

ФІЗИКА, ХІМІЯ

УДК. 544.23+544.032

**ВОДОПОГЛИНАННЯ ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВОК НА ОСНОВІ
ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ**

О. В. Гнесь

студентка 4 курсу, група 9ХТ-4, Технічний коледж НУВГП

Наукові керівники: к.т.н., професор М. В. Яцков,
к.х.н., доцент Г. В. Мартинюк,

*Технічний коледж Національного університету водного господарства та
природокористування, м. Рівне, Україна*

Введення наповнювачів до складу полімерних композитів, в тому числі і епоксидних, не тільки поліпшує технологічні властивості полімерів, але і суттєво впливає на водо- і хімічну стійкість та інші показники композиційних плівок на їх основі. Нами було досліджено водопоглинання зразків, що містили в якості полімерної матриці епоксидну смолу ЕД-20 та мінеральні наповнювачі: графіт, слюда, Al_2O_3 , Fe_3O_4 за їх вмісту 0–30%. Найбільший вплив на водопоглинання спричиняє слюда, що ймовірно пов'язано з високою концентрацією гідроксильних груп OH^- на поверхні наповнювача.

Ключові слова: епоксидні полімерні композити, водопоглинання, мінеральні наповнювачі.

Введение наполнителей в состав полимерных композитов, в том числе и эпоксидных, не только значительно улучшает технологические свойства полимеров, но и существенно влияет на водо- и химическую стойкость, а также другие показатели композиционных пленок на их основе. Нами было исследовано водопоглощение образцов, содержащих полимерную матрицу эпоксидную смолу ЭД-20 и минеральные наполнители: графит, слюда, Al_2O_3 , Fe_3O_4 в количестве 0–30% масс. Наибольшее влияние на водопоглощение оказывает слюда, возможно это связано с высокой концентрацией гидроксильных групп OH^- на поверхности наполнителя.

Ключевые слова: эпоксидные полимерные композиты, водопоглощение, минеральные наполнители.

The introduction of fillers to the polymer composites, including epoxy ones, not only significantly improves technological properties of polymers, but also substantially influences on water and chemical resistance and other characteristics of composite films on their basis. We investigated the water absorption of the samples, which contained epoxy resin ED-20 and mineral fillers as a polymeric matrix: graphite, mica, Al_2O_3 , Fe_3O_4 with their content 0–30% mass. The greatest influence on water absorption is caused by mica, which may be due to the high concentration of hydroxyl groups OH^- on the surface of the filler.

Keywords: epoxy polymer composites, water absorption, mineral fillers.

Епоксидні полімери характеризуються унікальними адгезійними, механічними, електричними та іншими властивостями, які в багатьох випадках роблять їх незамінними у виготовленні клеїв, лакофарбових покриттів, компаундів і армованих пластиків, антирадарних покриттів та електропровідних композицій. Одним із нерозв'язаних до кінця питань за розробки наповнених епоксидних компаундів є вплив наповнювачів різної природи на структуру і властивості утворених полімер-полімерних композитів [1].

Висока хімічна стійкість до зовнішніх впливів дає змогу використовувати епоксидні композити наповнені слюдою, графітом, оксидами металів: TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_3O_4 у вигляді покриттів для захисту металів і їх сплавів від корозії, впливу агресивних середовищ. У сучасних умовах, особливої актуальності набувають дослідження, пов'язані з розробкою засобів захисту військової техніки та підрозділів спеціального призначення [2; 3]. В літературі описані спроби отримання таких покриттів, де зв'язуючими виступають полімерні матриці епоксидних смол [4; 5].

У статті вивчено умови формування і властивості композиційних полімерних плівок (водопоглинення) на основі полімерної матриці епоксидної смоли ЕД-20 (вміст епоксидних груп 21,4%). Як амінний отверджувач використовували поліетиленполіамін (ПЕПА), що містив 12% мас. по відношенню до епоксидної смоли. В якості наповнювачів були: графіт, слюда, Al_2O_3 , Fe_3O_4 (магнетит) (0–30% мас.) відповідно.

