



<https://doi.org/10.15407/polymerj.46.03.195>
UDC 541.64:678.6, 544.522: 544.525

VALENTYNA SYSIUK* (ORCID: 0000-0003-4371-337X), NATALIYA BUSKO (ORCID: 0000-0001-9831-6748),
MILANA VOLOCHNIUK (ORCID: 0009-0009-3473-4938), LIUBOV ZEL (ORCID: 0000-0002-0663-8262),
VOLODYMYR GRYSHCENKO (ORCID: 0000-0002-4951-936X)

Institute of Macromolecular Chemistry of the NAS of Ukraine, 48 Kharkivske Highway, Kyiv 02155, Ukraine,
*e-mail: sisyk.valentina@gmail.com

STUDY OF THE PROPERTIES OF ALKYD OLIGOMERS MODIFIED WITH AMINO URETHANE ACRYLATE COMPOUNDS BASED ON SOYBEAN OIL

The aim of the work is to modify existing paints and varnishes based on alkyd varnish (PF-170) and to create new film formers using functionalized oligomers to improve the properties of materials during their operation. In order to obtain new polymer materials, a method of synthesizing a modifier - an oligomeric amino urethane acrylate compound was developed, the synthesis of which was carried out in several stages with the preparation of aminourethane carbonate of soybean oil with the formation of urethane groups by the non-isocyanate method and the subsequent addition of a methacrylate oligomer. The reaction was monitored by the method of IR spectroscopy by the decrease in the intensity of the absorption band of the cyclocarbonate group (1803 cm^{-1}), the formation of the absorption band of the urethane group (1698 cm^{-1}), the redistribution of hydroxyl and amine groups, and was further evaluated by the disappearance of the absorption band of epoxy groups (909 cm^{-1}) and the detection of the C=C absorption band (1638 cm^{-1}). By adding the synthesized oligomer to an alkyd varnish, a new film-forming system was obtained for the formation of coatings by oxidative polymerization in air. The optimal concentration of the modifier is (5–7) % of its content. These materials are characterized by high viability, homogeneity, and make it possible to obtain transparent high-quality coatings with high physical and mechanical characteristics. The developed composite materials based on modified varnish can be recommended for practical use in various technologies for the production of coatings, alkyd varnishes, and paints, which are characterized by an appropriate set of physical and mechanical properties.

Keywords: paint and varnish coatings, film former, amino urethane acrylate, alkyd resin, polymerization, structuring.

УДК 541.64:678.6, 544.522: 544.525

Валентина Сисюк*, Наталія Бусько, Мілана Волочнюк, Любов Зель, Володимир Грищенко
Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, 48, Харківське шосе, Київ, 02155, Україна
*e-mail: sisyk.valentina@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ АЛКІДНИХ ОЛІГОМЕРІВ, МОДИФІКОВАНИХ АМІНОУРЕТАНАКРИЛАТНИМИ СПЛУКАМИ НА ОСНОВІ СОЄВОЇ ОЛІЇ

Мета роботи – модифікування існуючих лакофарбових матеріалів на основі алкідного лаку ПФ-170 і створення нових плівкотвірних за допомогою функціоналізованих олігомерів для поліпшення властивостей матеріалів при їх експлуатації. Розроблено метод синтезу модифікатора – олігомерної аміноуретанакрилатної сполуки, у кілька етапів: спочатку отримували аміноуретанкарбонат соєвої олії неізоціанатним методом, а затім додавали

Цитування: Sisyuk Valentyna, Busko Nataliia, Volochniuk Milana, Zel Liubov, Gryshchenko Volodymyr. Study of the properties of alkyd oligomers modified with amino urethane acrylate compounds based on soybean oil. Polimernyi Zhurnal. 2024. 46, no. 3: 195—202. <https://doi.org/10.15407/polymerj.46.03.195>

© Publisher PH “Akadempriodyka” of the NAS of Ukraine, 2024. This is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons CC BY-NC-ND licence

