

4. Евтюхов С.А. Композиция долговечной бумаги для офсетной печати: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03. / Евтюхов Сергей Анатольевич. – СПб., 2006. – 151с.
5. Glushkova T. The introduction of innovative technologies, processes and equipment into production of materials based on pulp, paper and board in Ukraine / T.G. Glushkova, L.A. Koptyuh, V.V. Rybalchenko // Achieving Commodity & Service Excellence in the Age of Digital Convergence: the 16<sup>th</sup> Symposium of IGWT. 2008, August 18-22, Suwon, Korea.
6. Пат.75003 Україна, Д21Н11/00. Процес виготовлення паперу для друку зі зниженою масою 1 м<sup>2</sup> / Коптюх Л.А., Глушкова Т.Г., Легкий В.Н., Бутко Т.Л., Лозовик М.Т. Заявник і патентоодержувач ВАТ «НДП». Заявка № 20041210901. Заявл. 29.12.04. Опубл. 15.02.06, Бюл. № 2.
7. Коптюх Л. Расширение сырьевой базы производства волокнистых полуфабрикатов для изготовления бумаги и картона / Л. Коптюх // Бумага и жизнь. – 2006. – № 7. – С. 24-27.
8. Коптюх Л.А. Повышение непрозрачности бумаги со сниженной массой 1 м<sup>2</sup> для печати / Л.А. Коптюх, Т.Г. Глушкова, В.Н. Легкий // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2007. – № 1. – С. 32-37.
9. Коптюх Л.А. Бумага и картон для печати, реставрации и хранения специальных материалов / Л.А. Коптюх, В.Н. Легкий, Т.Г. Глушкова // Бумага и жизнь. – 2007. – № 5 (81). – С. 52-55.
10. Коптюх Л.А. Разработка композиционных материалов на основе бумаги и картона для различных отраслей промышленности / Л.А. Коптюх, В.Н. Кваско, Т.Г.Глушкова // Картон и гофрокартон. – 2007. – № 3 (спецвыпуск). – С. 34-37.

**УДК 620.2:667**

**Голодюк Г.І., канд. техн. наук, доц.,**

**Передрій О.І., канд. техн. наук, доц. (ЛНТУ, Луцьк)**

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФАРБУВАЛЬНОЇ КОМПОЗИЦІЇ НА ОСНОВІ АЛКІДНИХ СМОЛ**

*У статті наведено результати досліджень плівкоутворювальних властивостей лакофарбових покриттів на основі алкідних смол. Наведено методику та умови проведення досліджень контролю якості лакофарбових покриттів на основі алкідних смол.*

**Ключові слова:** алкідні смоли, лакофарбові покриття, бутиловий спирт, в'язкість, епіхлоргідрин – ЕХГ, алілгліцидиловий етер – АГЕ, меламіно-формальдегідна смола.

**Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями.** Лакофарбові покриття забезпечують захист основи-підкладки з різних матеріалів від впливу зовнішнього середовища, покращують

декоративні властивості деревних підкладок. Значною мірою вплив агресивних факторів (повітря, сонячної радіації, вологи і різних температур) впливає на ступінь стійкості лакофарбових покриттів [1].

Нові сучасні фарбувальні композиції на основі алкідних смол і лакофарбові покриття, зокрема на основі алкідних смол, мають високі показники експлуатаційних властивостей, характеризуються високою стійкістю до перепадів температури і сонячної радіації [2].

**Метою статті** є дослідження процесу формування функціональних властивостей фарбувальних композицій на основі алкідних смол та фізико-хімічних властивостей плівок на їх основі.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** Для дослідження плівкоутворювальних властивостей алкідних смол попередньо готували лаки на їх основі. Як розчинники під час отримання лаків використовували ксилол і бутиловий спирт. Для прискорення тверднення плівок як сикативи використовували розчин кобальту резинат у ксилолі та сикатив 63 (плюмбуму-мангану нафтенат).

