

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
з дисципліни " Фізична хімія полімерних і композиційних матеріалів"
для студентів спеціальності 132 – "Матеріалознавство"
за освітніми програмами другого (магістерського) рівня
«Композиційні та порошкові матеріали, покриття»
денної форми навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Фізична хімія полімерних і композиційних матеріалів" для студентів спеціальності 132 – "Матеріалознавство" за освітніми програмами другого (магістерського) рівня «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» денної форми навчання./ Укл.: О.Ю. Воскобойнік, І.М. Сохрякова. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 29с.

Укладачі: О.Ю. Воскобойнік, доцент, д-р фарм.н.
І.М. Сохрякова, завідувач лабораторії

Рецензент: В.О. Савченко, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: І.М. Сохрякова, завідувач лабораторії

Затверджено
на засіданні
НМК ФБАД
Протокол № 8
від " 24 " квітня 2024 р.

Затверджено
на засіданні кафедри
"Композиційні матеріали, хімія
та технології"
Протокол № 7
від " 11 " березня 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Правила роботи в лабораторії та вказівки з техніки безпеки.....	5
Лабораторна робота №1. Реакції ідентифікації полімерів.....	6
Лабораторна робота №2. Визначення вмісту вінілацетатних ланок у полівінілацетаті.....	11
Лабораторна робота №3. Затвердіння епоксидної смоли.....	14
Лабораторна робота №4. Дослідження набрякання желатину....	16
Лабораторна робота №5. Реологічні властивості розчинів полімерів.....	20
Лабораторна робота №6. Визначення густини полімерних матеріалів, композиційних матеріалів на їх основі та визначення вмісту компонентів гравіметричним методом.....	23
Лабораторна робота №7. Виготовлення композиційного матеріалу на основі полімерної матриці та волокнистого наповнювача.....	26
Література для самопідготовки.....	29

ВСТУП

Полімерні матеріали та полімерні композити набувають все більшого практичного значення, що пояснюється унікальними характеристиками. Так окремі види полімерних матеріалів вирізняються високою хімічною стійкістю, міцністю на розрив, електроізоляційними властивостями, низькою теплопровідністю та низькою густиною. Унікальною властивістю полімерів є їх здатність до великих оборотних деформацій (еластичність). Технології виготовлення виробів полімерних матеріалів характеризуються високою доступністю, що додатково підвищує їх популярність. Окремою сферою застосування полімерів є виготовлення на їх основі композиційних матеріалів. Полімерні композиційні матеріали вважаються одним з найбільш перспективних напрямків сучасного матеріалознавства. Завдяки поєднанню легкості та вкрай високих механічних властивостей зазначений тип матеріалів є вкрай важливим для авіабудівної, кораблебудівної та автобудівної промисловості, а також широко використовується для виготовлення побутових виробів.

Така велика значущість полімерів, а також композиційних матеріалів на їх основі вимагає від майбутніх фахівців у галузі матеріалознавства поглиблених знань хімічних та фізико-хімічних властивостей полімерних та композиційних матеріалів. Серед іншого майбутні інженери-матеріалознавці мають чітко розуміти особливості молекулярної та надмолекулярної будови полімерних матеріалів, знати методи їх одержання, особливості механічних властивостей полімерів, специфіку процесу розчинення полімерів та особливості поведінки їх розчинів. Також необхідними є знання фізико-хімічних властивостей композиційних матеріалів на полімерній основі. Набуття таких знань є неможливим без особистого досвіду дослідження властивостей полімерних матеріалів та композитів на їх основі. В представленому методичному матеріалі описаний порядок проведення лабораторних робіт, що передбачені при вивченні курсу «Фізико-хімія полімерних та композиційних матеріалів» метою якого є засвоєння описаних вище знань.