метакрилатний олігомер. Реакцію контролювали методом ІЧ-спектроскопії за зменшенням інтенсивності смуги поглинання циклокарбонатної групи (1803 см^{-1}), утворенням смуги поглинання уретанової групи (1698 см^{-1}), перерозподілом гідроксильних та амінних груп, і далі оцінювали за зникненням смуги поглинання епоксидних груп (909 см^{-1}) та виявленням смуги поглинання $\text{C}=\text{C}$ -груп (1638 см^{-1}). Додаванням синтезованого олігомеру до алкідного лаку отримували нову плівкотвірну систему для формування покриттів унаслідок окиснювальної полімеризації на повітрі. Оптимальною концентрацією модифікатора є 5–7 %. Ці матеріали характеризуються високою життєздатністю, однорідністю, дають змогу отримувати прозорі якісні покриття з високими фізико-механічними характеристиками. Створені композиційні матеріали на основі модифікованого лаку можуть бути рекомендовані для практичного застосування в різних технологіях виробництва покриттів, алкідних лаків, фарб, які характеризуються відповідним комплексом фізико-механічних властивостей.

Ключові слова: лакофарбовий матеріал, плівкотвірне, аміноуретанакрилат алкідна смола, полімеризація, структуроутворення.

Вступ

Серед олігомерних плівкотвірних, модифікованих рослинними оліями чи їхніми жирними кислотами, застосовуються алкідні смоли й лаки, а також матеріали на основі аміноформальдегідних смол, пластифікованих поліетерами (алкідними смолами), для утворення полімерів сітчастої будови (меламіноформальдегідні ЛФМ). При виборі вихідної сировини для модифікації алкідної смоли рослинними оліями необхідно враховувати властивості жирних кислот, що входять до їх складу і визначають показники отриманих матеріалів. Деякі властивості алкідних смол залежать не тільки від типу, а й від вмісту рослинної олії у їх складі. Від жирності (вмісту жирних кислот) алкідних смол залежать в'язкість розчинів, особливості нанесення та висихання лаків і емалей, їх твердість, блиск, стійкість до дії різних реагентів й атмосферна стійкість покриттів. Смоли за жирності менше 50 % добре розчинні в ароматичних вуглеводнях, кетонах і естерах. З підвищенням показника жирності смол знижується в'язкість їх розчинів, поліпшується розчинність в аліфатичних вуглеводнях, сумісність алкідів з оліями, полегшується нанесення лаків та емалей, покращуються еластичність і атмосферостійкість покриттів. Але водночас уповільнюється висихання, знижуються твердість і стійкість покриттів до дії мінеральної олії.

Вагомими недоліками алкідних ЛФМ є тривалий час висихання на повітрі (один шар сохне понад добу), незадовільні декоративні й захисні показники покриттів, нестабільна

стійкість до дії атмосфери та впливу різних середовищ [1, 2]. Меламіноалкідні ЛФМ краще витримують тривалий агресивний атмосферний вплив, але процес їх тверднення відбувається за високої температури, енерго- і трудомісткий, непридатний для сучасних технологій збирання приладів, машин, інженерних споруд у поєднанні з різними за природою матеріалами [3].

Здійснене дослідження спрямоване на вдосконалення існуючих ЛФМ на основі аміноформальдегідних смол, на створення нових плівкотвірних за допомогою олігомерних циклокарбонатів, олігомерних амінів і метакрилатів з метою поліпшення властивостей матеріалів при їх експлуатації. Перспективною при цьому може бути модифікація сполуками за великого вмісту полярних груп, здатних до утворення хімічних і фізичних зв'язків з активними групами у складі функціоналізованих рослинних олігомерів [4–7].

Експериментальна частина

Матеріали. Для синтезу неізоціанатних олігоуретанакрилатів використовували соєву олію (СО) (Польща), аміноетилпіперазин (АЕП) (Merck) і гліцидилметакрилат (ГМА) (Merck). Синтезували циклокарбонати за наявності каталізатора тетрабутиламоній броміду (ТБАБ) (Merck). Як фотоініціатор радикальної полімеризації використано ізобутиловий етер бензоїну (ІБЕБ).