Резинат кобальту вводили у лак у постійній кількості 0,13 мас.% у перерахунку на металічний кобальт. Сикатив 63 вводили у кількість 3-5 мас.% відносно лаку. В'язкість лаків становила 30-50 с за віскозиметром ВЗ-4 за температури 20 °С.

Отримані лаки наносили методом наливу на скляні та металеві пластини і отверджували за температури 105-110 °С (лаки на основі епіхлоргідрину – ЕХГ) і 150-180 °С (лаки на основі алілгліцидилового етеру – АГЕ) з різною тривалістю висихання. Характеристику плівкоутворювальних властивостей алкідної фарбувальної композиції подано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Характеристика плівкоутворювальних властивостей алкідної фарбувальної композиції

№ варіанта <sup>1</sup>	К-421-02, мас.%	Показники властивостей лаків			Умови тверднення	
		в'язкість за ВЗ-4, с	сухий залишок, мас.%	кислотне число, мг КОН	тривалість висихання, хв	температура, °С
1	–	34	59	19	330	110
1М	25	41	51	14	210	110
2	–	47	50	5	160	150
2М	50	45	47	4	60	110
3	–	48	52	7	140	150
4	–	42	40	10	30	110
5	–	46	38	13	20	110
5 <sup>2</sup>	–	47	40	15	40	110
9	–	45	36	13	20	110
9М	5	44	39	11	10	110

Примітки: 1. Номери варіантів відповідають номерам рецептур.

2. Варіант 5 – смола 5 + 50 мас.% пластифікатора ПЕ-220.

Процес тверднення лакової плівки здійснюється, ймовірно, за рахунок окиснювальної полімеризації (за наявності кисню повітря) подвійних зв'язків груп і радикалів ненасичених жирних кислот талової оливи. Під час гарячого тверднення окиснювальна полімеризація супроводжується термічною та поліконденсацією вільних функціональних груп.

За механізмом утворення плівки алкідні лакофарбові матеріали належать до групи невідновних матеріалів, які тверднуть у дві стадії [3]. Спочатку відбувається випаровування летких розчинників, а потім, у результаті фізико-хімічних перетворень, утворюється полімерна плівка із тримірною структурою.

Перш за все було досліджено кінетику перетворення лаків у зшитий полімер. Ураховуючи наявність у синтезованих нами алкідних смол алільних подвійних зв'язків, подвійних зв'язків жирних кислот талової оливи (ЖКТО), вільних функціональних груп, можна передбачити утворення зшитих тримірних полімерів в умовах гарячого тверднення. Науковий інтерес становлять дослідження умов тверднення алкідних лаків, що забезпечують вищезазначене перетворення.

Ступінь перетворення лаків у тримірний зшитий полімер оцінювали за вмістом нерозчинної частини продукту (гель-фракції), який визначали екстракцією гарячим розчинником в апараті Сокслета. Як розчинник використовували ацетон [4]. Досліджувані лаки наносили на скляні пластини методом наливу, плівки тверднули за заданим режимом. Товщина вільних плівок становила 20-30 мкм. Плівки поміщали у патрон з фільтрувального паперу, зважували до і після екстракції, яку проводили впродовж 6 год.

Ступінь перетворення лаків у зшитий полімер ( $x$ ) визначали за формулою:

$$x = \frac{G_2}{G_1} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $G_1$  – маса висушеної плівки після екстракції, г;

