної корозії проводять на корозійних сталях і сплавах, призначених для виготовлення металевих конструкцій. Сталі, на яких проводять випробування, поділяють на такі класи: феритний, аустенітно-мартенситний, аустенітно-феритний і аустенітний. Крім того, для визначення стійкості до міжкристалітної корозії використовують сплави на залізонікелевій основі.

Відомо декілька методів визначення стійкості до міжкристалітної корозії, які умовно позначаються АМ, АМУ, В, ВУ, ДУ і Б.

Для випробування використовують зразки, які отримані із заготовок, листового прокату, сортового прокату, труб. При цьому встановлюють певні розміри зразків – ширина 20 мм, довжина ≥ 50 мм.

Нестабілізовані аустенітні сталі, тобто ті, які не містять титану чи ніобію, з вмістом вуглецю ≥ 0.03 мас. % С випробують на зразках після закалювання, тоді як зразки із стабілізованих сталей, які містять титан чи ніобій, випробують після термічної обробки відповідно до режимів, які прийняті для відповідної продукції.

Після термічної обробки поверхні зразків, які підлягають випробуванню методами АМ, АМУ, В чи ВУ, видаляють окалину хімічним чи електрохімічним травленням та проводять шліфування поверхні, яка перед випробуванням, зазвичай, обезжирюється. Вказану обробку зразків проводять для всіх методів дослідження.

Методи досліджень

Метод АМ. Цей метод полягає у витримці зразків в киплячому водному розчині купрум сульфату і сульфатної кислоти. В 100 мл води розчиняють

110– 160 г купрум сульфату, а потім невеликими порціями додають в 100 мл сульфатної кислоти в присутності мідної стружки протягом 24 годин. Після такої хімічної обробки зразки вигинають на 90° на оправці, радіус якої залежить від товщини зразка. Якщо на поверхні такого зразка немає тріщин, то це свідчить про стійкість сталі до міжкристалітної корозії. Поява тріщин на вигнутій і не вигнутій частинах зразка свідчить про схильність сталі до міжкристалітної корозії. Поява тріщин в результаті міжкристалітної корозії може бути виявлена і без вигину зразка металографічним методом з допомогою спеціальних реактивів для травлення мікрошліфів. Якщо мікроаналіз показав руйнування границь зерен цієї сталі на глибину < 30 мкм, то така сталь вважається стійкою до міжкристалітної корозії.

Метод АМУ. В цьому випадку зразки сталей витримують в киплячому водному розчині купрум сульфату і сульфатної кислоти підвищеної концентрації (в порівнянні з попереднім методом) в присутності мідної стружки. Склад розчину: в 1000 мл води розчиняють 50 г купрум сульфату, а потім невеликими порціями додають 250 мл сульфатної кислоти. Час витримки в цьому розчині 8 годин. Оцінка результатів така ж, як і в попередньому методі АМ.

Метод В. Метод застосовують для аустенітної сталі і сплавів. Зразки цих сталей і сплавів піддають травленню в киплячому водному розчині купрум сульфату і сульфатної кислоти, з додавання цинкового порошку (5 г на кожен 1000 мл розчину). Склад розчину: 1000 мл води, 110 г купрум сульфату. В розчин невеликими порціями додають 55 мл сульфатної кислоти. Час витримки – 114 годин.

Метод ВУ. Цей метод використовують для визначення схильності сталі до міжкристалітної корозії для тих самих сталей і сплавів, що і в методі В. В даному випадку розчин для випробування складається із 100 мл 50% розчину сульфатної кислоти, в яку вносять 40 г ферум (II) сульфату. В цьому киплячому розчині зразки знаходяться 48 годин. Далі визначають наявність тріщин як результату міжкристалітної корозії.

Метод ДУ. Цей метод полягає у витримці зразків із сталей в киплячому 65% розчині нітратної кислоти протягом 48 годин. Проводять 5 циклів такого нагріву. В цьому випадку оцінку схильності до міжкристалітної корозії визначають за швидкістю корозії.

Зразки вважаються схильними до міжкристалітної корозії, якщо її швидкість складає >0.5 мм/рік.

Метод Б. Метод полягає в анодному травленні переважно сталей аустенітного класу в 60% водному розчині сульфатної кислоти з додаванням 0.5% розчину уротропіну із розрахунку 20 мл на 1000 мл кислоти. При цьому випробувані зразок є анодом, а свинцева ємність, в якій проводять травлення – катодом. Густина струму 0.65 А/см². Тривалість випробування після включення струму - 5 хвилин. При випробуванні на поверхні зразка виникає пляма і, якщо в ньому не видно при збільшенні в ≥ 20 раз безперервної сітки, сталь класифікують як таку, що стійка до міжкристалітної корозії.

