

*Раїса ДОМНІЧЕНКО***ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ  
ЕПОКСИДНО-АКРИЛОВИХ  
ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНИХ ПОКРИТТІВ**

*Розглянуто взаємозв'язок між складом, структурою та експлуатаційними властивостями лакофарбових покриттів на основі водних дисперсій полімерів. Визначено вплив активності поверхні неорганічних наповнювачів алюмосилікатної та карбонатної природи на значення їх критичної концентрації в покриттях. Показано, що з підвищенням адсорбційної здатності поверхні наповнювача досягається збільшення механічної міцності покриття та погіршення його еластичності й адгезійних властивостей.*

*Ключові слова:* воднодисперсійні покриття, експлуатаційні властивості, наповнювач, плівкоутворювач, епоксидно-акрилова композиція.

*Домниченко Р. Эксплуатационные свойства эпоксидно-акриловых водно-дисперсных покрытий. Рассмотрена взаимосвязь между составом, структурой и эксплуатационными свойствами лакокрасочных покрытий на основе водных дисперсий полимеров. Определено влияние активности поверхности неорганических наполнителей алюмосиликатной и карбонатной природы на значение их критической концентрации в покрытии. Показано, что с повышением адсорбционной способности поверхности наполнителя достигается увеличение его механической прочности, а также ухудшение эластичности и адгезионных свойств.*

*Ключевые слова:* воднодисперсионные покрытия, эксплуатационные свойства, наполнители, пленкообразователь, эпоксидно-акриловая композиция.

**Постановка проблеми.** Створення сучасних полімерних композиційних матеріалів ґрунтується на регулюванні властивостей готових композитів зміною їхньої структури та складу. Структура лакофарбових покриттів визначається природою та ступенем контакту між плівкоутворювачем і наповнювачем на межі поділу фаз та значенням об'ємної концентрації наповнювача.

Залежність зміни експлуатаційних властивостей покриттів, а саме – їх механічної міцності, стійкості до стирання, проникності по відношенню до водяної пари тощо, має екстремальний характер [1; 2]. Положення екстремуму носить назву "критичної концентрації" і є індивідуальним для кожної пари полімер – наповнювач. Вплив на нього можуть також справляти функціональні добавки.

Критична концентрація наповнювача в системі визначає його гранично припустимий вміст, а отже – і економічну доцільність використання. Значення критичної концентрації наповнювача в лакофарбових

системах на органічних розчинах полімерів зростає при зменшенні активності поверхні наповнювача та його дисперсності, підвищенні щільності упаковки частинок у матриці [3; 4].

Щодо вивчення критичних концентрацій деяких типів наповнювачів у матрицях на основі водних дисперсій полімерів, то автори концентрують увагу на акрилових, стирол-акрилових дисперсіях і стандартних наповнювачах, в ролі яких виступає карбонат кальцію (дроблений мармур) різного ступеня дисперсності [5; 6]. При цьому значення критичної концентрації розглядається феноменологічно, без встановлення факторів, які їх обумовлюють.

*Мета роботи* – встановлення взаємозв'язку між характером взаємодії в системі епоксидно-акриловий полімер – наповнювач на формування значення критичної концентрації останнього та експлуатаційні властивості покриттів.

**Матеріали та методи.** Об'єкт дослідження – системи на основі водних дисперсій епоксидіаново-акрилових полімерів і вітчизняних наповнювачів силікатного та карбонатного типів. Як наповнювачі обрано вітчизняні матеріали – каоліни (КС-1 Просянівського та Глуховецького родовищ) і осадова крейда (марки МТД-1). Для порівняння обрано композиції зі стандартним для лакофарбової технології наповнювачем – дробленим мармуром (*Normcal 20*).

Як плівкоутворювач обрано епоксидіаново-акрилову водну дисперсію, яка являє собою суміш акрилового латексу марки *Ucar D 450* (вир. *Dow Chemicals*) та водної дисперсії епоксидіанової смоли (пат. України № 78249).

Стандартними методами визначено адсорбцію [3], паропроникність [7], водо- та вологопоглинання [8], міцність при ударі [9], еластичність [10] і адгезію [11] плівкоутворювача.