Основним методом синтезу композитів на основі епоксидних смол є механічне або ультразвукове диспергування компонентів з наступним пресуванням їх за підвищених температур [6].

Високодисперсний магнетит синтезований реакцією співосадження солей ферум (II), (III) у молярному співвідношенні 1:2. Осадження проводили концентрованим розчином КОН. Колоїдна дисперсія магнетиту була стабілізована за допомогою ПАР, що призводить до утворення стійких молекулярних агрегатів, забезпечуючи загальну стабільність системи. Для утворення Fe_3O_4 різного ступеня дисперсності осадження проводили розчином КОН в присутності розведеної HNO_3 .

Композити отверджували за інтервалу температур 373–378 К протягом 120 хвилин. Вміст отверджувача обирався на основі попередніх досліджень і становив 12% мас. Для виготовлення зразків наважку (0,2 г) дрібнодисперсного наповнювача за інтенсивного перемішування додавали до 0,8 г епоксидної смоли ЕД – 20 і отверджувача (ПЕПА), витримували 5 хвилин під дією ультразвуку. Утворений композит наносили методом поливу на металеву пластинку і використовували для вимірювання волопоглинання (рис. 1).

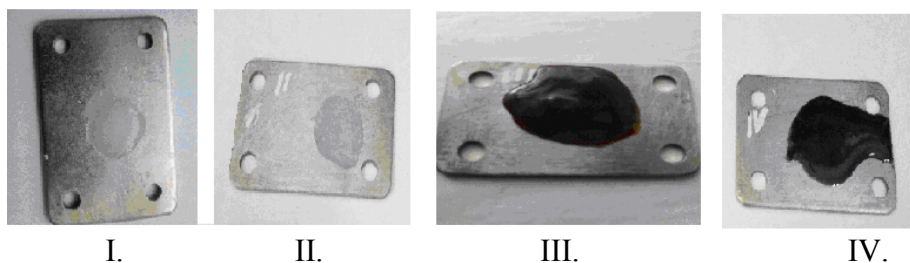


Рис. 1. Зразки композитів, що містять наповнювачі:
I – слюда; II – Al_2O_3 ; III – Fe_3O_4 ; IV – графіт на початку досліджень за 15% наповнення

Водопоглинання наповнених епоксидних композицій досліджували в умовах витримки останніх в атмосфері з підвищеною вологістю. Зразки плівкових композитів, які були нанесені на металеву основу витримувались протягом 30–40 діб в атмосфері насичених парів води над 12% розчином H_2SO_4 . Відносна вологість повітря становила 95% і не залежала від температури. Була визначена масова частка поглинутої води і побудовані кінетичні криві водопоглинення, які наведені на рисунку 2.

Хімічна стійкість епоксидних композитів суттєво залежатиме від природи наповнювача та його вмісту. Як видно з представлених залежностей, введення мінерального наповнювача здійснює помітний вплив на швидкість водопоглинання і на кількість поглинутої води. За час досліджуваного періоду (біля 30 діб) спостерігається зростання вмісту вологи у зразках з поступовим виходом кривої в область насичення. В загальному підвищення вмісту

наповнювача призводить до зниження кількості поглинутої вологи і до сповільнення цього процесу. При цьому найбільший вплив спричиняє слюда, можливо внаслідок високої концентрації гідроксильних груп на її поверхні (рис. 2).