ПРАВИЛА РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ ТА ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Кожен студент повинен працювати на призначеному для нього робочому місці. Робоче місце повинно бути у належній чистоті та порядку. Здобувачам вищої освіти рекомендується під час виконання лабораторних робіт вдягати захисний одяг (халат). Перебування в лабораторії сторонніх осіб є забороненим. Студентам категорично забороняється самостійне виконання лабораторних робіт, всі експерименти проводяться виключно в присутності викладача та/або завідувача лабораторією. В лабораторії категорично забороняється приймати їжу або напої, а також палити. Забороняється викидати в каналізацію осади та використані фільтри. Хімічні відходи необхідно зливати в спеціально підготовлений посуд для подальшої утилізації. При виявленні пошкодження нагрівальних та інших електроприладів, а також водопровідної системи та каналізації необхідно терміново повідомити викладача/завідувача лабораторії. Слід вкрай обережно поводитись з хімічними реагентами та лабораторними посудом. Забороняється проведення експериментів, що не передбачено навчальним практикумом. При нагріванні в пробірках рідких або твердих речовин отвір пробірки не можна направляти на себе або на інших осіб, що знаходяться в навчальній лабораторії, щоб уникнути викиду нагрітої речовини. При роботі з концентрованими кислотами або лугами необхідним є використання засобів захисту очей. Після завершення робіт необхідно прибрати за собою і залишити робоче місце в чистоті і порядку.

Перша допомога при опіках та отруєннях

При опіку кислотами необхідно промити уражене місце великою кількістю проточної води, а потім 3% розчином натрію гідрокарбонату. При ураженні шкіри лугами необхідно промити опечене місце великою кількістю води, а потім 1% розчином оцтової кислоти. При ураженні лугом очей їх необхідно промити насиченим розчином борної кислоти та терміново звернутись до лікаря. При термічних опіках необхідно обробити рану розчином перманганату калію та змастити маззю так, щоб не ушкодити шкіру. При порізах склом необхідно видалити осколки з рани та змастити поранене місце йодом.

Лабораторна робота №1

РЕАКЦІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ПОЛІМЕРІВ

Актуальність теми. Полімерні сполуки набувають все більш широкого значення для різних галузей науки та техніки. Вони широко використовуються як конструкційні матеріали, мастильні матеріали, для виготовлення еластичних виробів, композиційних матеріалів тощо. Така затребуваність полімерів сучасною промисловістю привела до активізації як розробок по створенню нових високомолекулярних сполук так і удосконалення існуючих технологій їх виробництва. Наразі існує велика кількість високомолекулярних речовин та матеріалів (волокон, плівок, пластифікованих форм) на їх основі. Фахівець у галузі матеріалознавства має добре розуміти природу полімерних речовин, орієнтуватись в методах їх одержання та володіти базовими методами їх ідентифікації.

Мета лабораторної роботи. Закріпити знання про особливості молекулярної і надмолекулярної будови високомолекулярних сполук, загальні методи їх одержання. Відпрацювати навички по ідентифікації високомолекулярних речовин хімічними методами.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Визначення полімерів, особливості їх будови.
2. Класифікація полімерів за походженням, хімічною природою (хімічним складом ланцюга), структурною формою, кількістю типів ланок, за типами реакцій одержання, відношенню до нагрівання.
3. Методи одержання полімерів. Принципові відмінності між реакцією полімеризації та поліконденсації. Перетворення функціональних груп в молекулах полімерів.
4. Загальні підходи до якісного аналізу полімерів.

Реагенти та матеріали. поліетилен, полівінілацетат, полівініловий спирт, полівінілхлорид, епоксидна смола, оцтовий

ангідрид, сульфатна кислота концентрована, 10 % спиртовий розчин калію гідроксиду, 1 % водний розчин хлориду заліза (III), 10% водний розчин кислоти хлоридної, 0,1 М розчин йоду в йодиді калію.

Дослід №1. Використання реакції (проби) Лібермана-Шторха-Моравського для ідентифікації полімерів.

Виконання лабораторної роботи. Реакція Лібермана-Шторха-Моравського являє собою метод попередньої якісної оцінки полімерів. Зазначений підхід дозволяє встановити подальший напрям проведення аналізу за допомогою специфічних реакцій на полімери та з використанням спектральних методів аналізу (ІЧ-спектрометрія, ЯМР-спектрометрія, хроматографічні методи тощо). Пробу проводять наступним чином невеличкий зразок полімеру поміщують в суху пробірку або фарфорову пластину та змочують декількома краплями оцтового ангідриду та додають одну краплю концентрованої сульфатної кислоти так, щоб крапля була нанесена на рідину. Протягом 30 хвилин спостерігають зміни у забарвленні зразку. У відповідності до змін у забарвленні (таблиця) роблять висновки про ймовірну природу полімеру