**Результати дослідження.** Ступінь взаємодії між плівкоутворювачем і наповнювачем оцінено методом динамічної адсорбції. Встановлено, що активність поверхні каолінових матеріалів є набагато вищою, ніж карбонатних. Дані досліджень добре корелюють із підвищеними значеннями питомої поверхні цих алюмосилікатів. Також встановлено, що каолінові матеріали характеризуються зниженим значенням щільності упаковки частинок та, відповідно, підвищеним вільним об'ємом структури (*табл. 1*).

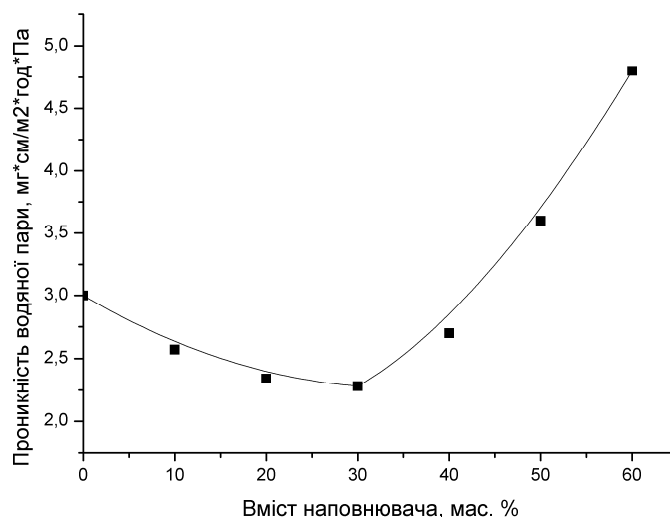
Таблиця 1

Характеристика наповнювачів

Наповнювач	Адсорбція плівкоутворювача, мг/г	Питома поверхня, м <sup>2</sup> /г	Питомий вільний об'єм структури, %
КС-1 просянівський	298	12.0	36
КС-1 глуховецький	260	10.5	34
МТД-1	120	2.4	22
<i>Normcal 20</i>	110	1.4	21

Для коректного порівняння властивостей плівкових полімерних композиційних матеріалів вирішено встановити значення критичної об'ємної концентрації наповнювачів. Визначення цього параметру здійснювалося методом одержання вільних плівок із різною концентрацією наповнювача та вимірювання проникності їх по відношенню до парів води.

На *рисунку* показана типова крива залежності паропроникності композиції (на прикладі лакофарбової плівки на основі просянівського каоліну) від вмісту наповнювача.



Залежність паропроникності покриттів на основі просянівського каоліну від ступеня наповнення

Характер залежності паропроникності від ступеня наповнення носить екстремальний характер із мінімумом проникності, який відповідає такому стану системи, коли частинки наповнювача повністю змочені плівкоутворювачем (адсорбційно насичені), а міжчастинкові проміжки (вільний об'єм наповнювача) повністю заповнений полімером. Положення мінімумів подібних кривих для всіх наповнювачів, а також відповідні значення паропроникності систем в цих точках наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

Критична концентрація наповнювачів

Наповнювач	Критична концентрація, мас. %	Паропроникність, мг·см/м²·Па·год
КС-1 просянівський	32	2.28
КС-1 глуховецький	35	2.16
МТД-1	47	2.13
Normal 20	58	2.01

Паропроникність покриттів в критичних точках є достатньо близькою за значенням для алюмосилікатів і карбонатів, що поясню-

ється, з одного боку, лускунчастою формою часток каолінів (більш ефективна бар'єрна дія), а з іншого – практично в 2 рази підвищеною концентрацією карбонатного наповнювача, що дає можливість суттєво знизити загальну проникність покриття.

Для дослідження експлуатаційних властивостей плівок лакофарбових матеріалів вирішено використовувати композиції зі вмістом наповнювача на 3 мас. % нижче від значень критичної концентрації для кожного (табл. 3).

Таблиця 3

## Властивості покриттів

Наповнювач	Вологопоглинання, мг/г	Механічна міцність, МПа	Еластичність, мм	Адгезія до сталі, балів
КС-1 просянівський	135	5.2	2	2
КС-1 глуховецький	108	5.4	2	1
МТД-1	74	4.8	1	1
Normal 20	70	4.5	1	1

Для порівняння, вологопоглинання плівкоутворювального полімеру становить 94 мг/г, механічна міцність – 4.4 МПа, еластичність – 1 мм, адгезія до сталевго субстрату – 1 бал.