Основні характеристики лаку ПФ–170, на основі якого створено лакофарбові композиції, наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Основні характеристики лаку ПФ-170

Найменування показника	Значення показника	
	за стандартом	визначене
Масова частка нелетких речовин, %	45–52	53
Умовна в'язкість за ВЗ-246, с	60–80	75
Кислотне число, мг КОН/г, не більше	20	14
Час висихання до ступеня 3 за $T = 20 \pm 2$ °С, год	72	72

Синтез циклокарбонату соєвої олії (ЦКСО)

Синтезували циклокарбонат соєвої олії в автоклаві високого тиску шляхом пропускання CO_2 крізь епоксидовану соєву олію з каталізатором (тетрабутиламоній бромідом 5 %) при перемішуванні, за температури 110–120 °С, тиску 4–5 атм. Перебіг реакції контролювали через певні проміжки часу методом ІЧ-спектроскопії проб за утворенням смуги поглинання циклокарбонатних груп з максимумом 1803 cm^{-1} та зменшенням смуги поглинання епоксидних груп з максимумом 843 cm^{-1} . Реакція повністю відбувалася через 20 год. Отриманий ЦКСО – в'язка речовина жовтого кольору.

Синтез аміноуретану соєвої олії (АУСО)

Для отримання АУСО в реактор завантажували синтезований ЦКСО (1 г/екв) та аміноетилпіперазин (АЕП) (1 г/екв). Синтезували АУСО в розчині бензолу при ретельному перемішуванні за кімнатної температури протягом 72 год.

Синтез олігоуретанакрилату соєвої олії (ОУАСО)

Для синтезу ОУАСО в реактор із синтезованим АУСО завантажували гліцидилметакрилат за співвідношення АУСО/ГМА = 1,0/1,2 г/екв. Реакцію проводили в розчині бензолу за кімнатної температури. Утворений ОУАСО сушили під вакуумом від бензолу. Отримували в'язку жовту речовину.

Приготування лакофарбової композиції

Композицію ЛФМ готували додаванням 3, 5, 10 чи 15 мас. % зразка синтезованого модифікатора ОУАСО до лаку ПФ-170, також до складу композиції додавали сикатив – октоат кобальту (1,0 мас.%), що прискорює процес окиснювальної полімеризації плівки покриття на повітрі.

Методи дослідження

Хімічну будову синтезованих кополімерів та епоксидциклокарбонатів досліджували методом ІЧ-спектроскопії. ІЧ-спектри були зняті на ІЧ-Фур'є-спектрометрі Tensor 37 (Bruker, Німеччина) методом роздавленої краплі між

вікнами КВr.

Вивчали фізико-механічні та експлуатаційні властивості модифікованих ЛФМ на основі лаку ПФ-170: висихання, міцність, ударну міцність, твердість і водопоглинання. Процес висихання покриття за температури 20 ± 2 °С оцінювали за ступенями: 3 – поверхневе висихання покриття, 5 – висихання шару покриття. Адгезію оцінювали в балах методом решітчастих надрізів (1 бал відповідає високій адгезійній міцності; 2, 3 бали – відповідне зниження адгезії до основи; 4 бали – погана адгезія з повним руйнуванням покриття). Показник міцності при згині оцінювали в мм як стійкість поверхні до згину навколо металевих циліндрів різного діаметра. Твердість у відносних одиницях визначали за маятниковим приладом МЕ-3. Ударну міцність – на приладі У-1А й оцінювали в см, що відповідає максимальній висоті, з якої на зразок падає вантаж масою 1 кг і не викликає руйнування покриття (тріщини, відшарування). Стійкість покриття до дії води визначали за показником водопоглинання (%) протягом 1, 2, 5, 7 діб та оцінювали зміною адгезії покриття після випробувань.

Результати дослідження та їх обговорення

Розроблено метод синтезу аміноуретанакрилату соєвої олії (АУАКСО) на основі циклокарбонату соєвої олії (ЦКСО).

Соева олія (СО) є найдоступнішою рослинною олією [9], і її модифікація, а саме епоксидування (ЕСО), з подальшим отриманням циклокарбонатів (ЦК) дає змогу отримувати полімерні матеріали із заданими властивостями. Синтез ЦКСО (карбонізацію) здійснювали на основі ЕСО [8] із каталізатором тетрабутиламоній бромідом.