Полімер	Забарвлення
Поліетилен, поліпропілен, поліізобутилен, полікарбонати, поліформальдегід, поліаміди, полістирол, карбамідно-формальдегідна смола, меламіно-формальдегідні смоли, політетрафторетилен, сополімери вінілхлориду з естерами акрилової або метакрилової кислот, бутадієнітрильні сополімери, ацетилцелюлоза, ацетопропіонат целюлози, ацетобутират целюлози, полісульфони, полііміди, казеїноформальдегідні смоли, терпенова смола, поліметилметакрилат.	Забарвлення не змінюється

Полівінілхлорид	Повільно синіє, далі зеленіє.
Сополімери вінілхлориду з вінілацетатом	Повільно зеленіє, синіє та буріє
Полівініліденхлорид	Повільно жовтіє
Полівінілбутиралі, полівінілацеталі	Помаранчеве, що переходить в червоне та в подальшому в коричневе
Полівінілформалі	Світло-зелене, що буріє
Полівініловий спирт	Зелене
Полівініловий спирт з низьким вмістом ацетатних груп.	Коричневе, світло-зелене
Полівініловий спирт з середнім вмістом ацетатних груп.	Світло-коричневе або червоно-коричневе
Полівініловий спирт з високим вмістом ацетатних груп.	Повільно набуває зеленого кольору
Поліестери	Як правило не забарвлюється, іноді спостерігається коричневе забарвлення
Поліметилметакрилат	Забарвлення повільно стає коричневим

Епоксидні смоли	Рожеве забарвлення, що переходить в червоне
Фенолформальдегідні, фенолфурфуролові, фурилові та резорцино-формальдегідні смоли	Світло-рожеве
Бутадієн-стирольний каучук	Світло-блакитне, сіро-зелене
Метилцелюлоза з різним вмістом метоксильних груп	Жовтий або оливково зелений
Етилцелюлоза з різним вмістом етоксильних груп	Помаранчеве, коричневе і червоне
Бензилцелюлоза	Помаранчеве або світлокоричневе

За описаною вище методикою досліджують зразки поліетилену, полівінілацетату, полівінілового спирту, полівінілхлориду та епоксидної смоли.

Дослід №2. Якісне визначення полівінілового спирту.

Готують водний розчин полівінілового спирту додають декілька мілілітрів водного розчину 0,1 М йоду в йодиді калію. Далі по краплинах додають розбавлений розчин кислоти хлоридної. З'являється синє забарвлення, що темніє з часом. Реакція проводиться при кімнатній температурі, при нагріванні зразку забарвлення зникає.

Дослід №3. Якісне визначення полівінілацетату.

Виконання лабораторної роботи. До зразку 0,2 г. полівінілацетату додають 1 мл 10 % спиртового розчину калію гідроксиду та перемішують. В подальшому реакційну суміш нейтралізують розчином сульфатної кислоти та додають 1-2 краплі

водного розчину хлориду заліза (III). Спостерігають утворення красно-бурого комплексу ацетату заліза.

Дослід №4. Якісне визначення епоксидної смоли.

Виконання лабораторної роботи. До зразку 0,5 г. епоксидної смоли додають розчин 30 мг. п-фенілендіаміну у 8 мл. дистильованої води та кип'ятять протягом 3 хв. З'являється рожеве забарвлення, що стає більш інтенсивним через 12 годин.

Зміст звіту. Опишіть порядок проведення якісних реакцій та їх видимий ефект.

Лабораторна робота №2

ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВІНІЛАЦЕТАТНИХ ЛАНОК У ПОЛІВІНІЛАЦЕТАТІ

Актуальність теми. Полімери не складаються з однакових молекул, так останні можуть різнитися за ступеню полімеризації (полідисперсність), ступенем розгалуженості та в ряді випадків різним співвідношенням функціональних груп у своєму складі. Зазначені особливості принципово впливають на властивості полімерів та визначає сфери їх практичного застосування у промисловості. Враховуючи зазначене важливим є оволодіння методами встановлення особливостей тих чи інших особливостей будови високомолекулярних сполук.

Мета лабораторної роботи. Сформувати навички встановлення особливості будови полімерної речовини хімічними методами.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Конфігурація молекул та конформація молекул.
2. Конформація макромолекул. Особливості будови статистичного клубка, спіралі, глобули, стрижня та колінчатого валу.
3. Гнучкість макромолекул. Термодинамічна та кінетична гнучкість макромолекул. Фактори, що впливають на гнучкість молекул.
4. Надмолекулярна структура полімеру.

