

Проте найбільш оптимальним є варіант 4, адже співвідношення компонентів (60:40) забезпечує досить високі значення механічної міцності та вбирної здатності. При порівнянні значень досліджуваних показників зразка, виготовленого відповідно до варіанта 4 та зразка-аналога, встановлено, що завдяки застосуванню запропонованого технологічного рішення, зросло руйнівне зусилля в середньому на 20 %, а капілярне всмоктування на 25 %.

Крім того, використання в композиції паперової маси більше сульфатної біленої целюлози з листяної деревини (до 70 %) сприяє також зниженню вартості паперу, оскільки сульфатна білена целюлоза з листяної деревини має нижчу вартість, ніж сульфатна білена целюлоза з хвойної деревини.

Упровадження результатів досліджень у виробництво буде сприяти отриманню високоякісного тонкого вбирного паперу, який придатний для виготовлення продукції СГП.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Андрієвська Л. Основні тенденції розвитку вітчизняного та світового ринку паперових виробів санітарно-гігієнічного призначення / Л. Андрієвська // Товари і ринки. – 2010. – № 1. – С. 41–47.
2. Фролов М. В. Производство санитарно-бытовых видов бумаги / М. В. Фролов, В. А. Горбушин. – М. : Лесная пром-сть, 1977. – 248 с.
3. Коптюх Л. А. Волокниста композиція і її вплив на показники механічної міцності паперу для друку зниженої маси 1 м<sup>2</sup> / Л. А. Коптюх, Т. Г. Глушкова, В. Н. Легкий // Технологія і техніка друкарства. – 2006. – № 1–2. – С. 154–166.
4. Пат. 29561 Україна, Д21Н17/33. Спосіб виробництва крепованого паперу / Р. Н. Білоус, В. В. Веремєєв, С. М. Коваль та ін., заявл. 01.02.2000 ; опубл. 15.11.2000, Бюл. № 6.
5. Напівфабрикати волокнисті, папір та картон. Метод визначення маси продукції площею 1 м<sup>2</sup>: ДСТУ 2297-93 (ГОСТ 13199-94). – [Чинний від 1996-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1996. – 19 с. – (Національний стандарт України).
6. Папір та картон. Визначення міцності під час розтягування. Частина 1. Метод навантажування з постійною швидкістю : ДСТУ 2334-94 (ГОСТ ИСО 1924/1-96). – [Чинний від 1998-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 1997. – 10 с. – (Національний стандарт України).
7. Бумага и картон. Определение капиллярной впитываемости. Метод Клемма : ГОСТ 12602-93 (ИСО 8787-86). – [Срок действия с 01.01.95]. – Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1995. – 7 с. – (Межгосударственные стандарты).

УДК 667.629.2.063.93:678.686

## ТЕПЛОФІЗИЧНІ ТА ДЕФОРМАЦІЙНО-МІЦНІСНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕПОКСИДНИХ КЛЕЙОВИХ ЗАСОБІВ

О. С. Попова

Сьогодні синтетичні клеї застосовують практично в усіх галузях народного господарства. Сучасні синтетичні клеї склеюють різноманітні матеріали, клейові з'єднання яких довговічні, здатні працювати в широкому інтервалі температур і в будь-яких кліматичних умовах. Масштаби використання клейових

композицій на основі синтетичних смол значно збільшилися останнім часом. Серед них особливого значення набувають епоксидні смоли.

З огляду на це розширення асортименту та регулювання властивостей епоксидних клейових засобів із заданими властивостями є актуальним і представляє науковий інтерес.

Сьогодні на ринку представлені різноманітні клеї вітчизняного та закордонного виробництва. Виробники пропонують широкий вибір клейових засобів на основі епоксидних олігомерів, які відрізняються за сировиною, призначенням, якісними та ціновими характеристиками тощо. Середньорічні світові темпи росту виробництва епоксидних клеїв у 2009 р. становили 4 % на рік, темпи споживання 7–8 %. Для виробництва полімерних клеїв і компаундів використовується близько 25 % смол, електроізоляційних матеріалів та ін.

Розвиток асортименту епоксидних клеїв здійснюється в напрямі поліпшення їх якості, особливо екологічної безпеки, санітарно-гігієнічних властивостей, довговічності та підвищення їх конкурентоспроможності.

Виробництво клеїв на основі епоксидних смол зосереджено в науково-виробничому підприємстві «Синтез» (м. Донецьк), ВАТ «АТТИК» (м. Львів), компанії «РЕМПЛАСТ» (м. Харків), ВАТ «Дафна» (м. Київ), LTD «LK GROS» (м. Київ) та ін.