Реакцію контролювали методом ІЧ-спектроскопії за утворенням і зростанням циклокарбонатної смуги за 1803 cm^{-1} та зменшенням смуг коливань епоксидних груп (ЕГ)

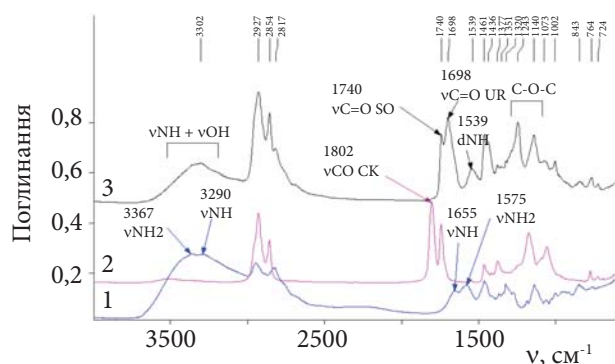


Рис. 1. ІЧ-спектри: 1 – АЕП; 2 – ЦКСО та 3 – АУСО

за 850 і 823 cm^{-1} , що свідчить про перетворення епоксидних груп (ЕГ) у ЦК.

Кінетичне дослідження утворення ЦКСО, виконане методом ІЧ-спектроскопії за зростанням смуги карбонатних груп і зменшенням смуг ЕГ у часі, показало, що процес утворення ЦКГ відбувається рівномірно і завершується протягом 20 год повним перетворенням ЕГ у ЦКГ (утворення ЦКСО).

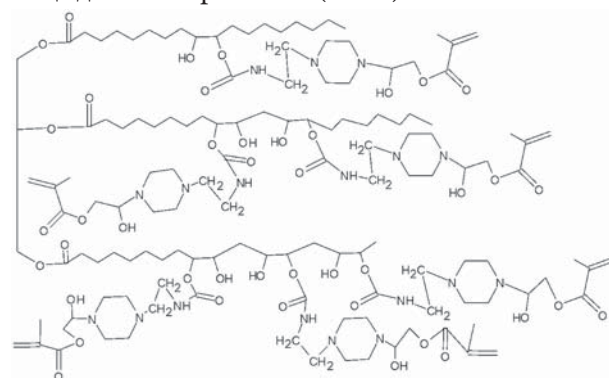
Подальший синтез АУАКСО відбувався у два етапи. На першому етапі отримували аміноуретан соєвої олії (АУСО) шляхом взаємодії ЦКСО з аміноетилпіперазином (АЕП) з утворенням уретанових груп неізоціанатним методом.

За перебігом реакції слідкували методом ІЧ-спектроскопії за зменшенням інтенсивності смуги поглинання циклокарбонатної групи (1803 cm^{-1}), за утворенням смуги поглинання уретанової групи (1698 cm^{-1}), за перерозподілом гідроксильних і амінних груп у діапазоні 3000–3600 cm^{-1} та зміною первинних і вторинних аміногруп за 1539 cm^{-1} (рис. 1).

Унаслідок взаємодії ЦКСО з АЕП з'являється смуга з максимумом 1698 cm^{-1} , яка відповідає валентним коливанням С=О уретанової групи, широка смуга деформаційних коливань NH- і NH₂-груп із максимумом 1539 cm^{-1} , смуги валентних коливань С–О уретанової групи з максимумом 1243 cm^{-1} та О–С уретанової групи з максимумом 1140 cm^{-1} . Група валентних коливань С=О соєвої олії з максимумом 1740 cm^{-1} не змінюється. На ділянці 3000–3600 cm^{-1} у результаті реакції відбувається незначний перерозподіл інтенсивності смуг поглинання деформаційних NH- та OH-груп.

На другому етапі синтезували аміноуретанакрилат (АУАКСО) шляхом взаємодії АУСО з

гліцидилметакрилатом (ГМА):



За перебігом реакції слідкували методом ІЧ-спектроскопії (рис. 2) за зникненням смуги поглинання епоксидних груп (909 cm^{-1}).

В ІЧ-спектрі АУАКСО спостерігали асиметричну смугу валентних коливань С=О метакрилатної групи з максимумом 1721 cm^{-1} , з двома плечима: з максимумом 1741 cm^{-1} , яке відповідає С=О соєвої олії, та з максимумом 1697 cm^{-1} , яке відповідає С=О уретанової групи. Також з'являється смуга коливань С=C-групи 1638 cm^{-1} , С(=О)С–О метакрилатної групи 1296 і 1318 cm^{-1} , а смуга епоксидної групи з максимумом 909 cm^{-1} зникає. В діапазоні 3000–3600 cm^{-1} унаслідок реакції відбувається перерозподіл інтенсивності смуг поглинання деформаційних OH- і NH-груп. Отже методом ІЧ-спектроскопії підтверджено утворення АУАКСО.