Метод визначення вмісту вініл ацетатних залишків в полівінілацетаті та сополіперах на основі вінілацетату ґрунтується на реакції їх лужного гідролізу (омилення). У випадку якщо полімер не містить інших залишків, що здатні гідролізуватися проводять визначення надлишку лугу після реакції гідролізу полімеру методом ацидиметрії (титрування розчинами кислот). За різницею кількості

лугу, що був взятий для гідролізу та кількістю лугу, що не прореагував визначають вміст вінілацетатних залишків.

Реагенти та обладнання: Розчин кислоти хлоридної 0,5 М, розчин гідроксиду натрію 0,5 М, фенолфталеїн 1 % спиртовий розчин, колба круглодонна з шліфом об'ємом 250 мл., зворотній холодильник Лібіха з шліфом, трубка наповнена гідроксидом натрію, плитка нагрівальна лабораторна.

Виконання лабораторної роботи. В круглодонну колбу поміщують приблизно 0,2-0,3 подрібненого та висушеного полімеру (вінілацетату) зваженого з точністю до 0,0001 г. та приливають з бюретки або за допомогою піпетки Мора 50 мл. розчину натрію гідроксиду 0,5 М. До колби під'єднують зворотній холодильник, верхній кінець якого закривають пробкою з трубкою, що містить гідроксид натрію (з метою усунення поглинання вуглекислого газу) та нагрівають на лабораторній плитці протягом 5-6 годин. Вміст колби охолоджують до кімнатної температури, додають декілька краплин розчину фенолфталеїну та титрують 0,5 М розчином хлоридної кислоти до зникнення рожевого забарвлення. Паралельно виконують контрольний дослід (виконується без додавання зразку полімеру).

Розрахунок проводять за формулою:

$$X = \frac{(V_{\text{контр.}} - V_{\text{дослід}}) * F * 0.043 * 100}{m}$$

$V_{\text{контр.}}$ – об'єм 0,5 М розчину хлоридної кислоти, що був витрачений на титрування контрольної проби (у мл.);

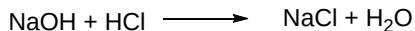
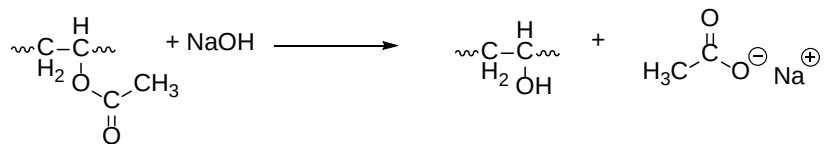
$V_{\text{дослід.}}$ – об'єм 0,5 М розчину хлоридної кислоти, що був витрачений на титрування зразку (робочої проби) (у мл.);

F – поправочний коефіцієнт розчину 0,5 М розчину хлоридної кислоти;

0.043 – кількість вінілацетату, що відповідає 1 мл. 0,5 М розчину хлоридної кислоти, г;

m – маса сополімеру, г.

Хімічні процеси, що відбуваються в результаті експерименту.



Зміст звіту. Встановіть вміст вінілацетатних фрагментів у зразку. Опишіть метод синтезу полівінілацетату та його перетворення на повініловий спирт.

Лабораторна робота №3

ЗАТВЕРДІННЯ ЕПОКСИДНОЇ СМОЛИ

Актуальність теми. Використання полімерів в якості конструкційних матеріалів передбачає розуміння особливостей їх деформація. Деформаційна поведінка в свою чергу залежить від фізичного стану полімерів. Знання особливостей деформації полімерів в кожному з фізичних станів і розуміння причин зазначених особливостей є необхідним для фахівців у галузі матеріалознавства.

Мета лабораторної роботи. Сформувати навички отвердіння епоксидних смол різним агентами.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Фізичний стан полімерів. Фазові переходи в ряду полімерів.
2. Кристалічний, склоподібний, високоеластичний та в'язкоплинний стан полімерів.
3. Особливості деформації полімерів.

Реагенти та матеріали. Епоксидна смола ЕД-20, фталевий ангідрид, поліетилполіамін, термометр, плитка лабораторна, силіконова форма, металева форма, стакани хімічні.

Дослід №1. Затвердіння епоксидної смоли під дією поліетиленполіаміну.