Окрім методів визначення схильності до міжкристалітної корозії, що базуються на хімічному травленні і дозволяють виявити появу тріщин на поверхні зразків візуально чи при невеликому збільшенні, використовують також і фізичні методи – ультразвуковий, що базується на розсіюванні пружних коливань (частота 0.5 – 10 мГц), вихрових струмів. В останньому випадку зразок після хімічного травлення поміщають в катушку, до якої підведений змінний струм. Якщо в зразку були тріщини, то зміниться величина вихрових струмів, що виникають при цьому, і, відповідно, повний імпеданс катушки, тобто величина її повного опору. Використовуючи цей метод, можна визначати глибину міжкристалітної корозії.

Випробування на корозійне розтріскування

Корозійне розтріскування – складний процес локалізованого руйнування металу, що протікає в умовах одночасної дії статистичних напруг і електрохімічного процесу. В результаті цього процесу на поверхні металу виникають тріщини, що розвиваються перпендикулярно до напрямку розтягуючих напруг: характер їх може бути міжкристалітний (тобто перпендикулярний межах зерен), внутрішньокристалітний, а деколи змішаний.

Стійкість металів до корозійного розтріскування характеризують:

- величиною, оберненою до часу розтріскування. Цю характеристику називають швидкістю розтріскування або схильністю чи чутливістю до корозійного розтріскування;
- числом зразків, що розтріскались при випробуванні, за відношенням до загального числа випробуваних;
- відносною зміною межі міцності металу за певний час витримки в корозійному середовищі в напруженому стані, що створюється дією зовнішніх чи внутрішніх сил.

В свою чергу, способи створення статистичних напруг вибираються в залежності від поставленої мети і властивостей досліджуваного металу. Величину напруг визначають на рівні виникаючих в умовах експлуатації або рівні межі текучості досліджуваного зразка. Такі напруги створюються прикладенням до зразка навантаженням постійної величини чи наданні зразку постійної деформації.

При одновісному розтягненні зразків напруги розподіляються рівномірно і достатньо точно підраховуються для вихідного стану. Така напруга створюється безпосереднім розтягненням певним навантаженням, пружиною. На такій установці можна визначати розвиток корозії також в гарячих розчинах при повній герметизації робочого простору.

Принципова відмінність в напруженому стані, що виникає в таких випадках, полягає в наступному. Якщо вихідні напруги створюються прикладенням постійного навантаження, то фактичні напруги в процесі корозійного розтріскування безперервно зростають (за рахунок зменшення реального перерізу зразка). При наданні зразку постійної деформації, навпаки, зменшення перерізу зразка, що відбувається, приводить до безперервного

зниження фактично діючих напруг.

Більш жорсткий спосіб створення напруг є зближення кінців вигнутого в петлю плоского зразка. Це дозволяє отримати результати випробування за відносно короткий термін.

Середовища, що вибираються для випробування на корозію

Залежно від задачі випробування, можна вибирати середовища – штучно створені чи природні. Перевага штучних середовищ – це можливість повного відтворення і регулювання складу середовища та його характеру, агресивності. Можна при цьому змінювати температуру і регулювати рН середовища та вміст кисню в ньому.

Ідеальним штучним середовищем, що застосовується в лабораторних дослідженнях, є те середовище, в якому корозійне розтріскування протікає протягом значно меншого терміну, ніж в експлуатації. В такому середовищі повинні бути такі іони, з якими метал взаємодіє в умовах його експлуатації. Разом з тим, створене корозійне середовище не повинне створювати загальної корозії, тобто не викликати дії на ненавантажений метал. Таким умовам відповідає середовище, що застосовується для випробувань на корозійне розтріскування аустенітних нержавіючих сталей: киплячий розчин 42% $MgCl_2$, 0.5 н $NaCl$ і 0.1 н $NaNO_2$, розбавлені розчини хлоридів, кисень. Випробування в природних середовищах ближче до експлуатаційних. Середовища вибирають таким чином, щоб вони не поступалися в агресивності тим, в яких повинні служити матеріали. В цих середовищах можуть міститися сліди домішок, що відіграють важливу роль в розвитку корозії. Досліджувані матеріали можуть підлягати при цьому дії циклів змочування та просушування, сонця і вітру. Найбільш характерні випробування:

- в морській воді матеріалів і конструкцій, в яких не можна допускати руйнування від корозійного розтріскування під напругою при тривалій дії корозії;

- в промисловій атмосфері, в якій можуть міститися хлор, сполуки Сульфуру, оксиди Нітрогену, амоніак, вуглекислий газ, пари води і тонкі шари вологи, що концентруються на поверхні зразків.