Синтезований АУАКСО був використаний як модифікатор пентафталевого лаку для створення нової плівкотвірної системи. Оскільки АУАКСО характеризується наявністю численних активних груп, таких як амідні, уретанові, гідроксильні й акрилатні, які хімічно й

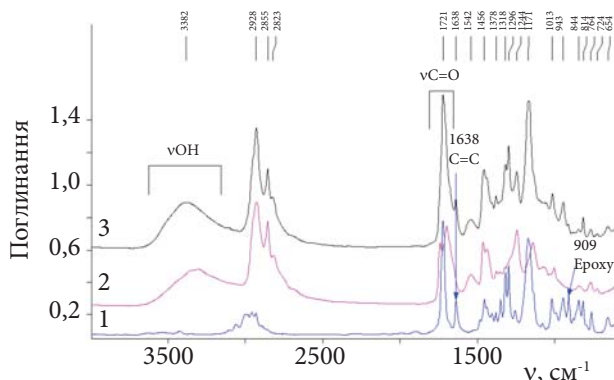


Рис. 2. ІЧ-спектри: 1 – ГМА; 2 – АУСО та 3 – АУАКСО

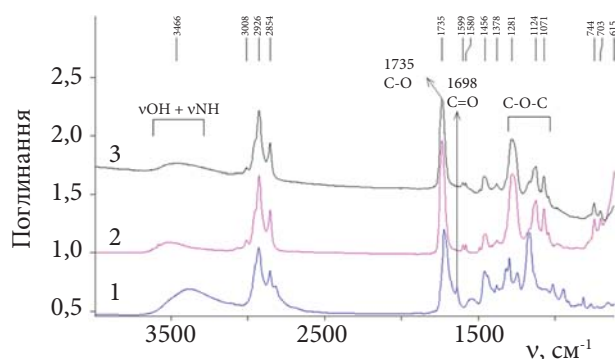


Рис. 3. ІЧ-спектри: 1 – АУАКСО; 2 – алкідний лак ПФ-170 і 3 – модифікована композиція

фізично взаємодіють з алкідним лаком на основі пентафталевої смоли з утворенням полімерної розгалуженої структури, вони здатні істотно поліпшити властивості ЛФМ.

Досліджено композиції ЛФМ на основі лаку ПФ-170 за вмісту 3, 5, 10 і 15 мас. % модифікатора АУАКСО.

Проведено ІЧ-спектроскопічне дослідження композиції лаку ПФ-170 за вмісту 10 мас. % модифікатора АУАКСО (рис. 3, крива 3). Порівняно з алкідним лаком ПФ-170 у модифікованій композиції дещо зменшується інтенсивність смуги валентних коливань із максимумом 1735 см^{-1} , також вона розширюється в діапазоні $1698\text{--}1638\text{ см}^{-1}$, що відповідає $\text{C}=\text{O}$ уретанової та $\text{C}=\text{C}$ метакрилатної груп. Змінюється профіль смуг коливань $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ груп у діапазоні $1070\text{--}1245\text{ см}^{-1}$ з появою плеча з максимумом 1140 см^{-1} , що свідчить про наявність $\nu_{\text{C}-\text{O}}$ уретанової групи в ділянці 1243 см^{-1} та $\nu_{\text{O}-\text{C}}$ уретанової групи в ділянці 1140 см^{-1} . У діапазоні $3600\text{--}3000\text{ см}^{-1}$ спостерігали перерозподіл інтенсивності смуг поглинання валентних OH - і NH -груп. У спектрі модифікованого лаку спостерігали розширення смуги валентних коливань $\nu(\text{OH}+\text{NH})$ у діапазоні $3600\text{--}3200\text{ см}^{-1}$ та зміщення його максимуму поглинання в бік менших частот, що є характерною ознакою зв'язування активних гідроксильних, амідних та уретанових груп із утворенням розгалуженої будови за рахунок утворення стійких водневих зв'язків.

