



Караваяєв Т.А.



Свідерський В.А.

**Караваяєв Т.А., канд.техн.наук, доцент кафедри товарознавства та експертизи непродовольчих товарів, Київський національний торговельно-економічний університет (КНТЕУ), Свідерський В.А., доктор техн.наук, професор, завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ**

## ВОДНО-ДИСПЕРСІЙНІ ФАРБИ З ПІДВИЩЕНОЮ ПОКРИВНІСТЮ І БІЛИЗНОЮ НА ОСНОВІ ВІТЧИЗНЯНИХ МІНЕРАЛЬНИХ НАПОВНЮВАЧІВ

Розроблено високонаповнені економні у використанні водно-дисперсійні фарби, особливістю яких є знижений вміст водної дисперсії стирол-акрилового плівкоутворювача, підвищений вміст мінеральних наповнювачів у вигляді суміші карбонатів з різним середнім розміром частинок і каоліну збагаченого, а також пігменту ультрамарину синього. Отримані покриття мають підвищену покривність і білизну при зниженому вмісті двоокису титану. Фарби призначені для декоративного оздоблення поверхонь з мінеральних матеріалів всередині приміщень з низьким експлуатаційним навантаженням.

**Постановка проблеми та її зв'язок з найважливішими науковими і практичними завданнями.** Екологічні аспекти виробництва і використання лакофарбових матеріалів (ЛФМ) набувають першочергового значення. Зважаючи на встановлення та постійне підвищення жорстких екологічних вимог до лакофарбових матеріалів у світі, які затверджуються відповідними законодавчими актами (у країнах ЄС – «Директива щодо викидів органічних розчинників» № 1999/13/ЄС та «Директива про матеріали для декоративних та автомобільних покриттів» № 2004/42/ЄС), вміст органічних розчинників у лакофарбових матеріалах повинен бути зниженим у 2–13 разів (залежно від виду та сфери застосування), що змушує виробників у першу чергу переходити на випуск водно-дисперсійних ЛФМ, змінюючи тим самим структуру виробництва і продажу. Так, частка водно-дисперсійних фарб у структурі виробництва ЛФМ в Україні зросла з 23% у 2004 р. до більш ніж 50% у 2013 р., а у структурі продажу – з 27% до майже 50%.

Лакофарбова галузь України є порівняно молодю і сучасною з огляду на те, що виробництво здійснюється на нових підприємствах, які сформувалися за часів незалежної України, оскільки практично не залишилося підприємств, побудованих ще при СРСР. За даними Асоціації українських виробників лакофарбової продукції (АУВЛП) (Ukrainian Paint and Coatings Association) (UP&CA) у 2012 р. виробництво ЛФМ в Україні здійснювалося на більш ніж 130 підприємствах, при цьому частка 15 найбільших виробників склала більше 75% загального обсягу виробленої продукції [1, 2].

Можна із впевненістю стверджувати, що за водно-дисперсійними фарбами майбутнє декоративних ЛФМ, які використовуються у будівництві та побуті для захисту та декоративного оздоблення різних матеріалів і поверхонь всередині і зовні приміщень.

Виробництво в Україні сучасних ЛФМ потребує розроблення наукової концепції формування якості водно-дисперсійних фарб різного цільового призначення з вітчизняної

сировини, покриття на основі яких будуть володіти необхідними споживними властивостями. Виробництво водно-дисперсійних фарб на вітчизняних підприємствах дозволить розширити їх асортимент, завантажити потужності виробників сировини і ЛФМ, що сприятиме економічному зростанню у відповідних галузях та створить передумови для захисту та оздоблення різних матеріалів.

Значна роль у формуванні якості водно-дисперсійних фарб відводиться мінеральним наповнювачам, до яких відносяться білі або слабо забарвлені високодисперсні природні або синтетичні речовини, що відрізняються від пігментів більш низьким показником заломлення світла (1,45–1,75). Вони можуть частково замінювати високо вартісні білі пігменти (зокрема двоокис титану) та покращувати властивості фарб і покриттів; часто виконують специфічні функції (змінюють реологічні властивості фарб, виступають як армуючі елементи у покриттях тощо), тому іноді їх називають функціональними пігментами.

Переважає більшість ЛФМ, які на даний час виготовляються в Україні, це так звана продукція «зроби сам» призначена для широкого кола пересічних споживачів. Внаслідок зниження реальних доходів населення України, яке спостерігається останні роки, на ринку існує стійкий попит на економні у використанні водно-дисперсійні фарби. Нами розроблені такі фарби для задоволення потреб споживачів у цьому сегменті.

Дана стаття продовжує цикл публікацій, присвячених розробці водно-дисперсійних фарб з вітчизняними мінеральними наповнювачами та оцінці властивостей покриттів на їх основі [3–7].