Випробування можна проводити під напругою, тоді при агресивній дії цих середовищ може розвиватися загальна корозія і руйнування зразка.

Хід роботи

В даній лабораторній роботі визначається стійкість сталі до газової корозії (залежно від складу і умов нагріву). Ці дослідження можуть бути виконані в простих умовах і за відносно короткий час. Разом з тим вони дозволяють отримати попередню характеристику такої важливої характеристики сталей, що використовуються при високотемпературному нагріві, як окалиностійкість, а також вплив на неї основних легуючих компонентів.

Для підвищення чутливості дослідження використовують зразки з більшою поверхнею, наприклад товщиною 2-3 мм, шириною 5-8 мм і

довжиною 60-80 мм. Поверхня зразка має бути шліфованою або протравленою.

Стійкість до корозії краще оцінювати за приростом маси.

Робота виконується в наступній послідовності. Вимірюють поверхню зразка, потім кожен зразок викладають на окрему прожарену фарфорову лодочку і зважують разом з лодочкою на аналітичних терезах. Після цього два зразки, що порівнюють, нагрівають в електричній печі з повітряною атмосферою до температур і з витримкою вказаними в задачі. Для більш інтенсивного окиснення рекомендовано відкривати 2-3 рази на 1-2 хвилини піч. Після закінчення витримки зразки разом з лодочкою обережно зважують на аналітичних вагах. Точність зважування 0.1 мг.

Визначають окалиностійкість виданих зразків за приростом маси ($\text{г}/(\text{см}^2 \cdot \text{год})$).

Контрольні запитання

1. Що таке корозійна стійкість? Жаростійкість? Які основні критерії їх оцінки?
2. В чому суть випробувань на загальну корозію, міжкристалітну корозію та корозійне розтріскування.
3. Як обчислюють швидкість корозії? Глибину проникнення корозії?
4. Які оцінюють матеріали за стійкістю до корозії?
5. Які середовища вибирають для досліджень на корозійну стійкість?

Лабораторна робота №5

Визначення фізико-хімічних властивостей деревини

Мета: Вивчення методів визначення важливих фізико-механічних властивостей деревини.

Прилади і матеріали: сушильна шафа, технічні ваги, бюкси, штангенциркуль, гідравічний прес, зразки деревини.

Теоретичні відомості

Деревина як будівельний і виробничий матеріал повинна бути міцною, легкою в обробці, стійкою до зовнішніх впливів повітря і води.

До фізичних властивостей деревини відносяться колір, блиск, текстура, запах, вогкість, розбухання, лінійна і об'ємна усушка, густина, гігроскопічність, тепло-, звуко- і електропровідність.

Колір деревини визначається дубильними речовинами, смолами і продуктами окиснення; використовується для визначення порід деревини.

Блиск залежить від розміщення серцевидних променів, її густини, породи; враховується при використанні деревини в незабарвленому вигляді.

Текстура – це природний рисунок на поверхні поздовжнього розрізу деревини, внаслідок перерізання її волокон, річних шарів і серцевинних променів. Важлива при використанні деревини в декоративних цілях.

Вологість залежить від породи дерева і ґрунтово-кліматичних умов росту. Виражається у відсотках по відношенню до маси сухого зразка. Зразок розміром 20×20×30мм поміщають в сушильну шафу при температурі 100-105°C, через 6 годин проводять контрольне зважування бюкса зі зразком, якщо наступне зважування дає однакову масу, зважування вважається закінченим.

Вологість визначається за формулою

$$W = \frac{G_1 - G_2}{G_2 - G}, \quad (1)$$

де G – маса бюкса, г; G_1, G_2 – маса бюкса з пробою до і після висушування, г.

Визначення вологості таким методом займає багато часу і не дає можливості визначати вологість готових виробів. Зараз для пришвидшення визначення вологості (протягом 1-2 хвилин) використовують прилади – електровологоміри, принцип дії яких базується на вимірюванні електропровідності або діелектричної проникності в залежності від вологості.