Важливе дослідження змін, які відбуваються в модифікованій композиції під час її зберігання. ІЧ-спектроскопічне дослідження

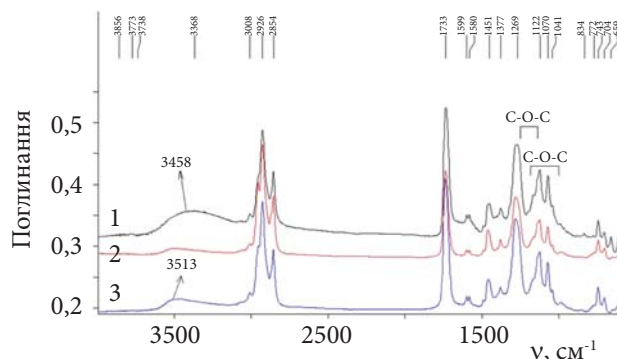


Рис. 4. Спектри модифікованої композиції після зберігання протягом: 72 год (1); 2 год (2) та початковий спектр композиції (3)

(рис. 4) протягом 72 год показало, що через 2 год не спостерігали жодних змін. Але при зберіганні композиції через 72 год відбувалися зміни в ділянці $3100\text{--}3700\text{ см}^{-1}$ поглинання валентних OH - і NH -груп. Ця широка складна смуга істотно розширюється і зсувається в бік коротких хвиль з максимумом від 3513 до 3458 см^{-1} . Це може свідчити про зменшення кількості вільних і слабо зв'язаних груп, а також збільшення кількості сильно зв'язаних OH - і NH -груп.

Про зміни будови при зберіганні композиції також свідчить розширення смуги в діапазоні $1638\text{--}1698\text{ см}^{-1}$, що відповідає $\text{C}=\text{O}$ уретанової та $\text{C}=\text{C}$ метакрилатної груп. Зростає плече з максимумом 1140 см^{-1} , що є ознакою наявності $\nu_{\text{C}-\text{O}}$ уретанової групи за 1243 см^{-1} та $\nu_{\text{O}-\text{C}}$ уретанової групи за 1140 см^{-1} . Це підтверджує збільшення кількості водневих зв'язків між полярними групами.

Такі зміни будови модифікованого матеріалу свідчать про взаємодію компонентів залежно від часу зберігання й утворення просторової будови полімеру, що може значно прискорити процес структурування та сушіння плівки покриття на повітрі.

У табл. 2 наведено дані про зміну процесу сушіння покриття та його поверхневої твердості залежно від часу зберігання модифікованої композиції за вмісту 5 мас. % модифікатора, за якого, за результатами попередніх досліджень, зафіксовано оптимальні показники покриття. Аналіз даних таблиці показав, що найкращі показники покриттів досягаються через 72 год

Таблиця 2. Зміна властивостей покриттів при зберіганні ЛФМ

Час зберігання ЛФМ	Сушіння, год за $T=20\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$		Твердість, відн. од.		
	Ступінь 3	Ступінь 5	24 год.	72 год.	120 год.
Через 30 хв	12	24	0,11	0,21	0,28
Через 2 год	8	12	0,15	0,25	0,34
Через 72 год	5	7	0,18	0,37	0,48

Таблиця 3. Вплив вмісту модифікатора в композиції на фізико-механічні властивості ЛФМ і покриттів

Характеристика ЛФМ	Сушіння, год за $T=20\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$		Твердість, відн. од.			Адгезія, бал	Стійкість до	
	Ступінь 3	Ступінь 5	24 год	72 год	120 год		згину, мм	удару, см
Без модифікатора	72	84	–	0,08	0,22	3	5	20
3 мас. % модифікатора	14	24	0,11	0,21	0,32	2	3	40
5 мас. % модифікатора	5	7	0,18	0,37	0,48	1	1	50
10 мас. % модифікатора	8	15	0,14	0,25	0,28	1	3	45
15 мас. % модифікатора	12	24	0,08	0,18	0,24	2	3	40

зберігання модифікованого ЛФМ, тобто цей фактор необхідно враховувати в технологічному процесі.

У табл. 3 наведено результати визначення фізико-механічних показників покриттів залежно від вмісту модифікатора, додавання якого істотно змінює ці показники, скорочує час висихання покриття на повітрі, покращує твердість та інші характеристики. Високі показники досягаються за 5 мас. %-вого вмісту модифікатора: у 12 разів скорочується час повного висихання покриття, твердість досягає 0,37 в. о. через 72 год, покращуються стійкість до згину, адгезія, ударна міцність. Подальше зростання вмісту модифікатора до 10 і 15 мас. % дещо знижує показники покриттів.