**Метою статті** є розроблення економних водно-дисперсійних фарб на основі вітчизняних мінеральних наповнювачів з підвищеною покривністю і білизною для внутрішніх поверхонь зі зниженим експлуатаційним навантаженням.

**Основними завданнями статті є:**

- розробити склад економних водно-дисперсійних фарб на основі вітчизняних мінеральних наповнювачів зі зниженим вмістом плівкоутворювача і двоокису титану;
- дослідити експлуатаційні властивості отриманих покриттів із розроблених водно-дисперсійних фарб на мінеральних поверхнях.

**Об'єкти, матеріали і методи дослідження.** Склад водно-дисперсійних фарб розробляли з використанням вітчизняних карбонатів і каолінів як мінеральних наповнювачів. Результати проведених раніше досліджень показали [8–12], що найбільш перспективними для застосування у складі водно-полімерних систем серед карбонатних наповнювачів є тонкодисперсні крейди осадового походження марки ММС-1 виробництва ПрАТ «Новгород-Сіверський завод будівельних матеріалів» (далі ММС-1); марки ММС-2 виробництва ПрАТ «Слов'янський крейдо-вапняний завод» (далі ММС-2), карбонатний наповнювач для норпластів виробництва ТОВ «Слов'янська індустріальна спілка «Сода» (далі КНН). Серед алюмосилікатних наповнювачів найбільш перспективними є збагачені каоліни просянівського родовища марок КС-1, КНФ-86 та КВФ-90 виробництва ТОВ «Проско Ресурси».

Стирол-акрилову латексну дисперсію аніонного типу марки Usar DL 450 виробництва Dow Chemical використано як плівкоутворювач водно-дисперсійних фарб. Дисперсія має високу пігментну ємність, призначена для використання в еластомерних покриттях, що можуть експлуатуватися всередині і зовні приміщень завдяки чому є економічною і практично універсальною.

Покращення плівкоутворення досягалося введенням коалесцента (дипропілен-гліколевий моно n-бутиловий ефір Dowanol DPnB), який відноситься до гідрофобних коалесцентів зі здатністю до зниження поверхневого натягу. Вміст коалесцента у всіх водно-дисперсійних фарбах становив 4 мас.% по відношенню до дисперсії.

Диспергування наповнювачів у середовищі плівкоутворювача здійснювалося з використанням натрієвої солі поліакрилової кислоти (Axilat 325) у кількості 0,20–0,25 мас.%. Гідроксиетилцелюлозу Cellosize QP 30000H у кількості 0,25–0,40 мас.% використовували як загусник фарб залежно від виду наповнювачів, їх співвідношення та ОКП фарби. Вміст сухих речовин в отриманих фарбах складав 55–58 мас.%.

Дослідження властивостей розроблених водно-дисперсійних фарб і отриманих покриттів проводили згідно з українськими, міждержавними і міжнародними стандартами. Ступінь перетиру фарб визначали згідно з ISO 1524:2013; динамічну в'язкість – на вискозиметрі Брукфільда моделі DV-E при температурі  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ; масову частку нелетких речовин – згідно з ISO 3251:2008.

Час і ступінь висихання покриття визначали згідно з ГОСТ 19007; покривність фарб – інструментальним методом згідно з ГОСТ 8784; адгезію до мінеральних поверхонь – методом решіткових надрізів згідно з ISO 2409:2007; блиск – згідно з ISO 2813:1994.

Білизну покриттів визначали за формулою Бергера, індекс жовтизни згідно з ASTM E313 на спектрофотометрі Techkon SP 820λ фірми Fisher Bioblock Scientific. Визначення здійснювалося при стандартному джерелі освітлення D65 (денне світло, кольорова температура 6504K), кут спостереження –  $10^\circ$ . Точність вимірювання становить 0,01.

Білизна та жовтизна покриттів розраховувалася приладом виходячи із тристимульних координат кольору

X, Y, Z. Білизна розраховувалася за формулою Бергера, яка має такий вигляд (для D65,  $10^\circ$ ):

$$W_b = Y + 3,452 \cdot Z - 3,908 \cdot X$$

де  $W_b$  – білизна за Бергером;

X, Y, Z – тристимульні координати кольору, виміряні приладом;

3,452 та 3,908 – коефіцієнти для джерела освітлення D65 та кута спостереження  $10^\circ$ .

Індекс жовтизни покриттів розраховувався відповідно до стандарту ASTM E313 за формулою:

$$YI = 100(C_x X - C_z Z) / Y$$

де YI – індекс жовтизни за ASTM E313;

X, Y, Z – тристимульні координати кольору, виміряні приладом;

$C_x$ ,  $C_z$  – коефіцієнти, значення яких для джерела освітлення D65 та кута спостереження  $10^\circ$  становить 1,3013 та 1,1498 відповідно.