Оснovoю їх асортименту становлять клеї з використанням епоксидно-діанових смол марок ЕД-16, ЕД-20, які працюють добре з такими отверджувачами, як поліетиленполіамін (ПЕПА) або триетилентетрамін (ТЕТА).

Питаннями дослідження епоксидних смол і клейових композицій на їх основі займалися багато вчених, такі як Д. А. Кардашов, В. М. Хрульов, А. П. Петрова, І. З. Чернин, Ф. М. Смахов, Ю. В. Жердев, Д. П. Лойко, Ю. С. Кочергін та ін. Аналіз наукових джерел показує, що більшість авторів звертають увагу на модифікацію матриць різних смол з використанням традиційних отверджувачів, розріджувачів і наповнювачів. Акцентують свою увагу на тому, що епоксидні клеї мають змогу діяти в широкому інтервалі температур, володіють корозійною пасивністю, стійкі до дії хімічних речовин тощо. Практично жоден автор не досліджує споживні властивості клеїв побутового призначення. Отже, оскільки досвід розробки епоксидних клейових засобів з поліпшеними екологічними та санітарно-гігієнічними властивостями недостатній і, зазвичай, використовуються одні й ті самі властивості, які не адаптовані до роботи в по-

буті, то виникла необхідність у проведенні досліджень у цьому напрямі.

Метою статті є дослідження теплофізичних і деформаційно-міцностних властивостей епоксидних клейових засобів, які містять активний розріджувач вінілокс і наповнювач молотий карбонат кальцію NORMCAL.

Для розв'язання цих проблем були поставлені такі завдання: дослідити вплив розріджувачів УП-616 і вінілокс на комплекс експлуатаційних властивостей клейових засобів, проаналізувати дію наповнювача NORMCAL на властивості епоксидних композицій.

Для визначення властивостей епоксидних клейових засобів, котрі містять високоактивний біфункціональний мономер 2-(вінілокси)етоксиметилоксиран (технічна назва «вінілокс») як розріджувача, було проведено ряд наукових досліджень. Вінілокс – це смола нового покоління з нетиповим поєднанням корисних властивостей – високою чистотою та індивідуальністю, низькою в'язкістю, корозійною пасивністю, підвищеною міцністю та ін. [2, 3]. Доцільно зазначити, що вінілокс є стабільною нетоксичною рідиною.

Були проведені дослідження впливу вінілоксу на теплофізичні та деформаційно-міцнісні властивості епоксидних клейових засобів порівняно з широко використовуваними на практиці крезилгліциділовим ефіром марки УП-616.

Для проведення досліджень використовували промислову епоксидно-діанову смолу марки Епикот-828, розріджувачі УП-616 та вінілокс, отверджувач діетилентріамін (ДЕТА).

Дослідження проводили на базі Українського державного науково-дослідного інституту пластичних мас (м. Донецьк).

Теплофізичні характеристики епоксидних клейових засобів мають актуальне значення для практичного використання та визначають граничні температури їх використання. Дійсно, клейові з'єднання в реальних енергетичних пристроях і установках працюють у різному температурному інтервалі. Вони можуть створюватися під дією кліматичних умов, нагрівання самого матеріалу через процеси, що відбуваються під час експлуатації, нагрівання

за рахунок пристрою підігріву електроустаткування в холодну пору року.

На блоці Dual Sample 912 термоаналітичного комплексу DuPont 9900 методом динамічної скануючої калориметрії встановлено, що додавання розріджувачів призводить до збільшення теплового ефекту реакції, а сама

реакція в присутності розріджувачів починається при більш високій температурі (табл. 1). У більшій мірі це властиво клейовим засобам, що містять вінілокс, який має пластифікуючий вплив на епоксидну структуру, утворену базовою рецептурою епоксидна смола та отверджувач.

Таблиця 1

### Вплив розріджувачів на теплофізичні властивості епоксидних клейових засобів

Рецептура, мас. ч	Тепловий ефект реакції, Дж/г	Температура початку реакції, °С	Температура максимальної швидкості реакції, °С	Температура склування, °С
Епикоте-828-100 ДЕТА - 12	350,7	55,74	94,84	100,86
Епикоте-828-100 Вінілокс - 20 ДЕТА - 12	392,1	68,05	97,83	62,85
Епикоте-828-100 УП - 616 ДЕТА - 15	388,1	64,18	98,35	77,35

Визначення деформаційно-міцнісних властивостей визначали за методиками, викладеними в чинній нормативній документації.