Виконання лабораторної роботи. До 10 г. епоксидної смоли додають 1 г. поліетиленполіаміну. Суміш перемішують та поміщають у силіконову форму. Витримують декілька годин до затвердіння форми.

Дослід №2. Затвердіння епоксидної смоли під дією фталевого ангідриду.

Виконання лабораторної роботи. 10 г. епоксидної смоли нагрівають у хімічному стакані до температури 120 С°. До розігрітої

епоксидної смоли додають 5 г фталевого ангідриду та перемішують до повного розчинення фталевого ангідриду. Масу перемішують до розчинення фталевого ангідриду та додатково 5 хвилин та виливають гарячою у металеву форму попередньо оброблену антиадгезійним покриттям. Зразок поміщують до сушильної шафи та витримують при температурі 120 °C протягом 24 годин.

Готові зразки порівнюють за зовнішнім виглядом та механічними властивостями.

Зміст звіту. Опишіть зовнішній вигляд одержаного полімерного матеріалу.

Лабораторна робота №4

ДОСЛІДЖЕННЯ НАБРЯКАННЯ ЖЕЛАТИНУ

Актуальність теми. Процес розчинення полімерів суттєво відрізняється від розчинення низькомолекулярних сполук. Так, власне розчиненню полімерів передують процеси їх набрякання. Набрякання являє собою проникнення молекул низькомолекулярного розчинника у полімерний матеріал. Зазначений процес обумовлений суттєво меншою рухливістю макромолекул у порівнянні з молекулами розчинника. Розуміння особливостей процесу набрякання та факторів, що на нього впливає є необхідним для приготування розчинів високомолекулярних сполук та одержання пластифікованих полімерних матеріалів.

Мета лабораторної роботи. Відпрацювати навички по дослідженню процесів набрякання полімерів та дослідження факторів, що на них впливають.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Відмінності процесу розчинення полімерних сполук у порівнянні з низькомолекулярними речовинами.
2. Особливості розчинів високомолекулярних сполук.
3. Обмежене та необмежене набрякання полімерів.
4. Полімерні гелі.

Дослід №1. Вивчення впливу складу розчину на ступінь набрякання желатину.

Реагенти та матеріали. желатин потрібний, вода дистильована, спирт етиловий, натрію йодид, натрію хлорид, натрію сульфат, сечовина, пробірки лабораторні, штангенциркуль.

Виконання лабораторної роботи. В сім пробірок однакового діаметру поміщують подрібнений желатин до висоти шару 5 мм і

додають по 5 мл (точний об'єм) розчинів відповідно до таблиці. Через 45 хвилин визначають висоту осаду та розраховують орієнтовну ступінь набрякання за формулою:

$$\alpha (\%) = \frac{h-h_0}{h_0} * 100\%,$$

де

№ пробірки	1	2	3	4	5	6	7
Розчин	вода	1 M NaI	1 M Na ₂ SO ₄	1 M NaCl	50% C ₂ H ₅ OH	C ₂ H ₅ OH	сечовина
Висота осаду до набрякання, мм							
Висота осаду після набрякання, мм							
Ступінь набрякання, %							

Зміст звіту. На основі одержаних даних заповніть таблицю. Зробіть висновки про характер впливу розчинених речовин на процес набрякання желатину. Поясніть характер впливу розчинених у воді сполук на характер набрякання желатину.

Дослід №2. Дослідження кінетики набрякання желатину та встановлення залежності граничного ступеня набрякання желатину від концентрації водно-спиртових сумішей.

Реагенти та матеріали. желатин листовий, вода дистильована, спирт етиловий, стакани лабораторні 50 мл або бюкси, фільтрувальний папір, секундомір, ваги лабораторні.