Вимірювання білизни і жовтизни здійснювалося паралельно на 2 пластинах, фарбованих одним складом водно-дисперсійної фарби, таким чином, що покриття утворювало непрозорий (покривний) шар. За кінцевий результат приймали середнє арифметичне 10-и точкових вимірювань (по 5 на кожній пластині), яке округлювали до 0,1 од.

**Виклад основного матеріалу дослідження з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.**

Розроблені водно-дисперсійні фарби призначені для отримання декоративних покриттів на поверхні мінеральних матеріалів (цегла, бетон, цементно-піщана шукатурка, гіпсокартонні та фіброцементні плити тощо) на стінах і стелях всередині приміщень з низьким функціональним навантаженням. Покриття мають високу покривність, білизну, стійкі до сухого чищення та легкого волого прибирання.

Особливістю розроблених водно-дисперсійних фарб є знижений вміст плівкоутворювача (3–5 мас.%) у вигляді водної дисперсії стирол-акрилового співполімеру, підвищений вміст мінеральних наповнювачів у вигляді суміші карбонатів з різним середнім розміром частинок і каоліну збагаченого, а також пігменту ультрамарину синього.

Важливим параметром, який характеризує рецептуру фарби й отриманого покриття є об'ємна концентрація пігментів/наповнювачів (ОКП). Чим вище значення ОКП, тим менше плівкоутворювача і більше наповнювачів містить фарба. Критична об'ємна концентрація пігментів/наповнювачів (КОКП) досягається, коли плівкоутворювач у покритті ще повністю змочує частинки наповнювачів і заповнює всі проміжки між ними, що забезпечує отримання гладкого рівного покриття. При перевищенні КОКП окремі властивості покриттів погіршуються: знижується міцність на розрив, відносне видовження півки при розтягуванні, знижується стійкість до вологого стирання тощо. У той же час деякі властивості покриттів покращуються: підвищується покривність, білизна, паропроникність, знижується жовтизна.

Враховуючи зазначене, склад фарб розроблявся з ОКП 89–93 об.%, що перевищує критичну. Це сприяє утворенню значної кількості повітряних пор і порожнин, що зумовлює підвищення покривності та білизни покриттів і дозволяє знизити вміст двоокису титану (до 3–5 мас.%).

Для прикладу розроблено 5 рецептур водно-дисперсійних фарб, склад яких за основними компонентами наведено в табл. 1.

Таблиця 1.

**Склад водно-дисперсійних фарб для внутрішніх робіт з підвищеною покривністю і білізною**

Компонент	Вміст компонента залежно від складу фарби, мас.%				
	1	2	3	4	5
Плівкоутворювач Ucar DL 450	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0
Наповнювач КНН	–	33,2	–	32,3	30,6
Крейда ММС-2	34,0	–	31,5	–	–
Крейда ММС-1	6,0	5,9	5,6	5,7	5,4
Каолін КС-1	8,0	8,0	10,0	10,0	12,0
Двоокис титану Crimea TiO <sub>2</sub> -230	3,0	4,0	5,0	4,0	5,0
Ультрамарин синій	0,077	0,071	0,071	0,072	0,073
Піногасник	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Консервант тарний	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Вода	решта	решта	решта	решта	решта
Всього	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

У водно-дисперсійних фарбах використовувалася суміш карбонатних наповнювачів з різним середнім розміром частинок для отримання щільної упаковки, більш рівномірного і гладкого покриття.

Для підвищення білізни і зниження жовтизни до складу фарб додавали пігмент ультрамарин синій у кількості 0,15–0,16% від маси напов-

Таблиця 2.

**Експлуатаційні властивості покриттів з водно-дисперсійних фарб**

Показник	Значення показника для покриття залежно від складу фарби				
	1	2	3	4	5
Покривність, г/м <sup>2</sup>	130-140	120-130	110-120	120-130	110-120
Білізна за Бергером, од.	66,7	69,2	72,4	68,7	72,0
Індекс жовтизни за ASTM E313	7,8	7,0	6,7	6,9	6,8
Блиск під кутом 85°, од.	6,5	7,0	7,6	7,4	7,8
Адгезія до мінеральних поверхонь, бал	1				

нювачів, що дозволило підвищити на 7–10 одиниць білізну покриттів за Бергером та знизити індекс жовтизни (порівняно з покриттями без ультрамарину).

Основні показники якості та властивості розроблених водно-дисперсійних фарб: ступінь перетиру становить 60±10 мкм; в'язкість за Брукфільдом при 20 об/хв. – 6,0...8,0 Па\*с; час висихання до ступеня 3 при 20°C – 30...40 хв.; вміст сухих речовин – 55,0...58,0 мас.%.  
Експлуатаційні властивості покриттів, отриманих із розроблених водно-дисперсійних фарб наведені в табл. 2.