Результати досліджень деформаційно-міцнісних характеристик епоксидних клейових засобів на основі смоли Епикоте-828, отвер-

дженої ДЕТА (табл. 2) із різним умістом розріджувачів, дозволяють зробити висновки про залежність міцності розтягування, деформації при розриві, модуля пружності, роботи руйнування, міцності при стискуванні, відриві та зсуві від їх кількості та типу.

Таблиця 2

### Вплив розріджувачів на деформаційно-міцнісні властивості епоксидних клейових засобів

Показники властивостей	Концентрація розріджувача, мас. ч. <sup>1</sup>								
	Вінілокс					УП-616			
	0	5	10	15	20	5	10	15	20
Міцність при розтягуванні $\sigma_p$ , МПа	44 <sup>2</sup>	55	60	55	48	47	50	52	51
	58	65	71	76	70	66	66	63	60
Деформація при розриві, $\epsilon_p$ , %	2,1	2,4	2,8	3,1	3,8	1,9	2,3	2,4	2,3
	3,0	3,4	4,1	4,1	4,3	3,0	3,0	2,8	2,4
Модуль пружності, Е, ГПа	0,98	1,1	1,5	1,3	1,0	0,99	1,4	1,31	0,98
	1,25	1,3	1,55	1,55	1,48	1,2	1,5	1,43	1,39
Робота руйнування, $A_p$ , кДж/м <sup>2</sup>	0,55	0,79	1,00	1,02	1,06	0,54	0,69	0,75	0,72
	1,04	1,75	1,75	1,81	1,80	1,19	1,17	1,06	0,86
Міцність при стискуванні, $\sigma_{ск}$ , МПа	93	98	105	104	101	105	112	118	120
	116	116	118	116	112	115	124	127	128
Міцність при відриві, $\sigma_{отр}$ , МПа	21,2	26,3	24,6	21,2	17,5	22,3	23,1	23,0	22,7
	28,6	38,8	39,5	37,9	36,5	36,4	35,7	33,1	30,8
Міцність при зсуві, $\tau_b$ , МПа	9,9	17,4	19,7	20,5	21,1	16,3	19,3	20,9	21,4
	15,8	21,7	23,5	25,7	26,5	23,0	22,8	22,9	22,4

<sup>1</sup> На 100 мас. ч. епоксидної смоли.

<sup>2</sup> У чисельнику – холодне отвердження (22 °С / 240 год); у знаменнику – отвердження з термообробкою (22 °С / 24 год + 120 °С / 3 год).

У клейових композиціях наповнювачі використовують для зменшення усадки клейової плівки у процесі затвердіння. Введення наповнювачів знижує залишкову напругу в клейовому шарі, що супроводжується підвищенням міцності адгезійного зв'язку.

У деяких випадках додавання наповнювачів сприяє збільшенню не тільки міцності, але й теплостійкості клейових з'єднань, кращому заповненню клейових шарів між склеюваними поверхнями, дозволяє економити клеючі матеріали.

Наповнювачі в клейових засобах викликають і деякі негативні явища. Органічні наповнювачі, наприклад, знижують водостійкість клейових з'єднань. Нестійкі до кислот і лугів,

наповнювачі можуть вступати в реакцію з іншими компонентами клейових засобів і сповільнювати процес затвердіння.

В Україні розповсюджені в обігу і використанні три типи молотого карбонату кальцію, а саме торговельних марок «Nigkal», «Normcal», «Gurcarb». Залежно від розміру часток вони рекомендовані у виробництві різноманітних фарб, клеїв, щільних і текстурних шпалер, ущільнювальних сумішей тощо.

Далі розглянемо вплив наповнювача на властивості досліджуваних композицій. Як наповнювач використовували молотий карбонат кальцію NORMCAL (Туреччина), його властивості наведені в табл. 3.

Таблиця 3

### Властивості наповнювача марки NORMCAL

Параметри	Марка наповнювача				
	1	3	5	20	40
Максимальний розмір часток, мкм	6,0–7,0	11,0–15,0	23,0–26,0	35,0–55,0	55,0–70,0
Середній розмір часток, мкм	2,01	2,82	4,24	6,21	8,34

В табл. 4 представлені результати вимірювання деформаційно-міцнісних властивостей епоксидних клейових засобів, що містять 50 мас. ч. наповнювача з різноманітним розміром часток.

З даних табл. 3 видно, що додавання наповнювача призводить до деякого збільшення адгезійних параметрів у разі зсуву та відриву клейових з'єднань, а також температури склування та модуля пружності. Тоді як когезійна міцність і деформація при розриві, навпаки, що знижуються.

Доцільно зауважити, що значення параметрів більшою мірою залежить від режиму затвердження, ніж від розміру наповнювача.