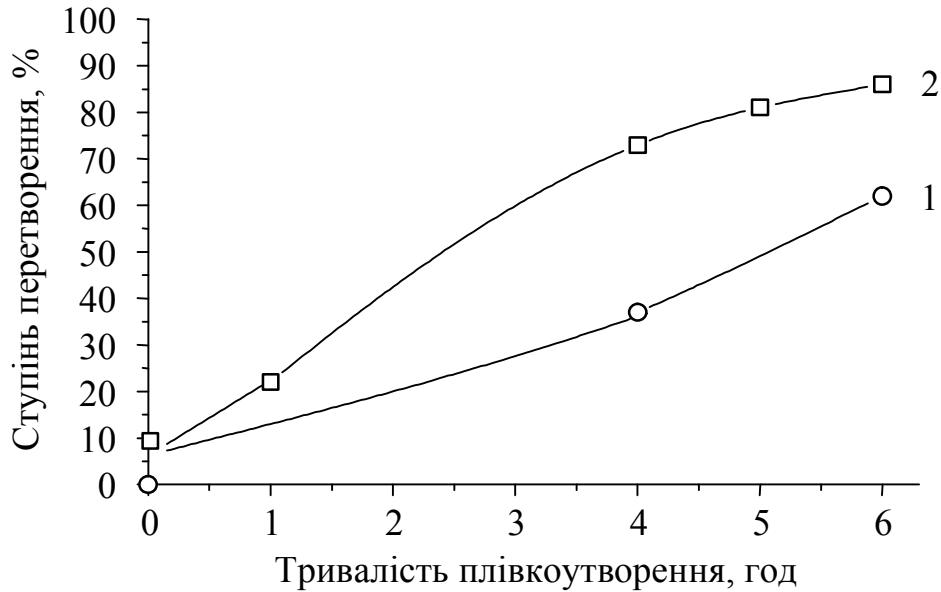
$G_2$  – маса висушеної плівки до екстракції, г.

Кінетику тверднення плівок алкідних смол ілюструють рисунки 1-4. Слід відзначити, що ступінь перетворення лаків у зшитий полімер залежить від температури тверднення, радикала 2-РІДК, введення меламіно-формальдегідної смоли і сикативу. За умови збільшення радикала кислоти ступінь перетворення лаків у зшитий полімер зменшується. Суттєвий вплив сикативу на ступінь тверднення підтверджує припущення про участь кисню повітря у процесі плівкоутворення синтезованих алкідних смол.

Для підвищення ступеня структурування полімеру можна рекомендувати збільшення температури тверднення покриттів на основі алкідних смол з використанням епіхлоргідрину (ЕХГ) до 150 °С.

Дослідження фізико-механічних властивостей плівок є особливо важливим для забезпечення належної якості покриттів. Фізико-механічні властивості формують такі показники лакофарбових покриттів: умовна твердість покриття, міцність покриття до згинання і міцність плівки до удару. Дослідження прово-

дили з метою прогнозування експлуатаційних властивостей одержаних лакофарбових матеріалів [5-8].



- 1 – 2-метил-4,5-імідазолдикарбонова кислота;  
2 – 2-пропіл-4,5-імідазолдикарбонова кислота.

Рисунок 1 – Кінетика перетворення у зшитий полімер алкідних смол за температури тверднення 150 °C