Представлені водно-дисперсійні фарби дозволяють отримати гладкі однорідні покриття без дефектів і включень. Відмінною особливістю є висока покривність (110–140 г/м<sup>2</sup>) та білізна за Бергером (66,7–72,4 од.) при зниженому вмісті двоокису титану. Висока адгезія покриттів (1 бал) дозволяє використовувати їх на різних мінеральних поверхнях всередині приміщення. Фарби утворюють покриття з рівнем блиску від 6,3 до 7,8 од (під кутом 85°), які відносяться до матових за класифікацією згідно з ДСТУ EN 13300:2012.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Розроблені водно-дисперсійні фарби мають низьку собівартість за рахунок зниження вмісту плівкоутворювача і двоокису титану (до 3–5 мас.%) та наповнення карбонатами і каолінами українського походження, завдяки чому є економічними у використанні. Фарби призначені для отримання покриттів на стінах і стелях всередині приміщень з низьким функціональним навантаженням. Використання наповнювачів вітчизняного виробництва знижує собівартість водно-дисперсійних фарб, що дозволяє оптимізувати їх склад, розширити спектр лакофарбових товарів і можливість їх вибору споживачами.

Виробництво водно-дисперсійних фарб на українських підприємствах з використанням вітчизняних мінеральних наповнювачів дозволить розширити їх асортимент ЛФМ, завантажити потужності виробників сировини і ЛФМ, що сприятиме економічному зростанню у відповідних галузях.

Виробництво водно-дисперсійних фарб на українських підприємствах з використанням вітчизняних мінеральних наповнювачів дозволить розширити їх асортимент ЛФМ, завантажити потужності виробників сировини і ЛФМ, що сприятиме економічному зростанню у відповідних галузях.

**Література:**

1. Karavayev T. Solventbased paints still dominate (An overview of the Ukrainian paint and coatings market) // European Coatings Journal. – 2012. – V11. – P. 18–19.
2. Караваєв Т. Ринок лакофарбових матеріалів в Україні: стан, проблеми, перспективи / Т. Караваєв // Покраска профессиональная. – 2012. – №6. – С. 34–36.
3. Караваєв Т. Естетичні властивості покриттів з водно-дисперсійних фарб / Т. Караваєв, В. Свідерський // Товари і ринки. – 2012. – №2. – С.180–190.
4. Караваєв Т.А. Визначення критичної об'ємної концентрації наповнювача у водно-дисперсійних фарбах / Т.А. Караваєв, В.А. Свідерський // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: технічні науки. – 2013. – №4. – С.141–149.
5. Караваєв Т. Міцність плівок з водно-дисперсійних фарб, наповнених карбонатами і каолінами / Т. Караваєв, В. Свідерський // Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». – 2013. – №2. – С. 139–148.
6. Караваєв Т. Математичне моделювання складу водно-дисперсійних фарб та властивостей покриттів / Т. Караваєв // Міжнар. наук.-практ. журн. «Товари і ринки». – 2014. – №1. – С.98–109.

7. Караваєв Т.А. Гідрофобність покриттів з водно-дисперсійних фарб та способи її підвищення / Т.А. Караваєв // Вісник Черкаського державного технологічного університету. Серія: технічні науки. – 2014. – №2.
8. Свідерський В. А. Дисперсність та структура карбонатних наповнювачів для водно-дисперсійних фарб / В. А. Свідерський, Т. А. Караваєв // Вісн. Черкаського держ. технол. ун-ту. – 2012. – № 2. – С. 102–108. – (Серія: «Технічні науки»).
9. Караваєв Т. А. Особливості хімічного складу та структури вітчизняних і закордонних карбонатних наповнювачів / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерський // Вісн. нац. техн. ун-ту «ХПІ»: зб. наук. пр. – 2012. – № 32. – С. 116–124. – (Серія: «Хімія. Хімічні технології та екологія»).
10. Караваєв Т. А. Властивості поверхні карбонатних наповнювачів / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерській, І. В. Земляной // Вісн. Черкаського держ. технол. ун-ту. – 2012. – № 4. – С. 95–100. – (Серія: Технічні науки).
11. Караваєв Т. А. Дисперсність і структура каолінів українських родовищ / Т. А. Караваєв, В. А. Свідерський // Керамика: наука і життя. – 2012. – № 1–2 (15–16). – С. 4–10.
12. Sviderskiy V., Karavayev T. Composition and Physical-Chemical Properties of Ukrainian Kaolins Surface // Chemistry and Chemical Technology. – 2013. – Vol. 7, N 2. – P. 197–203.