За вологістю деревина поділяється на сиру (23-40%), напівсуху (18-23%), повітряно-суху (12-18%), кімнатно-суху (18-12%) і абсолютно суху. Стандартною вважається деревина, яка має вологість 15%.

Лінійна усушка характеризується зменшенням розміру зразка деревини внаслідок видалення із неї вологи і виражається у відсотках за відношенням до розміру зразка після висушування.

Величину усушки визначають таким чином: Із деревини готують паралелепіпеди розміром 30×30×10мм і вимірюють їх за напрямом ліній на торцевих поверхнях з точністю до 0.01 мм (рис.10). Після висушування до постійної маси знов вимірюють їх за тими самими напрямками і в тих самих місцях, що і до висушування.

Лінійну усушку визначають за такими формулами:

$$r_T = \frac{a - a_1}{a_1} \cdot 100; \quad r_P = \frac{b - b_1}{b_1} \cdot 100, \quad (2)$$

де r_T і r_P – лінійна усушка в тангенціальному і радіальному напрямках, %;

a, b, a_1, b_1 – розміри зразка за тангенціальним і радіальними напрямками до і після висушування, мм.

Коефіцієнт лінійної усушки обраховується з точністю до 0.01% за формулами:

$$k_T = \frac{r_T}{W}; \quad k_P = \frac{r_P}{W}, \quad (3)$$

де W - вологість зразка, % (не більше 30).

Густина – це маса одиниці об'єму деревини в її природньому вигляді. Вона служить основним показником якості і механічних властивостей деревини. Густина зразка при певній вологості обчислюється за формулою

$$\rho_{ow} = \frac{m_1 - m}{V_1} \text{ г/см}^3, \quad (4)$$

де m - маса б'юкса, г; m_1 - маса б'юкса зі зразком, г; V_1 - об'єм зразка, см³.

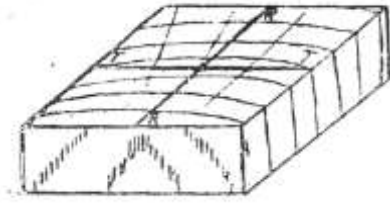


Рис.10. Зразок для визначення величини усушки.

Для перерахунку на густину при стандартній 15% вологості використовується формула

$$\rho_{15} = \rho_{ow} [1 + 0.01(1 - k_0)(15 - W)], \quad (5)$$

де w - вологість зразка, %;

k_0 - коефіцієнт об'ємної усушки (%), визначений за формулою

$$k_0 = \frac{V_1 - V_2}{V_2 W} \cdot 100, \quad (6)$$

де v_1 і v_2 - об'єм зразка до і після висушування, см³.

Механічні властивості деревини (міцність, твердість, пружність, в'язкість, розколюваність, гвіздимість і ін.) визначаються її опором дії зовнішніх механічних сил.

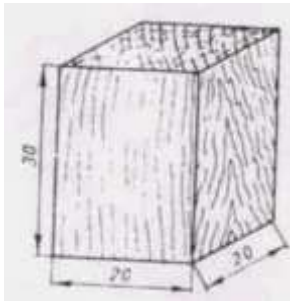


Рис.11. Зразок, що використовується для дослідження на стиск вздовж волокон.

Міцністю називається здатність деревини чинити опір дії зовнішніх сил, що прагнуть зжати, зім'яти, розтягнути, зігнути, сколотити чи розрізати її. Для визначення міцності при стисненні вздовж волокон використовують зразки розміром 20×20×30 мм. Поверхні повинні бути гладкими із відхиленням від стандартних розмірів в межах ±0.5 мм (рис.11). Зразок ставлять на середню частину опори гідравлічного преса і рівномірно навантажують його. Середня швидкість навантаження 400 кг/хв.

Міцність деревини визначають за формулою

$$D_W = \frac{P_{\max}}{ab} \text{ кг/см}^2, \quad (7)$$

де P_{\max} - руйнуюче навантаження, кг;

a і b - розміри поперечного перерізу зразка, см.

Перерахунок міцності деревини для її стандартної вологості (15%) проводять за формулою

$$D_{15} = D_w [1 + \alpha(w - 15)], \quad (8)$$

де w - вологість зразка, %;

α - поправочний коефіцієнт (для сосни, бука, ясеня – 0.05; для ялини, піхти, дуба – 0.04).

Хід роботи.