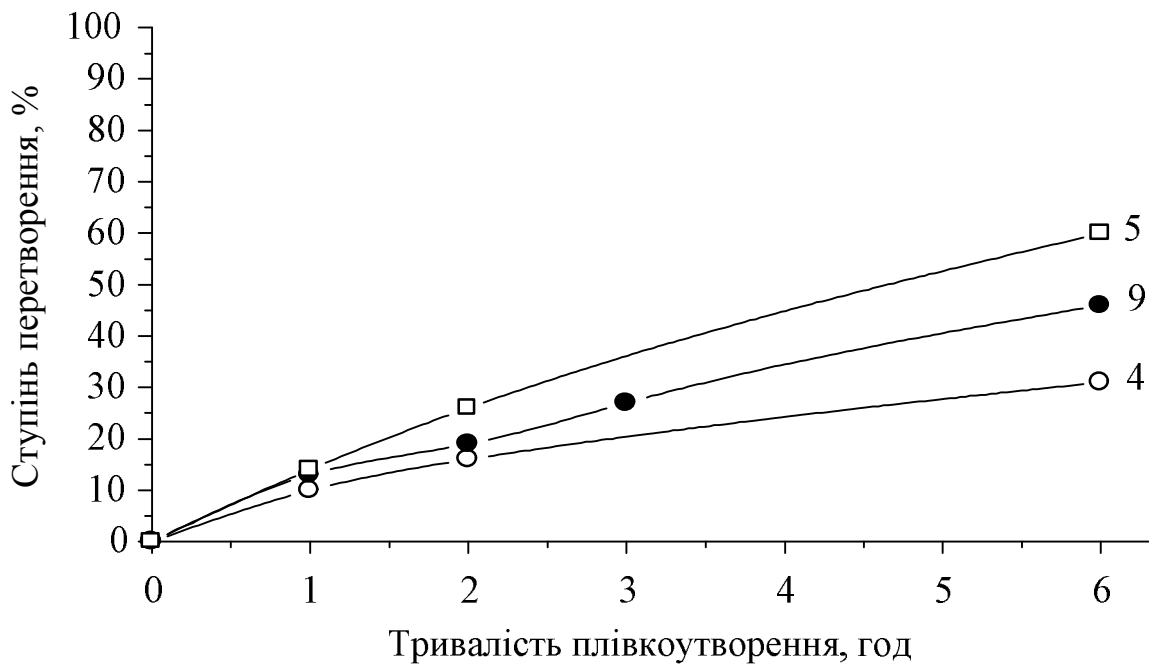
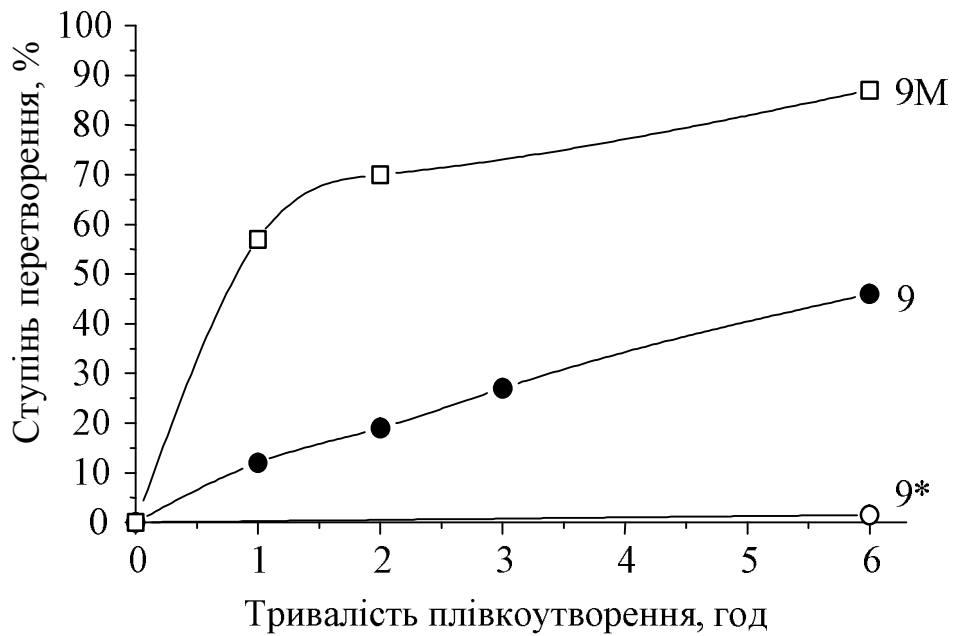
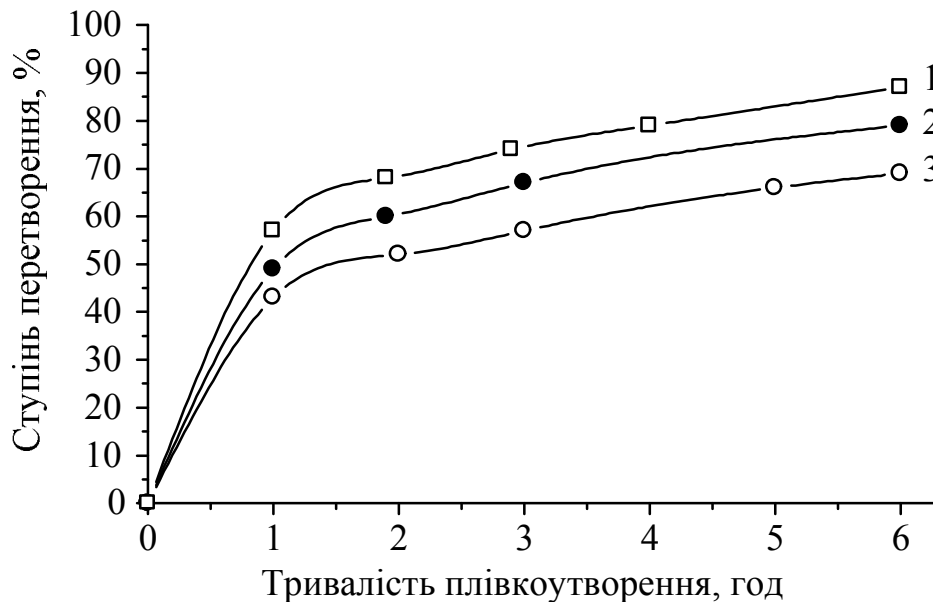


