

- Partek Inc. (США). Inc. – № 234 237; Заяв. 28.04.94; Опуб. 07.03.95.  
 12. Schut J. Plast. World – 1995. – 53, № 8. – Р. 27-28.  
 13. Козлов Н.Г., Коротышева Г.П // Тез. докл. 2 Научн. – технич. Конф. "Ресурсосберег. и экол. Чист. Технол.", Гродно, 8-9 октября, 1996. – Гродно, 1996. – С. 92.  
 14. Clean & Green [Електронний ресурс] // H&S Anlagentechnik GmbH – Режим доступу: [http://www.hs-anlagentechnik.de/russian/download/recycling\\_ru.pdf](http://www.hs-anlagentechnik.de/russian/download/recycling_ru.pdf).  
 15. De Leon A., Shleich David. – Доклад на конф. 18-20 лютого 1997 р. в Сінгапурі по поліуретанам.  
 16. Мандзюк І.А., Іванішена Т.В. Гліцероліз відходів ПЕТФ. Особливості кінетики // Хімічна промисловість України. – 2006. – № 10. – С.42-46.  
 17. Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Потяженко И.А. Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии (алгоритмы и примеры): Учебное пособие. – К.: Вища школа, 1980. – 264 с.

Надійшла 7.9.2009 р.

УДК 620.2: 678.686

П.П. САВЧУК, В.П. КАШИЦЬКИЙ, О.В. ВАСАГА  
 Луцький національний технічний університет

## ВПЛИВ ПРИРОДИ МОДИФІКАТОРІВ КО-85ФМ ТА КО-08К НА СТРУКТУРОВАНІСТЬ І ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ ПОЛІМЕРІВ

*Оптимізовано склад модифікованого епоксидного полімеру та досліджено вплив кремнійорганічних модифікаторів на адгезійно-міцнісні характеристики та процеси структурування полімерних матеріалів на основі епоксидної смоли ЕД-20. Експериментально встановлено, що при введенні модифікатора КО-08К відбувається суттєве підвищення ударної міцності та ступеня структурування за рахунок створення додаткових вузлів зшивання. Показано доцільність використання кремнійорганічних модифікаторів, що призводять до покращення фізико-механічних та експлуатаційних характеристик епоксидних полімерів.*

*Composition of the modified epoxy polymer and investigational influence of modifiers is optimized on adhesive strength descriptions and processes of structurization of polymeric materials on the basis of epoxy resin ED-20. It is experimentally set that at introduction of modifier of КО-08Е there is a substantial increase of shock durability and degree of structurization due to creation of additional knots of sewing together. Expedience of the use of siliconorganic modifiers which result in the improvement of physical, mechanical and operating descriptions of epoxy polymers is shown*

Ключові слова: епоксидні полімери, оптимізація складу.

**Вступ та постановка проблеми.** Однією із головних проблем сучасного матеріалознавства є створення нових композиційних матеріалів, здатних забезпечити надійність й довговічність експлуатації деталей машин та інженерних конструкцій. Розробка таких матеріалів полягає у науково-обґрунтованому застосуванні твердників, модифікаторів, наповнювачів та встановленні оптимальних температурно-часових режимів тверднення отриманих композиційних матеріалів. Визначення оптимального вмісту вказаних компонентів є обов'язковою умовою одержання композиту з високими фізико-механічними, теплофізичними, технологічними та експлуатаційними характеристиками [1].

Розробка нових композитних матеріалів пов'язана з врахуванням процесів інтенсифікації швидко-навантажувальних режимів експлуатації машин та механізмів, додаткового впливу агресивних середовищ. Композитні матеріали на основі епоксидних смол володіють високою адгезією, що забезпечується наявністю ефірних і полярних гідроксильних груп. Також ці матеріали мають високу технологічність при формуванні покриттів та компактних виробів [2].

Отримання нових модифікованих полімерних матеріалів з покращеними механічними, теплофізичними та іншими властивостями і їх застосування в різних галузях техніки є важливою задачею. Тому, враховуючи технологічність та високу сумісність епоксидних смол з іншими полімерами, в світовій практиці широко застосовують їх модифікування з метою регулювання параметрів структурної сітки та отримання матеріалів із наперед заданими властивостями [3].

Перспективним є модифікування епоксидних полімерів кремнійорганічними сполуками. Однак, на сьогодні недостатньо вивчені механізми структурування та процеси, які відбуваються при формуванні та експлуатації епоксикремнійорганічних наповнених композитних матеріалів [4].