Необхідно визначити основні характеристики деревини: вологість, лінійну і об'ємну усушку, густину, межу міцності при стисненні, статичному згині, сколюванні.

1. Для встановлення вологості, лінійної і об'ємної усушки з допомогою штангенциркуля вимірюють лінійні розміри зразка і зважують його з точністю до 0,1 мг. Висушують зразки в сушильній шафі протягом 6 год. Через кожні 2 год. проводять зважування зразка і вимірювання лінійних розмірів. За формулами 1-4 визначають числові значення потрібних властивостей деревини.

2. Визначають густину деревини за формулами 4 і 5.

3. За допомогою преса проводять дослідження зразка на міцність при стисненні. За формулами 7 і 8 розраховують межу міцності.

Контрольні запитання

1. Яка будова деревини?
2. Які основні характеристики деревини?
3. Які основні переваги та недоліки деревини як матеріалу?
4. За якими основними перерізами вивчають властивості деревини?
5. Які існують методи визначення вологості деревини?
6. Як класифікують деревину за ступенем вологості?
7. Запишіть основні формули для визначення усушки, коефіцієнта усушки, перерахунку густини деревини на густину при стандартній 15% вологості.
8. Охарактеризуйте дослідження деревини на міцність.

Лабораторна робота №6

Вивчення процесу набухання полімеру

Мета: вивчення процесу набухання полімеру та визначення константи швидкості цього процесу.

Прилади та матеріали: зразок полімеру, розчинник, секундомір, лабораторні ваги, пробірки з поділками чи мірні циліндри.

Теоретичні відомості

Внаслідок значної різниці у швидкостях дифузії високомолекулярної сполуки (ВМС) та низькомолекулярного розчинника часто першим етапом процесу розчинення ВМС є проникнення більш рухливих молекул розчинника

в простір між ланками полімерного ланцюга. Це явище називається набуханням, тому що воно насамперед супроводжується суттєвим збільшенням об'єму полімерного зразка. Якщо між макромолекулярними ланцюгами немає поперечних хімічних зв'язків, то подальше проникнення молекул розчинника може призвести до того, що макромолекули полімеру рівномірно розподіляться по всьому об'єму розчинника, тобто процес набухання закінчиться повним розчиненням полімеру. У цьому випадку кажуть про “необмежене набухання”.

Але набухання не завжди закінчується розчиненням. Дуже часто після досягнення певного ступеня набухання процес припиняється (обмежене набухання). Однією з причин обмеженого набухання може бути наявність поперечних зв'язків у макромолекулярних ланцюгах, які перешкоджають подальшій сольватації полімеру. Інша причина обмеженого набухання - обмежена взаємна розчинність полімеру та розчинника. Обмежене набухання може супроводжуватися формуванням структурованих систем, у яких складові частини структурно закріплені і не можуть вільно пересуватися (желе, гелі).

Кількісною характеристикою обмеженого набухання є ступінь набухання α , який обчислюється за рівнянням

$$\alpha = (m - m_0) / m_0, \quad (1)$$

де m_0 і m - маса наважки полімеру до і після набухання. Очевидно, що α чисельно дорівнює масі (г) рідини, що поглинається 1 г високомолекулярної сполуки. Можна виразити ступінь набухання як відношення граничного об'єму поглинутої рідини V_∞ до маси зразка полімеру:

$$\alpha = V_\infty / m. \quad (2)$$

Ступінь набухання залежить від ряду факторів. Наприклад, ступінь набухання білків за даної температури залежить від рН середовища, у якому здійснюється набухання. Мінімум α відповідає ізоелектричному стану білка. Набухання, як правило, супроводжується виділенням теплоти, тому при підвищенні температури ступінь набухання зменшується.

Кінетика набухання описується рівнянням, яке за своєю формою подібне до кінетичного рівняння швидкості реакції першого порядку:

$$k = \frac{2.3}{t} \lg \frac{V_\infty}{V_\infty - V_t}, \quad (3)$$

де k - константа швидкості процесу набухання, яка залежить від природи полімеру і розчинника, температури; V_t - об'єм поглинутого розчинника до моменту часу t ; V_∞ - граничний об'єм поглинутого розчинника (коли об'єм полімеру вже не змінюється). Рівняння (3) можна записати у вигляді

$$\frac{kt}{2.3} = \lg \frac{V_\infty}{V_\infty - V_t} \quad \text{або} \quad \lg(V_\infty - V_t) = \lg V_\infty - \frac{kt}{2.3}. \quad (4)$$