Рисунок 2 – Кінетика перетворення у зшитий полімер алкідних смол за температури тверднення 110 °C (4, 5, 9 – номер варіантів рецептур)



- 9 – смола 9;  
 9М – смола 9 + 5 мас % К-421-02;  
 9\* – смола 9 без сикативу.

Рисунок 3 – Кінетика перетворення у зшитий полімер алкідних смол за температури тверднення 105-110 °С



- 1 – 2-метил-4,5-імідазолдикарбонова кислота;  
 2 – 2-етил-4,5-імідазолдикарбонова кислота;  
 3 – 2-пропіл-4,5-імідазолдикарбонова кислота.

Рисунок 4 – Кінетика перетворення у зшитий полімер алкідних смол за рецептурою 9 + 5 мас % К-421-02 залежно від радикала 2-РІДК за температури тверднення 105-110 °С

Твердість плівки характеризує її здатність протидіяти місцевим деформаціям, проникненню інших тіл і механічному руйнуванню. Цей показник часто характеризує ступінь тверднення. Підвищення температури тверднення сприяє збільшенню твердості покриттів.

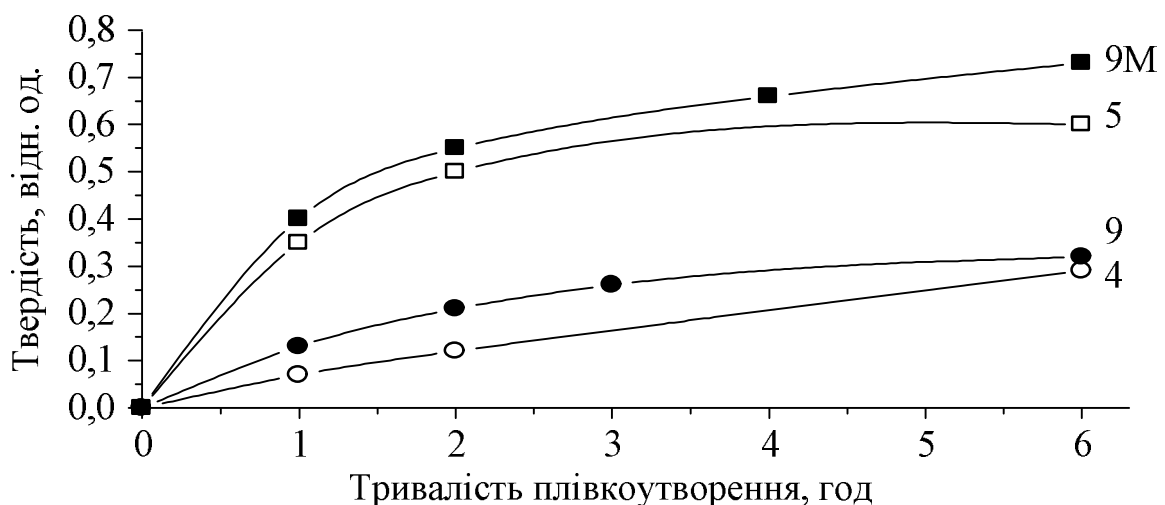
Еластичні властивості покриття залежать, з одного боку, від властивостей міцності плівки, з іншого – від міцності її зв'язку із підкладкою. Під час старіння еластичність плівки знижується, що пояснюється міграцією доданого до складу плівкоутворювача пластифікатора, деструкцією полімерних ланцюгів, збільшення твердості плівки.