Композиції на основі епоксидних смол модифікованих кремнійорганічними олігомерами характеризуються підвищеною ударною в'язкістю та термостійкістю системи. Перспективність використання кремнійорганічних сполук обумовлено високими технологічними властивостями – незначною залежністю в'язкості від температури, можливістю експлуатуватися в широкому діапазоні температур [1].

Мета роботи – вивчення закономірностей формування, структури та властивостей епоксидних полімерів, модифікованих кремнійорганічними сполуками КО-85ФМ та КО-08К.

**Матеріали та методи досліджень.** В роботі як вихідний матеріал використано епоксидно-діанову

смоли марки ЕД-20 (ГОСТ 10587-84). Для тверднення епоксидних композицій застосовували поліетиленполіамін – ПЕПА (ТУ 6-02-594-70). Як модифікатори використано кремнійорганічні лаки марок КО-85ФМ та КО-08К.

Модифікований полімер на основі епоксидної смоли ЕД-20 досліджували на адгезійну та ударну міцність, а також на вміст гель-золь-фракції.

Границю адгезійної міцності при нормальному відриві визначали за ГОСТ 14759-69 методом “руйнування грибків”. Дослідження проводили на розривній машині марки УММ-5 при швидкості переміщення нижньої траверси 2 мм/хв.

Ударну міцність покриттів на сталевих пластинах розміром 60x200 мм визначали згідно з методикою [5], суть якої полягає у кількісному визначенні енергії удару, необхідної для наскрізного пошкодження захисних покриттів при падінні з певної висоти ударника з наконечником каліброваного розміру ( $d = 8$  мм).

Ступінь структурованості матеріалів визначали за вмістом гель-фракції. Метод ґрунтується на здатності частини матеріалу, не зв’язаної в полімерну сітку, вимиватися органічним розчинником в екстракторі Сокслета. Екстракцію зразків у формі пластин розміром 40x70 мм товщиною до 0,5 мм проводили в толуолі протягом 8 год з наступним сушінням при температурі 393 К до сталої маси.

**Результати досліджень та їх обговорення.** Експериментально встановлено, що при введенні КО-85ФМ в кількості 10 мас. ч. відбувається зниження адгезійної міцності (рис. 1), а при вмісті модифікатора 10-30 мас. ч. спостерігається підвищення досліджуваної характеристики, що пов’язано із підвищенням кількості вузлів зшивання при взаємодії епоксидної матриці з модифікатором. Максимальне значення адгезійної міцності ( $\sigma_a = 24,6$  МПа) отримано при введенні КО-85ФМ в кількості 30 мас. ч. При вмісті модифікатора понад 30 мас. ч. відбувається зниження адгезійної здатності, що пов’язано з недостатнім ступенем структуровання модифікованого епоксидного полімеру.

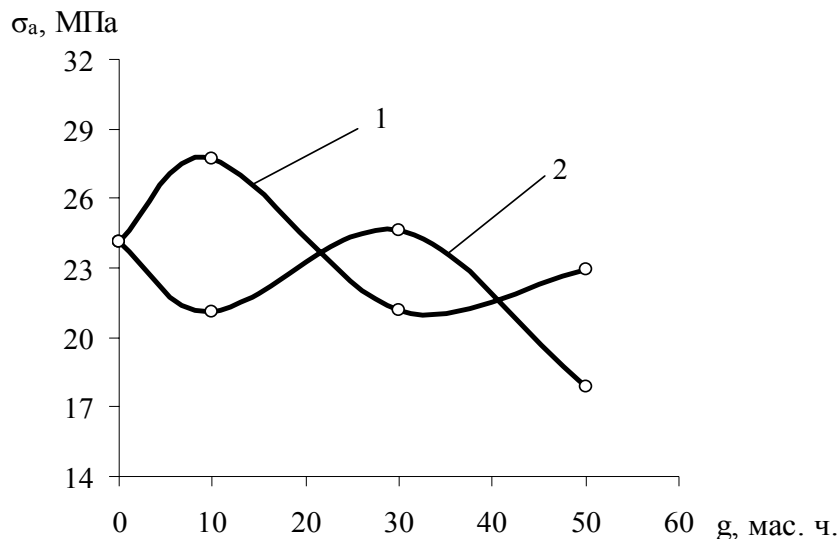


Рис. 1. Залежність адгезійної міцності від вмісту модифікатора: 1 – КО-08К; 2 – КО-85ФМ

Встановлено, що найвища адгезійна міцність ( $\sigma_a = 27,7$  МПа) при нормальному відриві серед модифікованих епоксидних полімерів характерна для епоксидного полімеру з вмістом модифікатора КО-08К 10 мас. ч., що пояснюється утворенням у матеріалі структурної сітки з оптимальною кількістю вузлів зшивання.