Водопоглинання усіх покриттів нижче від аддитивної величини, що означає утворення міцного контакту між органічною та неорганічною фазами. Ця дія підсилюється наповнювачами, зокрема алюмосилікатними матеріалами. Вірогідно, це пов'язано з більш розвиненою поверхнею міжфазного контакту. Водночас покриття на основі каолінів втрачають еластичність, а найбільш активний просянівський каолін зумовлює втрату адгезійної міцності покриття до сталевго субстрату.

Підвищення адсорбційної активності наповнювача приводить, з одного боку, до зміцнення міжфазного контакту в композиційному матеріалі, а з іншого – до зниження значення критичної концентрації такого наповнювача в покритті. При цьому також підвищується механічна міцність системи, що зумовлено підсилюючим ефектом наповнювача, однак знижується еластичність покриття та в деяких випадках погіршується адгезія до субстратів.

**Висновки.** Встановлено взаємозв'язок між складом двохкомпонентних систем полімер – наповнювач, структурою лакофарбового покриття та його експлуатаційними властивостями.

Показано, що підвищення активності поверхні наповнювача приводить до механічного зміцнення полімерних композицій, робить їх жорсткішими, що супроводжується втратою еластичності та зниженням адгезійних властивостей. Значення критичної концентрації обумовлюється двома основними факторами: щільністю упаковки частинок наповнювача й адсорбційною активністю його поверхні. Перший фактор при зростанні дає змогу підвищити значення критичної концентрації, другий має зворотню дію.

Регулювання експлуатаційних характеристик покриттів може здійснюватися за рахунок вибору наповнювачів і варіюванням їх концентрації. Наповнювачі з слабо активною поверхнею уможливають суттєво збільшити значення критичної концентрації, а отже – і гранично можливого наповнення, що є доцільним із економічних міркувань.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ламбурн Р. Лакокрасочные покрытия: теория и практика / Р. Ламбурн. — СПб. : Химия, 1991. — 512 с.
2. Werner R. Effect of extenders with narrow and broad particle size distributions on the properties of coatings / R. Werner // Journal of coatings technology. — 1998. — Vol. 72, Is. 903. — P. 71—76.
3. Свідерський В. А. Визначення ступеня контакту між плівкоутворювачем та наповнювачем в композиційних матеріалах методом хроматографії / В. А. Свідерський, О. В. Миронюк // Вісник НТУ "ХПІ" : зб. наук. пр.— Х. : НТУ "ХПІ". — 2008. — № 39. — С. 9—18. — (Серія "Хімія, хімічна технологія та екологія").
4. Свідерський В. А. Особливості визначення критичної об'ємної концентрації наповнювача в складі лакофарбових матеріалів / В. А. Свідерський, О. В. Миронюк // Строительные материалы, № 2 (49), 2008. — С. 22—25.
5. Казакова Е. Е. Водно-дисперсионные акриловые лакокрасочные материалы строительного назначения / Е. Е. Казакова, О. Н. Скороходова. — М. : Изд-во ООО "Пэйнт-Медиа", 2003. — 136 с.
6. Караваєв Т. А. Визначення критичної об'ємної концентрації наповнювача у водно-дисперсійних фарбах / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерський // Вісн. Черкас. держ. технол. ун-ту.— 2013. — № 4. — С. 141—149. — (Серія "Технічні науки").
7. ГОСТ 28575–90. Защита от коррозии в строительстве. Конструкции бетонные и железобетонные. Испытание паропроницаемости защитных покрытий. — Введ. 1991—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1991. — 12 с.
8. ГОСТ 21513–76. Материалы лакокрасочные. Методы определения воды и влагопоглощения лакокрасочной пленкой. — Введ. 1977—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1976. — 9 с.
9. ГОСТ 4765–73. Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе. — Введ. 1974—07—01. — М. : Изд-во стандартов, 1974. — 6 с.
10. ГОСТ 6806–73. Материалы лакокрасочные. Метод определения эластичности пленки при изгибе. — Введ. 1974—07—01. — М. : Изд-во стандартов, 1974. — 7 с.
11. ГОСТ 15240–78. Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии. — Введ. 1979—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1979. — 11 с.