Міцність плівки до удару залежить від тих самих факторів, що й твердість плівки та еластичність. Результати дослідження фізико-механічних властивостей плівок подані в таблиці 2.

Таблиця 2 – Фізико-механічні властивості плівок

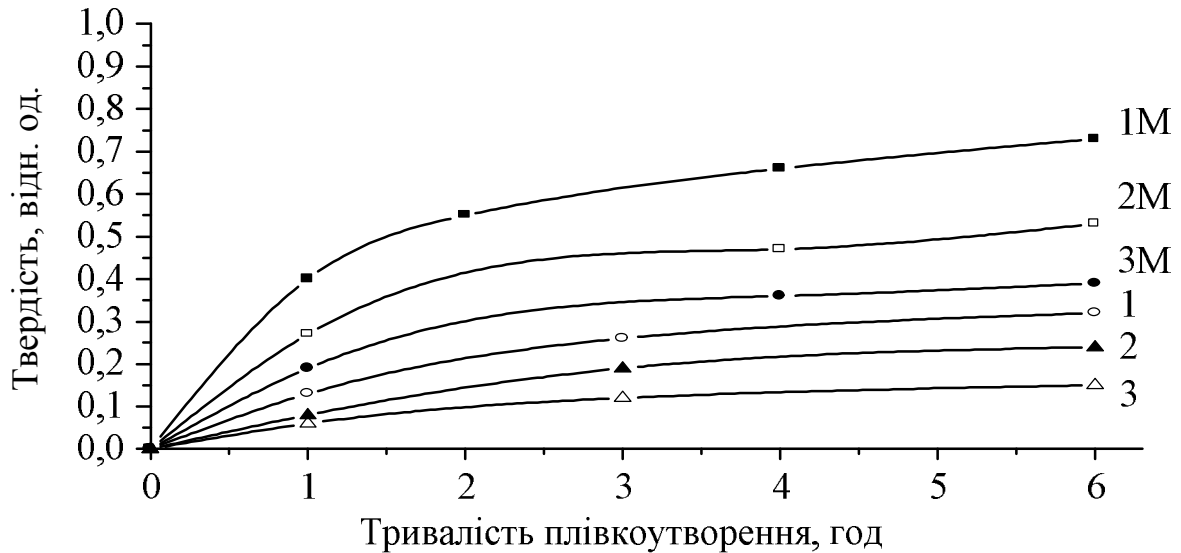
Варіант	Твердість за М-3, відн. од.	Міцність до удару, Н/м	Міцність до згинання за ШГ, мм
1	0,26	4,0	1
1М	0,6	3,0	3
2	0,15	–	–
2М	0,51	–	3
3	0,71	3,0	3
4	0,3	0,5	1
5	0,65	1,0	5
5	0,4	5,0	1
9	0,35	4,0	1
9М	0,73	3,0	3

Залежність твердості покриттів від тривалості плівкоутворення наведена на рисунках 5, 6.



9 – смола 9; 9М – смола 9 + 5 мас % К-421-02.

Рисунок 5 – Залежність твердості покриттів від тривалості плівкоутворення



1, 2, 3 – смоли на основі МІДК, ЕІДК, ПІДК за рецептурою 9;  
1М, 2М, 3М – ті самі смоли + 5 % К-421-02.