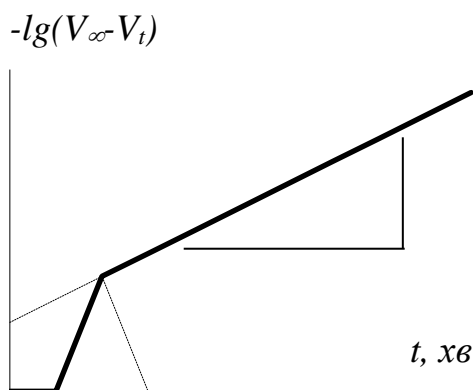


Рис. 12. Графічне визначення константи набухання

Якщо на осі ординат відкласти $-lg(V_{\infty}-V_t)$, а на осі абсцис - час t , то одержимо пряму лінію з кутовим коефіцієнтом, що чисельно дорівнює $k/2,3$ (рис. 14).

Хід роботи

За кінетикою набухання можна прослідкувати за зменшенням об'єму рідини, у якій здійснюється набухання полімерної речовини.

1. Зважити 1-2 г сухого полімеру (за вказівкою викладача), записати його масу.

2. Помістити дану наважку в пробірки з поділками чи мірні циліндри. Долити розчинник до поділки 20 мл. Відмітити початковий об'єм полімеру. Записати час початку набухання.

3. Відмічати об'єм полімеру через проміжки часу в 1 хв доти, доки його об'єм не перестане збільшуватися (V_{∞}).

4. Розрахувати ступінь набухання α за формулою $\alpha = V_{\infty}/m$ (мл/г), де m - маса наважки полімеру.

5. Розрахувати $lg(V_{\infty}-V_t)$ для кожного t та побудувати графік залежності $lg(V_{\infty}-V_t)$ від t . Для цього нанести відповідні точки на міліметровий папір та провести через них пряму лінію.

6. Обчислити тангенс кута нахилу прямої до осі абсцис та визначити константу швидкості процесу набухання k (див. рис.12). Визначити розмірність константи.

7. Одержані результати записати в табл. 3.

Таблиця 3

Час від початку дослідів t , хв	V_t мл	$V_{\infty}-V_t$ мл	α	$lg(V_{\infty}-V_t)$

Контрольні запитання

1. У чому полягає принципова різниця між обмеженим та необмеженим набуханням?
2. Які фактори впливають на величину ступеня набухання?
3. Яка з систем - каучук чи ебоніт - більш схильна до набухання? Чому?

4. Досліджувалось набухання агар-агару у воді при кімнатній температурі

№	1	2	3	4	5
$t, \text{хв}$	5	15	30	60	∞
$m, \text{г}$	0,182	0,311	0,457	0,650	5,46

де m - маса рідини, увібрана 1 г речовини, що набухає. Знайти константу швидкості набухання k , якщо відомо, що кінетичне рівняння процесу має вигляд $m = kt^\gamma$, де γ - деяка стала величина.

Перелік питань для підсумкового контролю

1. Предмет і завдання курсу „Основи матеріалознавства”. Конструкційні матеріали. Неметалеві матеріали. Полімери. Основні етапи розвитку.
2. Аморфний і кристалічний стан твердої речовини. Анізотропія, ізотропія. Полікристалічні та монокристалічні тверді тіла.
3. Ковалентні, іонні, металічні, молекулярні кристали, відмінність в їх властивостях. Поліморфізм. Вплив поліморфізму на поведінку металів та сплавів при нагріві, охолодженні, хімічній обробці, експлуатації в широкому температурному діапазоні.
4. Дефекти в твердих тілах. Класифікація дефектів.
5. Основні фізико-хімічні властивості матеріалів.
6. Загальна характеристика методів аналізу матеріалів. Вимоги до властивостей конструкційних матеріалів. Методи прямого дослідження властивостей матеріалів. Методи посередніх або непрямих досліджень.
7. Макроструктурний аналіз.
8. Мікроаналіз.
9. Електронна мікроскопія.
10. Метод мікрорентгеноспектрального аналізу.
11. Дослідження механічних властивостей матеріалів. Дослідження на розтяг. Діаграму розтягу.
12. Методи визначення твердості матеріалів.
13. Дослідження ударної в'язкості матеріалів.
14. Визначення хімічних властивостей матеріалів. Стійкість металів та сплавів до загальної корозії, міжкристалітної корозії та корозійного розтріскування.
15. Дослідження фізичних властивостей.
16. Компоненти й фази в системі залізо - вуглець. Сплави заліза. Властивості заліза та вуглецю. Вплив легування та домішок на властивості сплавів. Діаграма стану залізо-вуглець.
17. Структурні складові залізобуглецевих сплавів: ферит, перліт, аустеніт, ледебурит, цементит та графіт. Графітизація. Діаграма стану залізо—цементит. Доевтектоїдні, евтектоїдна та заевтектоїдні сталі. Первинний та вторинний цементит. Доевтектоїдні, евтектоїдні та заевтектоїдні чавуни. Особливості кристалізації.
18. Сталь, основи класифікації та позначення марок. Класифікація сталей: за хімічним складом; за способом виробництва, за застосуванням, за внутрішньою структурою.
19. Вуглецеві й леговані сталі. Маркування сталей за хімічним складом. Умовні позначення легувальних елементів. Класифікація за ступенем. Класифікація за способом вторинного пререплаву. Маркування сталей за якістю.
20. Сталі з особливими фізичними й хімічними властивостями.
21. Чавуни. Основи класифікації. Вплив домішок (кремнію, сірки) на ливарні й механічні властивості чавунів. Вплив на механічні властивості чавунів величини й характеру розподілу вкраплень графіту. Класифікація