Введення модифікатора КО-08К у кількостях 30 та 50 мас. ч. призводить до суттєвого зниження адгезійної міцності епоксидної матриці (21,2 МПа та 22,9 МПа відповідно). Адгезійна міцність епоксидного композиту модифікованого 30 мас. ч. КО-08 менша на 23,5 %, ніж при його вмісті 10 мас. ч. Максимальне значення адгезійної міцності для КО-08К становить 27,7 МПа, що пов’язано з оптимальною кількістю вузлів зшивання і формуванням системи з мінімальними залишковими напруженнями.

Аналіз поверхні клейового шва (рис. 2) показав, що для епоксидного полімеру без модифікатора КО-08К (рис. 2, а) властивий адгезійний характер руйнування, що зумовлено низькою адгезійною здатністю полімеру. При цьому зафіксовано, що відрив відбувається на межі поділу субстрат-полімерна матриця. При введенні до складу епоксиолімеру 10 мас. ч. модифікатора спостерігається когезійний характер руйнування клейового шва (рис. 2, б), що обумовлено підвищенням адгезійної міцності полімеру при введенні модифікатора.

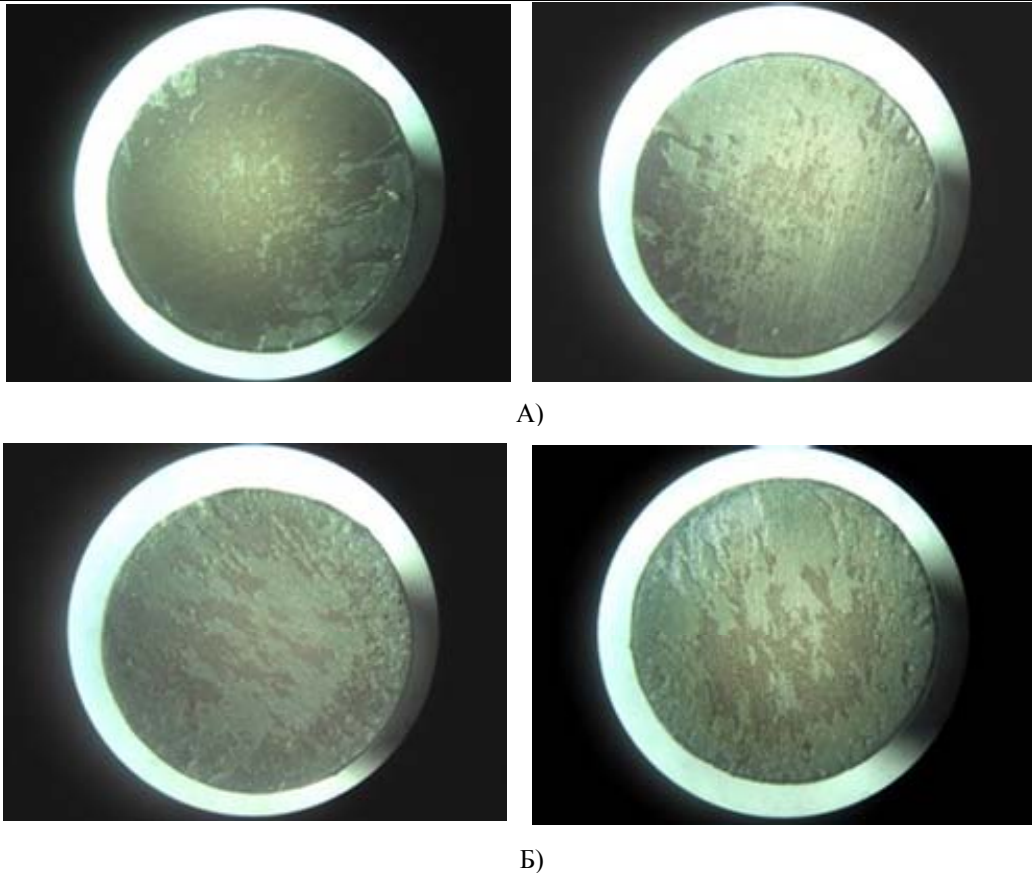


Рис. 2. Поверхня клеєвого шва епоксиполімерів після досліджень на адгезійну міцність:  
а – без модифікатора; б – 10 мас. ч. КО-08К