На рис. 5 подано кінетичні зміни показника твердості покриттів для немодифікованої та модифікованих композицій ЛФМ.

Високі значення твердості покриття досягаються за вмісту 5 мас. % модифікатора. Через 24 год сушіння твердість покриття досягає 0,18 відн. од, що дає змогу використовувати матеріал за призначенням; натомість ЛФМ без модифікатора залишається липким і показник твердості не визначається. Збільшення вмісту

модифікатора погіршує показник твердості.

На рис. 6 подано діаграму показника ударної міцності для обраних зразків ЛФМ, порівняно значення для зразка без модифікатора (1), за оптимального вмісту модифікатора 5 мас. % (2) та високого вмісту – 15 мас. % (3). Високе значення показника ударної міцності 50 см

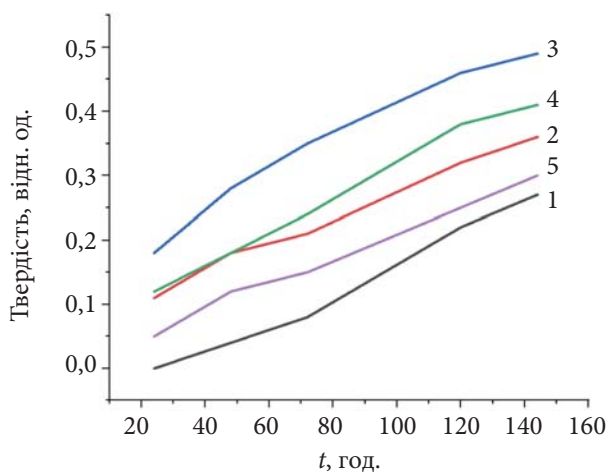


Рис. 5. Зміна твердості покриттів залежно від складу ЛФМ: без модифікатора (1); за вмісту 3, 5, 10 і 15 мас. % модифікатора (2–5 відповідно)

Таблиця 4. Стійкість покриттів до статичної дії води

Водопоглинання, % доба	Промисловий лак ПФ-170	Модифікований ЛФМ (5 мас.% модифікатора)	Модифікований ЛФМ (15 мас.% модифікатора)
1	–	0,03	0,12
2	3,7	0,02	0,08
5	5,3	–0,11	0,22
7	12,6	–0,14	0,38
Зміна адгезії, бал	4	1	2

досягається за вмісту 5 мас. % модифікатора порівняно з 20 см для немодифікованого ЛФМ, за вмісту 15 мас. % модифікатора твердість покриття знижується.

Результати дослідження стійкості покриття до дії води наведено в табл. 4, для порівняння досліджено також промисловий лак ПФ-170. Для модифікованих зразків показники водопоглинання лежать у межах норм для експлуатації покриттів у різних середовищах.

Аналіз даних таблиці також показав, що промисловий лак руйнується під дією води, відбувається набухання й відшарування плівки з втратою адгезійної міцності (4 бали). Зразки модифікованого лаку за вмісту 5–7 мас. % модифікатора витримують тривалу статичну дію води без руйнування поверхні та зміни показника адгезії.

Результати дослідження ЛФМ на основі лаку ПФ-170 та аміноуретанакрилату свідчать, що полімеризація в тонкій плівці на повітрі формує просторово-сітчастий полімер і відбувається через стадію утворення розчинних полімерів, які є розгалуженими продуктами, з подальшою кополімеризацією компонентів за наявності кисню повітря та з утворенням структурованої твердої полімерної плівки. Аналіз отриманих результатів показав перспективність застосування у складі ЛФМ на основі пентафталевого лаку ПФ-170 синтезованого модифікатора – аміноуретанакрилату (АУАКСО) для створення покриттів шляхом окиснювальної полімеризації на повітрі. Оптимальна концентрація модифікатора 5–7 мас. %. Ці матеріали характеризуються високою життєздатністю, однорідністю, дають змогу отримувати прозорі якісні покриття з гарними фізико-механічними характеристиками. Створені композиційні матеріали на основі модифікованого лаку можуть бути рекомендовані для практичного застосування в різних технологіях створення покриттів, алкідних