Стаття надійшла до редакції 24.02.2014.

*Domnichenko R. Operational properties of epoxy-acrylic water dispersion coatings.*

**Background.** In this paper the connection between the composition, structure and operational properties of paint coatings based on water dispersions of polymers is

considered. The structure of paint coatings is determined by the nature and the grade of interaction between the film forming polymer agent and the value of filler volume concentration.

**Material and methods.** As the film forming agent the epoxy-acrylic polymer water dispersion was used, the fillers were native silicate and carbonate materials. The goal of this work is the determination of interaction character in epoxy-acrylic polymer – filler system, formation of critical concentration value of the filler and influence of it on the operational properties of coatings.

**Results.** It was determined that the surface activeness of kaolin materials is higher than in case of carbonates. It was demonstrated that the increase of adsorption ability of filler surface leads to the increase of mechanical strength of coatings together with decrease of elasticity and adhesion properties. The value of critical concentration is determined by two main parameters: particle packing density of filler and surface activeness of it. Increase of the first parameter lets to increase the value of the critical filler concentration, and the second is characterized with reverse effect.

**Conclusion.** The control of operational properties of coatings can be made as by the selection of filler type, as well as the variation of their concentration. It was stated that the fillers with low surface activity lets to essentially increase the value of critical concentration and thereby, the limit filling value, this is economically expedient solution.

*Keywords:* water dispersion coating, operational properties, filler, film forming polymer, epoxy-acrylic polymer.

#### REFERENCES

1. *Lamburn R.* Lakokrasochnye pokrytija: teorija i praktika / R. Lamburn. — SPb. : Himija, 1991. — 512 s.
2. *Werner R.* Effect of extenders with narrow and broad particle size distributions on the properties of coatings / R. Werner // Journal of coatings technology. — 1998. — Vol. 72, Is. 903. — P. 71—76.
3. *Sviders'kyj V. A.* Vyznachennja stupenja kontaktu mizh plivkoutvorjuvachem ta napovnjuvachem v kompozycijnyh materialah metodom hromatografii / V. A. Sviders'kyj, O. V. Myronjuk // Visnyk NTU "HPI" : zb. nauk. pr.— H. : NTU "HPI". — 2008. — № 39. — S. 9—18. — (Serija "Himija, himichna tehnologija ta ekologija").
4. *Sviders'kyj V. A.* Osoblyvosti vyznachennja krytychnoi' ob'jemnoi' koncentracii' napovnjuvacha v skladi lakofarbovyh materialiv / V. A. Sviders'kyj, O. V. Myronjuk // Stroitel'nye materialy, № 2 (49), 2008. — S. 22—25.
5. *Kazakova E. E.* Vodno-dispersionnye akrilovye lakokrasochnye materialy stroitel'nogo naznachenija / E. E. Kazakova, O. N. Skorohodova. — M. : Izd-vo OOO "Pjejt-Media", 2003. — 136 s.
6. *Karavajev T. A.* Vyznachennja krytychnoi' ob'jemnoi' koncentracii' napovnjuvacha u vodno-dyspersijnyh farbah / T. A. Karavajev, V. A. Sviders'kyj // Visn. Cherkas. derzh. tehnol. un-tu.— 2013. — № 4. — S. 141—149. — (Serija "Tehnichni nauky").
7. GOST 28575–90. Zashhita ot korrozii v stroitel'stve. Konstrukcii betonnye i zhelezobetonnye. Ispytanie paropronicaemosti zashhitnyh pokrytij. — Vved. 1991—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1991. — 12 s.
8. GOST 21513–76. Materialy lakokrasochnye. Metody opredelenija vodo- i vlagopogloshhenija lakokrasochnoj plenki. — Vved. 1977—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1976. — 9 s.
9. GOST 4765–73. Materialy lakokrasochnye. Metod opredelenija prochnosti pri udare. — Vved. 1974—07—01. — M. : Izd-vo standartov, 1974. — 6 s.
10. GOST 6806–73. Materialy lakokrasochnye. Metod opredelenija jelastichnosti plenki pri izgibe. — Vved. 1974—07—01. — M. : Izd-vo standartov, 1974. — 7 s.
11. GOST 15240–78. Materialy lakokrasochnye. Metody opredelenija adgezii. — Vved. 1979—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1979. — 11 s.