Виконання лабораторної роботи. Листовий желатин нарізають на зразки приблизно однакового розміру та маси. Визначають точну

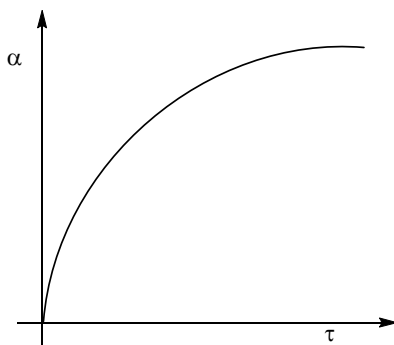
масу зразків на лабораторних вагах (m_0). Готують водно-спиртові розчини з концентрацією спирту 10 %, 30 % та 50 %. Зразки занурюють у водно-спиртові розчини, через кожні 2 хвилини зразки достають, просушують між двома шарами фільтрувального паперу та зважують (m_i). Даний процес проводять то того часу поки маса зразку не стане постійною. Ступінь набрякання який з часом не збільшується є граничним ступенем набрякання. Розраховують ступінь набрякання на кожному етапі зважування.

$$\alpha = \frac{m_i - m_0}{m_0}$$

Дані заносяться в таблицю:

10% розчин C_2H_5OH			30% розчин C_2H_5OH			50% розчин C_2H_5OH		
Загальний час від початку набрякання (τ),	Маса платівки до часу τ (m_i),	Ступінь набрякання (α)	Загальний час від початку набрякання (τ), хв.	Маса платівки до часу τ (m_i), мг.	Ступінь набрякання (α)	Загальний час від початку набрякання (τ), хв.	Маса платівки до часу τ (m_i), мг.	Ступінь набрякання (α)

Також будуються графіки залежності ступеню набрякання від часу.



Залежність ступеня набрякання від часу

Зміст звіту. На основі одержаних даних заповніть таблицю та побудуйте графіки. Визначте граничний ступінь набрякання желатину у випадку кожної з досліджених концентрацій розчину спирту у воді.

Лабораторна робота №5

РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ПОЛІМЕРІВ

Актуальність теми. Розчини полімерів мають велике практичне значення. Так, за результатами дослідження властивостей розчинів полімерів можна визначити особливості їх природи, зокрема молекулярну масу та гнучкість молекул. Також синтез полімерів часто проводять у розчинах властивість яких впливає на природу продукту реакції. Переробка полімерів також часто передбачає етап формування розчинів високомолекулярних сполук. Серед іншого стадію утворення розчинів передбачає технологічний процес виробництва волокон, плівок. Фарби та лаки часто є розчинами високомолекулярних речовин.

Мета лабораторної роботи. Сформувати навички визначення в'язкості розчинів полімерів.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Визначення в'язкості. Причини високої в'язкості розчинів полімерів.
2. Фактори, що впливають на в'язкість розчинів полімерів.
2. Методи визначення в'язкості розчинів високомолекулярних сполук.
3. Визначення абсолютної, відносної, питомої та приведеної в'язкості полімерів.

Дослід №1. Вивчення залежності в'язкості водних розчинів полівінілового спирту різної концентрації.

Реагенти та матеріали. вода дистильована, полівініловий спирт, віскозиметр скляний капілярний, секундомір, термостат, термометр. стакани лабораторні 250 мл, гумова груша (або помпа для піпеток).

Виконання лабораторної роботи. В'язкість розчинів полімерів може бути визначена за швидкістю протікання рідини через капіляр. Вимірювання необхідно проводити при постійній температурі. На першому етапі проводять вимірювання швидкості витікання розчинника (вода дистильована). У широке «коліно» віскозиметру заливають 10 мл. води. За допомогою гумової груші або помпи для піпетки засмоктують рідину до вузького коліна віскозиметру. Засмокткування зупиняють коли рівень рідини буде трохи вище мітки над кулькоподібним розширенням. Після відєднання груші чи помпи від віскозиметра розчинник починає перетікати до широкого коліна. При цьому визначається час за котрий рідина витікає від верхньої позначки (над розширенням) до нижньої мітки (під розширенням). Вимірювання проводять 3 рази. В подальшому методом серійного розведення готують 1 %, 0,5 % та 0,25 %. Вимірюють час протікання зазначених розчинів аналогічно до описаного вище (для дистильованої води) підходу. Вимірювання проводять в одному приладі. В подальшому обраховують величини відносної вязкості та питомої вязкості. Для розрахунку використовують середнє значення часу витікання, що були одержані для кожної концентрації полівінілового спирту та води.