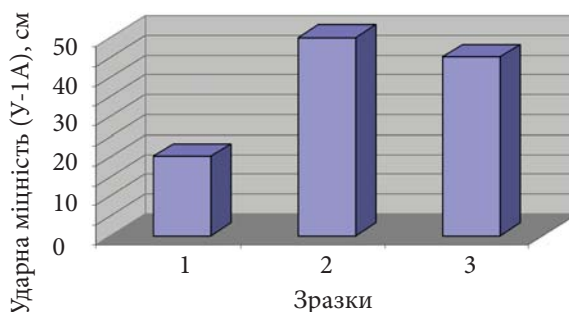


Рис. 6. Залежність ударної міцності від вмісту модифікатора в ЛФМ: 1 – лак ПФ-170; 2 – ПФ-170+5 % модифікатора та 3 – ПФ-170+15 мас. % модифікатора

лаків чи фарб, які характеризуються відповідним комплексом фізико-механічних властивостей, для різних галузей промисловості.

Висновки

Проведено дослідження з удосконалення існуючих ЛФМ на основі пентафталевого лаку ПФ-170 з метою створення нових плівкотвірних за допомогою функціоналізованих олігомерів.

Для отримання нових полімерних покриттів розроблено методику синтезу модифікатора – олігомерної аміноуретанакрилатної сполуки, який здійснювали в кілька етапів, з отриманням аміноуретанкарбонату соєвої олії з подальшим додаванням метакрилатного олігомеру. Процеси синтезу контролювали методом ІЧ-спектроскопії.

Вивчено вплив вмісту модифікатора на процес формування структури при синтезі й оцінено основні властивості модифікованих лакофарбових матеріалів, визначено технологічні умови отримання покриттів.

Встановлено оптимальну концентрацію модифікатора, яка відповідає 5–7 мас. %-вому його вмісту у складі композиції і значно скорочує час висихання покриття на повітрі та

забезпечує гарні фізико-механічні характеристики.

Створені композиційні матеріали на основі модифікованого лаку можуть бути рекомен-

довані для практичного застосування в різних технологіях створення покриттів, лаків, фарб, які характеризуються відповідним комплексом фізико-механічних властивостей.

REFERENCES

1. *Goldberg M.M.* Materialy dlia lakokrasochnykh pokrytyi. M: Khimiia, 1972: 344
2. *Sorokin M.F.* Khimiia i tekhnologiiia plenkoobrazuiushchikh veshchestv. M.: Khimiia, 1989: 316.
3. *Sysyuk V.G., Bubnova A.S., Ostapiuk S.M., Ugro N.G., Zel L.I.* The investigation of the modification reorganizations of alkyd film-formers. *Polimernyi zhurnal*, 2006, 28(3): 233–237.
4. *Dobrovinskii L.A., Rutskii I.V.* Production of alkyd varnish: The present and the future. *Lakokrasochnye materialy i ikh primeneniye*, 2005, 5: 3–5.
5. *Figovsky O., Shapovalov L., Leykin A. et al.* Advances in the field of nonisocyanate polyurethanes based on cyclic carbonates. *Chemistry and Chemical Technology*, 2013, 7(1): 79–87. <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2017/may/1163/fulltext515.pdf>. <https://doi.org/10.23939/chcht07.01.079>.
6. *Stroganov I.V., Stroganov V.F.* Peculiarities of structurization and properties of nonisocyanate epoxyurethane polymers. *Polymer Science Series C*, 2007, 49(3), 258–263. <https://doi.org/10.1134/S1811238207030113>.
7. *Shapovalov L.D., Figovsky O.L., Kudriavtsev B.B.* Neizotsianatnye poliuretany. Sintez i primeneniye. *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. 2004, 1: 231–236.
8. *Levina M.A., Miloslavskii D.G., Pridatchenko M.L., Gorshkov A.V., Shashkova V.T., Gotlib E.M., Tiger R.P.* Green Chemistry of Polyurethanes: Synthesis, Structure, and Functionality of Triglycerides of Soybean Oil with Epoxy and Cyclocarbonate Groups-Renewable Raw Materials for New Urethanes. *Polymer Science, Series B.*, 2015, 57(60): 584–592. <https://doi.org/10.1134/S156009041506010X>.
9. *Cheng M. H., Rosentrater K. A.* Economic Feasibility Analysis of Soybean Oil Production by Hexane Extraction Ind Crops Prod., 2017, 108: 775–785. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.07.036>.

Received 19.06.2024