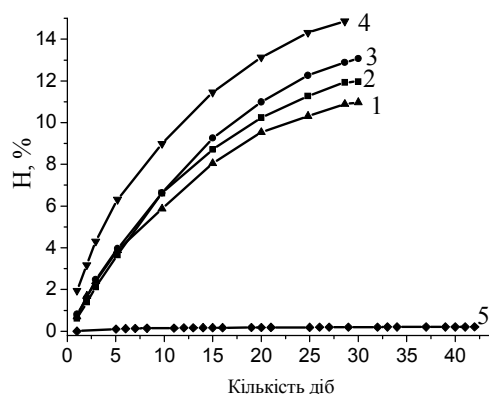


Рис. 2. Кінетичні криві водопоглинання плівки, що містять:
1 – слюда, 2 – графіт, 3 – Al_2O_3 , 4 – ненаповнену композицію, 5 – Fe_3O_4 за 15% наповнення

Молекули води, дифундуючи в полімер, захоплюються гідрофільними групами на поверхні частинок, що сповільнює дифузію молекул води в полімерну матрицю. Встановлено, що крім гідроксильних груп, значну роль у зв'язуванні води можуть відігравати і продукти побічних реакцій складу епоксид-епоксид, епоксид-спирт, особливо для систем з відносно низькою концентрацією отверджувача [7; 8].

Процеси водопоглинання (сорбції води) епоксидними композиціями впливають на експлуатаційні властивості, довговічність покриттів, адгезивів, виробів, що їх містять. Встановлено, що процес об'ємного водонасичення епоксидних плівки носить стадійний характер і визначається часткою вільного об'єму і його розподілом за шириною зразка. Змінюючи умови отвердіння можна отримати епоксидні композиції з оптимальним режимом вільного об'єму, що забезпечує високу водостійкість [9]. Нами встановлено, що водночас збільшення вмісту наповнювача понад 20-25% спричиняє деяку «розпушуючу» дію, і сорбція води зростає.

Отже, отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що природа наповнювачів помітно впливає на водопоглинання утворених композитів. Значення відносного водопоглинання всіх композитних плівки (особливо наповнених Fe_3O_4), які перебували протягом 30 днів у вологій камері за вологості 95% виявилось вдвічі меншим порівняно з ненаповненою епоксидною композицією.

1. Мартинюк Г. В. Наповнені епоксидні компаунди: Фізико-хімічні властивості : монографія. Р. : Зень, 2016. 111с. 2. Borisov Yu. I. Dynamics of Radioelectronics-3. Moscow : Technosphere, 2009. P. 276–279. 3. Composite polymer coatings for special purpose / R. Filipsonov, S. Malynych, O. Aksimentyeva, G. Martynyuk. *The modern technologies of polymer materials obtaining and processing* : book of abstracts: VII International scientific-technical conference (Lviv, November 06–08), 2019. P. 42. 4. J. Ding, H. Zhao, L. Gu, S. Su, H. Yu. A novel waterborne epoxy coating with anticorrosion properties on rusty steel. *Int. J. Electrochem. Sci.* 2016. Vol. 11. P. 7066–7075. doi: 10.20964/2016.08.08. 5. Epoxy/magnetite/carbon nanofibers nanohybrid coatings for anticorrosion / Zh. Guo, H. Wei, H. Gu, J. Guo, Y. Wang, S. Wei. *ECS Meeting Abstracts*. 2014. Vol. MA2014-02. P. 709. 6. Мартинюк Г. Вплив природи затверджувача на процес твердіння епоксидних композитів. *Вісник Львів. Ун-у. Сер. Хім.* 2016. Вип. 57. Ч. 2. С. 498–504. 7. Физикохимия многокомпонентных полимерных систем : в 2-х т. / під заг. ред. Ю. С. Липатова. Київ : Наукова думка, 1986. 367 с. 8. Budnicki A. The influence of water on some properties of epoxy composites. *Crosslinked E poxides. Prag. Meet. Macromol. 9 th Discuss. Conf.* Prag. 1986. P. 20. 9. Вплив природи наповнювача на хімічну стійкість і мікротвердість плівки наповнених епоксидних композитів / Г. Мартинюк, В. Закодонський, Н. Скорейко, О Аксіментьєва. *Фізика і хімія твердого тіла Прикарпатського національного університету Василя Стефаника*. 2015. № 3. Т. 16. С. 528–533.