При дослідженні ударної міцності найвище її значення ( $A=16,96$  Дж) отримано при введенні до складу епоксиполімерів модифікатора КО-08К в кількості 10 мас. ч. (рис. 3). Введення даного лаку в кількості понад 10 мас. ч. призводить до зниження ударної міцності через формування системи з підвищеним напруженим станом.

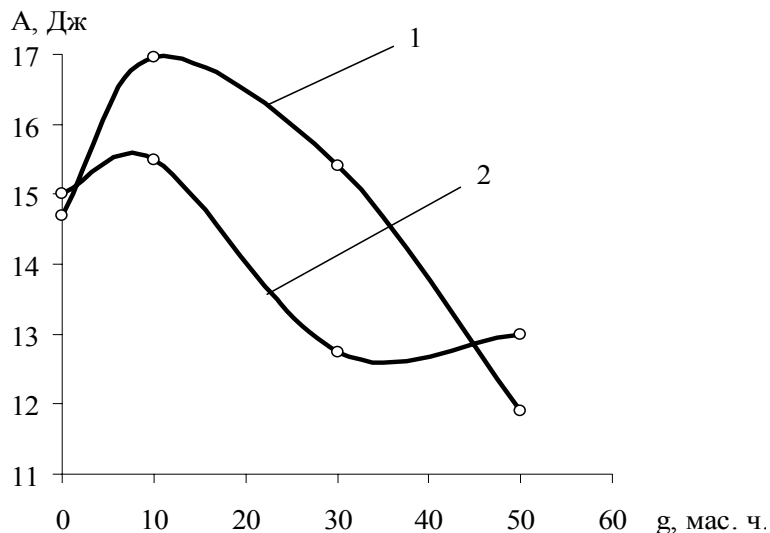


Рис. 3. Залежність ударної міцності від вмісту модифікатора: 1 – КО-08К; 2 – КО-85ФМ

Введення модифікатора КО-85ФМ у кількостях 30 та 50 мас. ч. зумовлює різке зниження ударної міцності епоксидної матриці. Найвище значення досліджуваної характеристики ( $A=15,5$  Дж) отримано при введенні КО-85ФМ в кількості 10 мас. ч.

Низька ударна міцність немодифікованих епоксидних полімерів підтверджується інтенсивним руйнуванням нанесеного покриття в зоні удару (рис. 4, а). Максимальне значення ударної міцності відмічено при вмісті КО-08К 10 мас. ч., що відповідає стійкості покриття до динамічних навантажень без утворення областей відшарувань і поширення тріщин (рис. 4, б). При підвищенні вмісту модифікатора до 30 мас. ч. зона руйнування покриття значно зростає (рис. 4, в), а при вмісті модифікатора 50 мас. ч. відбувається

катастрофічне його руйнування, що супроводжується викришуванням великих ділянок (рис. 4, г).