чавунів за формою й розмірами виділень графіту та будовою металічної основи. Маркування, застосування.

22. Термічна обробка. Стадії термічної обробки.

23. Відпал. Види відпалу.

24. Нормалізація.

25. Загартування. Загартувальні структури, що отримуються при різній швидкості охолодження: мартенсит, троостит, сорбіт. Загартуваність та прогартуваність сталі. Способи загартування.

26. Відпуск. Види відпуску.

27. Старіння. Природне та штучне старіння.

28. Обробка холодом.

29. Хіміко-термічна обробка..

30. Мідь та мідні сплави. Маркування, застосування міді. Сплави на основі міді.

31. Латуні. Класифікація латуней. Застосування. Маркування.

32. Бронзи. Принцип маркування бронз. Класифікація, властивості, застосування, маркування.

33. Алюміній та його сплави. Маркування, застосування. Технічний алюміній. Алюміній високої чистоти. Класифікація алюмінієвих сплавів. Властивості. Застосування. Маркування.

34. Магній та магнієві сплави. Маркування, застосування.

35. Титан та його сплави. Властивості. Застосування. Маркування.

36. Бабіти. Склад. Властивості. Застосування.

37. Матеріали високої твердості.

38. Матеріали високої провідності. Намотувальні та монтажні провідники.

39. Провідникові матеріали на основі міді. Вироби з міді.

40. Провідникові матеріали на основі алюмінію.

41. Матеріали високого опору.

42. Напівпровідникові та надчисті матеріали. Загальний принцип маркування надчистих матеріалів.

43. Магнітні матеріали. Класи магнітних матеріалів: магнітом'які, магнітотверді матеріали з високою коерцитивною силою, прецизійні матеріали зі спеціальними властивостями (високою магнітострикцією, термомагнітні, корозійно-стійкі). Склад, властивості, маркування, застосування.

44. Надпровідність та надпровідні матеріали.

45. Порошкові матеріали.

46. Деревина. Будова деревини. Хімічна структура деревини. Основні розрізи стовбура. Вологість деревини. Класифікація деревини за ступенем вологості. Ваговий та електричний метод вимірювання вологості деревини. Усушка деревини. Лінійна та об'ємна усушка деревини. Коефіцієнт усушки. Густина деревини. Механічні властивості деревини.

47. Різновиди деревини та її застосування. Види лісоматеріалів: дошки, бруси, шпали, колоди і ін. Обробка деревини. Фанера. Деревинностружкові

плити. Деревинношаруваті пластики. Деревинноволокнисті плити. Маркування, застосування.

48. Полімери. Фізичні стани полімерів: склоподібний, високоеластичний, в'язкотекучий. Старіння. Стабілізатори.

49. Пластичні маси. Складові пластмас. Класифікація пластмас за характером вихідного полімера. Класифікація пластмас за видом наповнювача.