Для забезпечення поліпшення споживчих властивостей епоксидних клейових засобів доцільно використовувати модифіковані клейові композиції новими сировинними матеріалами з урахуванням екологічної безпеки композицій, розробляти клейові засоби з підвищеним комплексом властивостей.

Результати проведених досліджень дозволяють зробити висновки, що доцільно ви-

користувати як активний розріджувач вінілокс і наповнювач молотий карбонат кальцію NORMCAL для поліпшення теплофізичних і деформаційно-міцнісних властивостей.

Отже, оскільки досвід розробки епоксидних клейових засобів з покращеними екологічними і санітарно-гігієнічними властивостями недостатній, і, зазвичай, використовуються одні й ті самі, властивості, не адаптовані до роботи у побуті, то виникає необхідність у проведенні досліджень в цьому напрямі.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ли Х. Справочное руководство по эпоксидным смолам / Х. Ли, К. Невилл. – М. : Энергия, 1973. – 416 с.
2. Trofimov B. A. A new strategy in the synthesis of epoxy resins / Trofimov B. A., Nedolya N. A. // Reviews on heteroatom Chem. – 1993. – Vol. 9. – P. 205–209
3. Станкевич В. К. Технологические аспекты получения винилокса – нового перспективного мономера и полупродукта / В. К. Станкевич, Б. А. Трофимов, Л. Е. Белозеров //

Таблиця 4

**Залежність властивостей епоксидних клейових засобів від розмірів часток наповнювача NORMCAL**

Параметри	Базовий зразок <sup>1</sup>	Марка наповнювача				
		1	3	5	20	40
Міцність при зсуві клейових з'єднань, $\tau_v$ , МПа	19,7 23,5 <sup>2</sup>	21,4 23,6	21,6 24,1	22,0 24,4	21,8 24,3	20,3 24,0
Міцність при відриві клейових з'єднань, $\sigma_{отр}$ , МПа	24,6	25,9	25,8	26,7	26,7	25,6
Міцність при розтягуванні $\sigma_p$ , МПа	60,3 70,8	56,7 62,7	57,1 64,1	58,1 62,9	57,3 63,1	55,8 61,9
Деформація при розриві, $\epsilon_p$ , %	2,9 4,1	2,7 3,3	2,8 3,3	2,8 3,3	2,7 3,3	2,6 3,2
Динамічний модуль пружності E, ГПа	1,48 1,55	1,49 1,54	1,45 1,54	1,46 1,55	1,44 1,54	1,44 1,51
Температура склування, $T_c$ , °C	54 101	57 104	57 105	58 105	57 105	58 105
Водопоглинання, W, %	0,93	0,89	0,88	0,85	0,85	0,84

<sup>1</sup> Епікоте-828 (100 мас. ч.) + вінілокс (10 мас. ч.) + ДЕТА (14 мас. ч.).

<sup>2</sup> У чисельнику – холодне отвердження (22 °C / 240 год); у знаменнику – отвердження з термообробкою (22 °C / 24 год + 120 °C / 3 год).

Современные проблемы химической технологии расширенные тезисы докл. Всесоюз. конф. Т. 3. Новые направления в комплексной переработке природного органического сырья. – Красноярск, 1986. – С. 272–273.

4. Малкин А. Я. Методы измерения механических свойств полимеров / Малкин А. Я., Аскадский А. А., Коврига В. В. – М.: Химия, 1978. – 336 с.

УДК 677.027

## ВПЛИВ СПЕЦІАЛЬНИХ ОБРОБОК ВОВНЯНИХ ПАЛЬТОВИХ ТКАНИН НА СТІЙКІСТЬ ЇХ ПОФАРБУВАННЯ

**Б. Д. Семак, доктор технічних наук;  
І. О. Дудла, доктор технічних наук;  
О. Б. Хребтань, кандидат технічних наук**

Під час експлуатації поверхня пальтових вовняних тканин підлягає стиранню та заочухуванню ворсової поверхні. Разом з тим змінюється забарвлення, насиченість колористичної обробки тканин. Замовники пальтових вовняних тканин наполягають на обов'язковому включенні в якісну оцінку цих тканин показників стійкості пофарбування до чинників зношення: тертя, дії дистильованої води, «поту», хімічного чищення, стирання та заочухування.

Сьогодні чинними стандартами не передбачено дослідження зміни колористичних показників під дією стирання та заочухування ворсової поверхні, хоча очевидно, що це суттєво впливає на оцінку споживачами стану лицьової поверхні пальтових тканин. Вплинути на процес зміни кольорової гами пальтових тканин із метою закріплення колористичного тону та його насиченості можна шляхом нанесення на тканину спеціальних обробок.