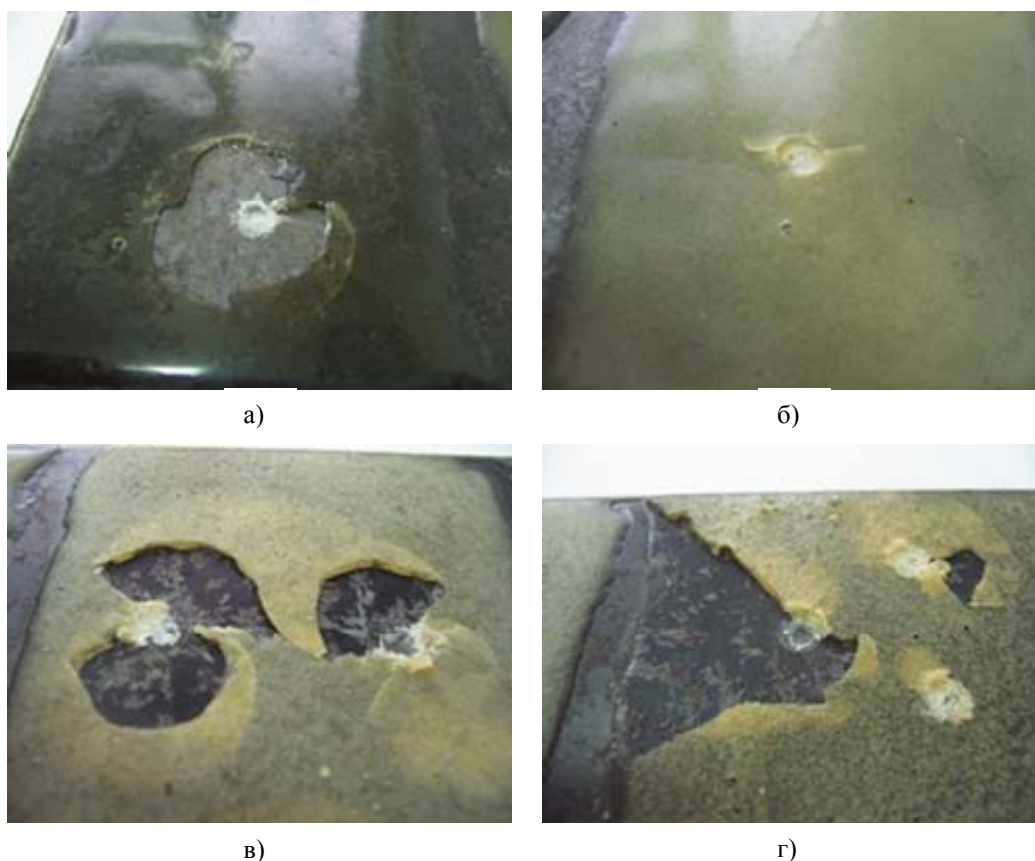


Рис. 4. Загальний вигляд поверхні модифікованих епоксидних полімерів після досліджень на ударну міцність: а – без модифікатора; б – 10 мас. ч. КО-08К; в – 30 мас. ч. КО-08К; г – 50 мас. ч. КО-08К

Експериментально встановлено, що найвищий ступінь структурування ( $G = 95,8\%$ ) серед модифікованих епоксидних полімерів характерний для епоксидного полімеру з вмістом модифікатора КО-08 10 мас. ч. (рис. 5).

Також показано, що вміст гель-фракції знижується при високому вмісті модифікатора КО-85ФМ ( $g \geq 30$  мас. ч.), оскільки утворення максимальної кількості вузлів зшивання при температурі  $180^\circ\text{C}$  стає неможливим через термодинамічну несумісність інгредієнтів системи.

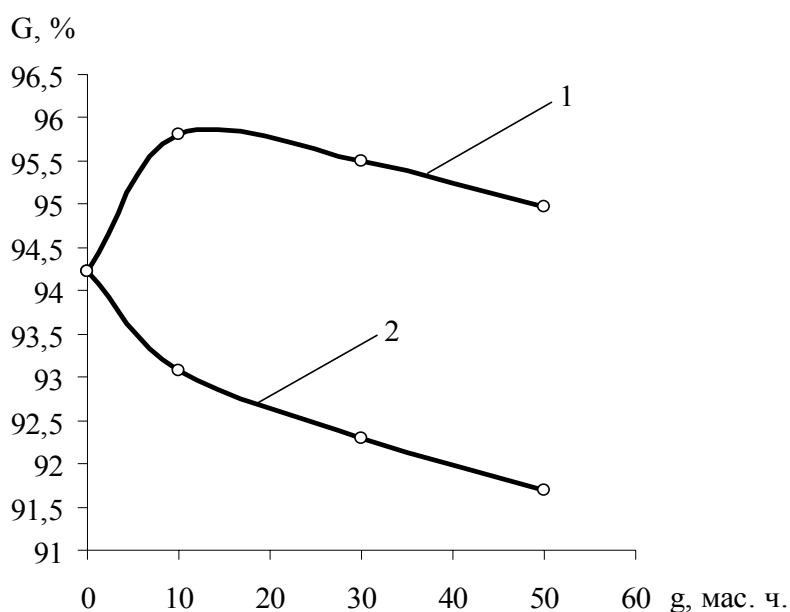


Рис. 5. Залежність вмісту гель-фракції від кількості модифікатора: 1 – КО-08К; 2 – КО-85ФМ

**Висновки.** На основі проведених досліджень зафіксовано підвищення адгезійно-міцнісних характеристик полімерних матеріалів на основі епоксидної смоли ЕД-20 модифікованої кремнійорганічними

модифікаторами КО-85ФМ та КО-08К порівняно з немодифікованими системами.