Рисунок 6 – Залежність твердості покриттів від тривалості плівкоутворення

На твердість покриттів великий вплив робить як радикал імідазолдикарбонової кислоти, так і введення невеликих добавок мелаїноформальдегідної смоли.

Стійкість плівок до впливу агресивних речовин, що спричиняють корозію, визначали за стандартною методикою. Результати досліджень наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 – Стійкість деревини з покриттям до дії агресивних середовищ

Варіант композиції	Стійкість деревини, год		
	вода	3-процентний розчин NaCl	5-процентний розчин NaOH
1	24	10	7
1М	60	24	30
3	60	24	15
4	>120	>60	150
5	>120	>60	240
9	>120	>60	180
9М	>120	>60	300

Можна стверджувати, що найкращими покриттями є композиції варіантів 5 і 9М, які характеризуються максимальною стійкістю до дії солей та лугів (відповідно більше 60 год та 240 і 300 год).

Відомо, що хімічні процеси, що відбуваються за високих температур, супроводжуються термічною деструкцією з виділенням летких продуктів. За швидкістю виділення летких продуктів розкладання можна робити висновок

про термостійкість полімерів. З цією метою ми визначали втрати маси полімерів за температури 180 °С. Встановлено, що МІДК підвищують термостійкість покриттів. Так, для модельної смоли без МІДК втрати маси складали 30 % через 2 доби, 38,4 % – через 4 доби, 41 % – через 6 діб, 46 % – через 9 діб, а для смоли з МІДК – відповідно 19, 26, 30 і 35 %.

Для визначення можливості використання синтезованих нами алкідних смол як електроізоляційних покриттів було визначено електричну міцність смол 2 і 2М, яка становить відповідно 250 та 270 кВ/мм.

У результаті дослідження плівкоутворювальних властивостей синтезованих алкідів, їх композицій з меламіноформальдегідною смолою К-21-02 і випробування властивостей плівок можна відзначити, що всі покриття мають гарний зовнішній вигляд і високу адгезію до металу та скла. Процес тверднення плівок на основі смол з ЕХГ проходить швидше, ніж алкідів з АГЕ. Покриття на основі смол з ЕХГ мають кращі протикорозійні властивості. Це, ймовірно, пов'язано з меншою концентрацією етерних груп у смолі. Введення МІДК у смолу сприяє збільшенню лугостійкості покриттів (варіанти 4, 5, 9 таблиці 3). Композиції алкідів з меламіноформальдегідною смолою мають кращі протикорозійні властивості.

### Висновок

Отримані композиції на основі синтезованих алкідів і меламіно-формальдегідної смоли К-421-02 і вивчені плівкоутворювальні властивості алкідів та їх композицій. Встановлено, що кращі фізико-механічні властивості плівок мають смола з використанням діолу на АГЕ і смола з використанням ЕХГ за рецептурою 9.

### Список літератури

1. Батажников С.Г. Практикум по технологии лакокрасочных покрытий / С.Г. Батажников, Н.А. Суханова. – М.: Химия, 1982. – 240 с.
2. Фомин Г.С. Лакофарбовые материалы и покрытия. Энциклопедия международных стандартов / Г.С. Фомин. – М., 2008. – 752 с.
3. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям: справочник / Т. Брок, М. Гротэклаус, П. Мишке. – М.: Стандарт, 2007. – 548 с.
4. Справочник по лакокрасочным материалам и покрытиям. – М.: Стандарт, 2005. – 548 с.
5. Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности пленок при ударе: ГОСТ 4765-73. – Введ. 1974-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 4 с.
6. Материалы лакокрасочные. Метод определения твердости покрытий по маятниковому прибору: ГОСТ 5233-89. – Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 8 с.
7. Фарби і лаки. Визначення стійкості до дії рідини: ДСТУ ISO 2812-1-2001. Ч. 1. – Чинний від 2003-01-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – 6 с.
8. Фарби і лаки. Випробування на згин (навколо циліндричного стрижня): ДСТУ ISO 1519-2001. – Чинний від 2003-07-01. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 7 с.