50. Термопластичні пластмаси. Поліетилен. Поліетилен низької та високої густини. Поліпропилен. Полістирол. Пенополістирол. Полівінілхлорид. Пластики. Вініпласт. Органічне скло. Поліаміди: капрон, нейлон, анід й інші. Фторопласт. Полікарбонат. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

51. Терморективні пластмаси. Пластмаси з порошковими наповнювачами. Прес-порошки. Пластмаси з волокнистими наповнювачами. Волокніти Скловолкніти. Азбоволкніти. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

52. Шаруваті пластмаси. Гетинакс. Текстоліт. Деревинношаруваті пластики. Азботекстоліт. Склотекстоліт. Склад, основні хімічні та механічні властивості, застосування.

53. Газонаповнені пластмаси. Склад, основні властивості, застосування.

54. Гума. Склад гуми та її класифікація. Застосування.

55. Скляні матеріали та кераміки.

56. Клеї та властивості клеєвих з'єднань. Класифікація клеїв за плівкоутворювальною речовиною, адгезійними властивостями, поведінкою при нагріванні, умовами тверднення, зовнішнім виглядом, призначенням.

57. Фенол-каучукові клеї. Фенолополівінілацетатні клеї. Фенолокремній-органічні клеї. Клеї на основі епоксидних смол. Клеї холодного тверднення. Епоксидні клеї. Поліуретанові клеї. Клеї на основі кремнійорганічних сполук. Клеї на основі гетероциклічних полімерів. Гумові клеї. Кістковий та казеїновий клеї. Склад, отримання, властивості, застосування.

58. Лакофарбні матеріали. Компоненти лакофарбних матеріалів.

59. Плівкоутворювальні речовини: синтетичні смоли, ефіри целюлоза, рослинна олія. Класифікація лакофарбних матеріалів за вмістом та за плівкоутворюючою речовиною.

60. Лаки. Склад. Класифікація лаків.

61. Фарби. Склад. Класифікація фарб за типом розчинника: емалі та масляні. Пігменти. Фарбники.

62. Грунтовки. Склад. Класифікація грунтовок. Застосування.

63. Шпаклівки. Склад. Застосування.

Рекомендована література

1. Лахтин Ю.М. Материаловедение / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
2. Травин О.В. Материаловедение / О.В. Травин, Н.Т. Травина. – М.: Металлургия, 1989. – 384 с.
3. Солнцев Ю.П. Материаловедение и технология конструкционных материалов / Ю.П. Солнцев, В.А. Веселов, В.П. Демьянцевич. – М.: – МИСиС, 1996. – 576 с.
4. Брацыхин В.А. Переработка пластических масс в изделия / В.А. Брацыхин, С.С. Миндлин, К.Н. Стрельцов. – М.: – Л.: Химия, 1966. – 399 с.
5. Торнер Р.В. Основные процессы переработки полимеров. – М.: Химия, 1978. – 296 с.
6. Мозберг Р.К. Материаловедение. – Таллин: Валгус, 1976. – 554 с.
7. Гуль В.Е. Структура и механические свойства полимеров / В.Е. Гуль, В.Н. Кулезнев. – М.: Высшая школа, 1976. – 313 с.
8. Миндлин С.С. Технология производства полимеров и пластических масс на их основе. – Л.: Химия, 1979. – 353 с.
9. Богородицкий Н.П. Электротехнические материалы / Н.П. Богородицкий, Н.И. Пасынков, Б.М. Тареев. – Л.: Энергия, 1981. – 304 с.
10. Коррозионная стойкость оборудования химических производств: Способы защиты оборудования от коррозии: Справ. изд. / Под ред. Б.В. Строкана, А.М. Сухотина. – Л.: Химия, 1987. – 280 с.

Зміст

1.	Пояснювальна записка	3
2.	Програма навчальної дисципліни	3
3.	Вимоги до оформлення лабораторних робіт	10
4.	Лабораторна робота №1. Вивчення процесу кристалізації	11
5.	Лабораторна робота №2. Макроскопічний аналіз сплавів	13
6.	Лабораторна робота №3. Визначення макро- і мікротвердості матеріалів	18
7.	Лабораторна робота №4. Визначення хімічних властивостей металів і сплавів	21
8.	Лабораторна робота №5. Визначення фізико-хімічних властивостей деревини	26
9.	Лабораторна робота №6. Вивчення процесу набухання полімеру	29
10.	Перелік питань для підсумкового контролю	33
11.	Рекомендована література	36

Навчально-методичне видання

Автори: **Юрченко** Оксана Миколаївна
Кормош Жолт Олександрович
Марчук Олег Васильович

Основи матеріалознавства

*Методичні рекомендації до лабораторних робіт
для студентів хімічного факультету*

Друкується в авторській редакції