Показано доцільність використання кремнійорганічних модифікаторів, що призводять до покращення фізико-механічних характеристик епоксидних полімерів за рахунок виникнення сприятливих умов для протікання фізико-хімічної взаємодії між складовими системами.

Експериментально встановлено, що найвищі значення ударної міцності (16,96 Дж) та максимальна адгезійна міцність (27,7 МПа) при нормальному відриві серед модифікованих епоксидних полімерів характерна для композиту з вмістом модифікатора КО-08К 10 мас. ч. за рахунок утворення у матеріалі структурної сітки з оптимальною кількістю вузлів зшивання.

### Література

1. Савчук П.П., Косторнов А.Г. Закономерности регулирования структуры и свойств защитных эпоксидных композиционных покрытий // Фізико-хімічна механіка матеріалів. Спеціальний випуск № 7. Проблеми корозії та протикорозійного захисту матеріалів. – 2008. – С. 453–456.

2. Букетов А.В., Стухляк П.Д., Кальба Є.М. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів. – Тернопіль: Збруч, 2005. – 182 с.

3. Савчук П.П., Косторнов А.Г., Кашицький В.П. Вплив технологічних параметрів на властивості епоксидних композиційних матеріалів // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія хімія. – Івано-Франківськ: Гостинець, 2008. – Випуск VI. – С. 56–64.

4. Влияние модификации эпоксидной смолы моноэфирами на адгезионную прочность / Липсон Г.А., Арсланов В.В., Чалых А.Е., Рубцов А.Е., Огарев В.А // Композиционные полимерные материалы. – 1984. – № 23. – С. 52-55.

5. Система антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу захисні покриття. Методи випробування покриттів в лабораторних умовах. ВБН В.2.3-00018201.01.02.01-96. – Київ: Державний комітет нафтової, газової та нафтопереробної промисловості України, 1996.

Надійшла 14.9.2009 р.

УДК 675.043.84

Л.А. ЛУК'ЯНЕЦЬ, О.А. АНДРЕЄВА  
Київський національний університет технологій та дизайну

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ШКІР'ЯНО-ХУТРОВОГО ВИРОБНИЦТВА ПОВІДОМЛЕННЯ 1

*З метою визначення можливості застосування у шкіряно-хутровому виробництві досліджено фізико-хімічні властивості сучасних полімерних матеріалів – похідних стиролу, малеїнової та акрилової кислот.*

*For the reason determination of the possibility of the using in leather and fur production explored physico-chemical characteristics of modern polymeric materials – a derived styrene, malein and acrylic acids.*

Ключові слова: полімерні матеріали, дослідження властивостей.

### Постановка проблеми

Отримання якісних шкіряно-хутряних виробів – одна з найгостріших проблем галузі, вирішити яку можна удосконаленням діючих або розробкою нових технологій з використанням ефективних хімічних матеріалів. При цьому перспективними вважаються матеріали поліфункціональної дії, які, формуючи структуру дерми, надають їй бажану якість. Крім певних фізико-хімічних властивостей (розчинність у воді або органічних розчинниках, стійкість до дії електролітів і т.д.), такі матеріали повинні мати спорідненість до колагену, що сприятиме утворенню різноманітних технологічних ефектів: дублення, наповнювання та інших [1-4].

### Аналіз останніх досліджень

Останнім часом увагу фахівців привертають полімерні сполуки, застосування яких на різних стадіях обробки шкіри та хутра дозволяє покращити якість готових виробів (додатково сформувати структуру, вирівняти по площі фізико-механічні властивості, підвищити стійкість до дії зовнішніх чинників тощо) [5-14].

### Постановка завдання

На кафедрі технології шкіри та хутра КНУТД проводяться комплексні дослідження з пошуку і створення сучасних хімічних матеріалів для обробки шкіри та хутра з наявної сировини. Метою даної роботи, що є невід'ємною складовою цих досліджень, було дослідити нові полімерні матеріали – похідні стиролу, малеїнової та акрилової кислот – для виявлення можливості їх застосування для обробки шкіри та хутра. Для цього визначали основні фізико-хімічні властивості полімерів, досліджували характер їх взаємодії з колагеном та іншими хімічними матеріалами, поширеними у шкіряно-хутровому виробництві (ШХВ).