Розрахунок проводиться за наступними формулами:

$$\eta_{\text{відн.}} = \frac{t_{\text{розчину}}}{t_{\text{розчинника}}}$$

$$\eta_{\text{пит.}} = \eta_{\text{відн.}} - 1 = \left(\frac{t_{\text{розчину}}}{t_{\text{розчинника}}} \right) - 1$$

де $\eta_{\text{відн.}}$ – відносна в'язкість розчину;

$t_{\text{розчинника}}$ – середній час витікання води дистильованої

$t_{\text{розчину}}$ – середній час витікання розчину полівінілового спирту з визначеною концентрацією

$\eta_{\text{пит.}}$ – питома в'язкість розчину;

Одержані дані занесіть в таблицю:

Рідина	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с	$t_{сер}$,	$\eta_{відн.}$	$\eta_{пит.}$
H ₂ O						
1% розчин ПВС (водн.)						
0,5% розчин ПВС (водн.)						
0,25% розчин ПВС (водн.)						

Зміст звіту. За одержаними даними заповніть таблицю. Зробіть висновки як зміна концентрації впливає на в'язкість розчину. Поясніть чому розчини високомолекулярних сполук навіть при низьких концентраціях мають високу в'язкість. Яке прикладне значення визначення в'язкості розчинів полімеру.

Лабораторна робота №6

ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ, КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ЇХ ОСНОВІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ КОМПОНЕНТІВ ГРАВІМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Актуальність теми. Композиційні матеріали незважаючи на давню історію їх застосування вважаються одним з найбільш перспективних типів матеріалів. Прогрес у створенні сучасних композитів нерозривно пов'язаний з розробкою нових полімерних матеріалів, які можуть відігравати як роль матричного елементу так і наповнювача. Полімерні композити наразі є одним з найбільш затребуваних матеріалів сучасною промисловістю.

Мета лабораторної роботи. Сформувані навички визначення густини полімерних матеріалів та композитів на їх основі. Сформувані навички визначення об'ємного вмісту компонентів композиційного матеріалу гравіметричним методом.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Визначення композиційних матеріалів та їх класифікація.
2. Природа матриць та наповнювачів композиційних матеріалів.
3. Фізико-хімічні основи формування композиційних матеріалів.
4. Межа розмежування фаз та її роль у композиційних матеріалах. Адсорбція на межі розділу фаз.
5. Змочування та способи керування процесом змочування у композиційних матеріалах.
6. Адгезія та її роль у забезпеченні міцності композиційних матеріалів

Реагенти та матеріали. Епоксидна смола ЕД-20, поліетилполіамін, силіконова форма, скловолокну або тонкий металевий дріт, стакани хімічні, ваги лабораторні електронні, мірний циліндр, штангенциркуль.

Дослід №1. Виготовлення зразків чистого полімерного матеріалу та модельного композиту на його основі.

Виконання лабораторної роботи. 20 грамів епоксидної смоли ЕД-20 змішують з 1 г поліетиленполіаміну та добре перемішують. Одержану суміш розділяють на дві рівні частини. Готують дві силіконові форми, одну повністю заливають одержаною сумішшю. В другій формі готують модельний композиційний матеріал. З початку форму наполовину заповнюють епоксидною сумішшю, далі викладають скловолокну або тонкий металевий дріт та повністю заливають епоксидною смолою. Зразки залишають до повного затвердіння.

Дослід №2. Визначення густини полімерного матеріалу, композиту на його основі та визначення вмісту компонентів гравіметричним способом.

Виконання лабораторної роботи. В залежності від форми зразку визначення густини можна проводити за двома підходами. Якщо зразок має правильну форму, що дозволяє обрахувати його об'єм то проводять відповідні вимірювання, розраховують об'єм та зважують зразок (з точністю до 0,001 г.). Густина обраховують за рівнянням:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

У випадку складної форми об'єм зразку визначають за об'ємом витісненої води. Для цього мірний циліндр заповнюють до певної позначки дистильованою водою і занурюють до циліндру зразок. Відмічають збільшення води у циліндрі. Розрахунок густини проводять за приведеною вище формулою. За одним з описаних методів визначають густину як зразку полімеру так і композиційного матеріалу.

Об'ємний вміст наповнювача розраховують за формулою:

$$\rho_f = \frac{\rho_t - \rho_p}{\rho_f - \rho_p}$$

де ρ_t – густина композиційного матеріалу (г/см³), ρ_p – густина полімеру (г/см³), ρ_f – густина наповнювача (г/см³).

Зміст звіту. Опишіть зовнішній вигляд одержаного композиційного матеріалу, приведіть дані про густину полімеру та композиту, приведіть дані про об'ємний вміст армуючого матеріалу у композиті.

Лабораторна робота №7

ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРНОЇ МАТРИЦІ ТА ВОЛОКНИСТОГО НАПОВНЮВАЧА.

Актуальність теми. Властивості полімерних композиційних матеріалів залежать від багатьох факторів. Окрім природи компонентів на їх властивості наряду впливає технологічний процес його формування. Наразі відома велика кількість до формування полімерних композитів які дозволяють одержати вироби з широким діапазоном експлуатаційних характеристик.

Мета лабораторної роботи. Сформувати навички виготовлення композиційного матеріалу на основі полімерної матриці та волокнистого наповнювача та визначення його механічних властивостей.

Питання для самостійної підготовки до лабораторного заняття

1. Основні технології одержання полімерних композиційних матеріалів.
2. Формування виробів з наповнених пластиків.
3. Формування заготовок та виробів з армованих пластиків.
4. Застосування полімерних композиційних матеріалів.

Реагенти та матеріали. Епоксидна смола ЕД-20, поліетилполіамін, склотканина, лавсанова плівка товщиною 100 мкм, лабораторні ваги, ємність для приготування композиційного матеріалу, металева поверхня для формування композиційного матеріалу.

Виконання лабораторної роботи. З склотканини вирізають 10 квадратів розміром 10 на 10 сантиметрів. Визначають їх загальну

вагу. Для приготування полімерної матриці зважують 36 г. епоксидної смоли ЕД-20 та 4 г. поліетиленполіаміну (затверджувач) поміщують в ємність та інтенсивно перемішують протягом 5 хвилин.

На металеву поверхню поміщують лист лавсанової плівки розміром 20 сантиметрів на 20 сантиметрів. На плівку за допомогою шпателью наносять тонкий шар полімерної матриці у вигляді квадрату з довжиною сторін 10 сантиметрів. На один з листів склотканини наносять епоксидну смолу і накладають стороною з нанесеним полімером на покриту полімером частину лавсанової плівки. Склотканину обережно притискають для більш повного проникнення полімеру у структуру склотканини. На поверхню даного шару склотканини додають додаткову порцію епоксидної смоли, втираючи останню за допомогою шпателью. Далі на склотканину з нанесеним полімером накладають сухий шматок склотканини. Після його притискання на нього наноситься полімер і процес повторюється до використання всіх шматочків склотканини. Укладені шматочки склотканини покривають полімером та лавсановою плівкою. Гумовим валиком прокатують одержаний матеріал. На верхній шар лавсанової плівки поміщують металічну пластину. Матеріал залишають на 24 години. Після затвердження пакет розбирають, видаляють залишки полімеру. Зразок зважують. Розраховують вагу та відсотковий вміст полімерного матеріалу за формулами:

$$m_{pol} = m_{comp} - m_{tex}$$

m_{pol} – маса полімерного матеріалу, m_{comp} – маса композитного матеріалу, m_{tex} – маса склотканини.

$$C_{pol} (\%) = \frac{m_{pol}}{m_{comp}} * 100\%$$

Одержану пластину розділяють на полоси шириною 1 сантиметр та досліджують на розривній машині з метою встановлення міцності при розтягненні (σ_p) та модуль пружності (E). Результати заносять в таблицю:

Маса склотканини (m_{tex}), г	Маса композиційного матеріалу (m_{comp}), г	Маса полімеру (m_{pol}), г	σ_p , МПа	Е, МПа

Зміст звіту. Опишіть порядок приготування композиційного матеріалу, опишіть одержаний композиційний матеріал, заповніть таблицю за одержаними даними.

Література для самопідготовки

1. Ю. П. Гетьманчук, М. М. Братичак. Хімія та технологія полімерів. Підручник. - Львів: Видавництво "Бескид Біт", 2006. - 496 с.
2. Мельник Л.І. Хімія і фізика полімерів: Навч. посібник – Київ: НТУУ "КПІ" 2016. – 161 с.
3. "Промислові полімери" та "Основи технології виробництва полімерних матеріалів" : навчальний посібник до дисципліни та практикумів студентів хімічного факультету / упорядн. І. О. Савченко, В. Г. Сиромятніков. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 112 с.
4. Нові речовини. Частина 1. Від традиційних до нових матеріалів: Навчальний посібник. Під загальною редакцією д.т.н., проф. О.Т. Богороша Київ, НТУУ «КПІ», 2015. – 517 с.