

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

Кафедра теоретичної та прикладної хімії

«До захисту допущено»

В. о. завідувача кафедри
Людмила ПОНОМАРЬОВА
_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 102 «Хімія»,
освітньо-професійної програми «Прикладна хімія»,
на тему: «Методи часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах»

Здобувача групи ПХ-01 Панченка Романа Андрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Роман ПАНЧЕНКО

(підпис)

Керівник Ст. викладач кафедри ТПХ, доц., к.пед.н., Диченко Т.В. _____
(підпис)

Суми – 2024

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
 Кафедра теоретичної та прикладної хімії
 Спеціальність 102 «Хімія»
 Освітня програма «Прикладна хімія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
 Зав. кафедрою Пономарьова Л. М.
 «___» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Панченко Р. А. Група ПХ-0

1. Тема випускної роботи

«Методи часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах»

2. Вихідні дані

Для дослідження було обрано 3 різні інтер'єрні фарби:

фарба економ сегмента, фарба сегмента стандарт, фарба еліт сегмента.

Для часткової заміни титан (IV) оксиду ми обрали: каолін, натрій алюмосилікат, мікронізований магній/кальцій карбонат, полімерна дисперсія.

3. Етапи виконання випускної роботи

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Виконання хімічного експерименту				+		
4	Обговорення результатів аналізу					+	
5	Оформлення роботи						+

Дата видачі завдання _____ 20__ р.

Науковий керівник _____
 (підпис) (посада, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається зі вступу, 3 розділів і загальних висновків. Загальний обсяг роботи 56 сторінок, зокрема 16 таблиць, 4 формули, 18 літературних джерел.

Предметом бакалаврської кваліфікаційної роботи є методи часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах.

Робота складається з трьох частин:

1. Загальна характеристика лакофарбових матеріалів;
2. Характеристика об'єктів та методів дослідження;
3. Дослідження методів часткової заміни титан (IV) оксиду.

Об'єкт дослідження лакофарбові матеріали, що містять титан (IV) оксид.

Головною метою цієї кваліфікаційної роботи є дослідження можливості часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах.

У роботі виконано дослідження покривності одержаних лакофарбових матеріалів, які показали, що часткова заміна титан (IV) оксиду можлива тільки в продуктах із вмістом пігменту понад 10%.

Ключові слова: лакофарбові матеріали, водно-дисперсні лакофарбові матеріали, титан (IV) оксид, замітники титан (IV) оксиду, пігменти.

ABSTRACT

Bachelor's degree qualifying work consists of entry, 3 sections and general conclusions. The complete volume of work 56 p., including 16 tabl., 4 formuls, 18 literary sources.

The purpose of bachelor's degree qualifying work is methods of partial replacement of titanium (IV) oxide in paints and varnishes.

Work consists of three parts:

1. General characteristics of paints and varnishes;
2. Characteristics of objects and methods of research;
3. Research of methods of partial replacement of titanium (IV) oxide.

A research object is paints and varnishes containing titanium (IV) oxide.

The primary objective of this qualifying work is study of the possibility of partial replacement of titanium (IV) oxide in paints and varnishes.

In this work is executed studies of the coverage of the obtained paints and varnishes, which showed that partial replacement of titanium (IV) oxide is possible only in products with a pigment content of more than 10%.

Keywords: paints and varnishes, water-dispersed paints and varnishes, titanium (IV) oxide, titanium (IV) oxide substitutes, pigments.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРЕКТЕРИСТИКА ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ	8
1.1. Склад лакофарбових матеріалів	8
1.1.1. Водно-дисперсні лакофарбові матеріали	14
1.1.2. Способи заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах	20
1.2. Фізико-хімічні властивості лакофарбових матеріалів і покриттів	25
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	27
2.1. Матеріали для дослідження, їх фізико-хімічні властивості	27
2.1.1. Фізико-хімічні властивості титан (IV) оксиду	27
2.1.2. Характеристика замінників титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах	28
2.1.2.1. Каолін	28
2.1.2.2. Алюмосилікат натрію	29
2.1.2.3. Карбонат магнію, кальцію	30
2.1.2.4. Полімер AQACell HIDE 6299	31
2.1.2.5. Багатофункціональна добавка AMP-90	32
2.2. Методи і методики досліджень	35
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЧАСТКОВОЇ ЗАМІНИ ТИТАН (IV) ОКСИДУ	40
3.1. Одержання лакофарбових матеріалів за новою рецептурою	40
3.2. Дослідження властивостей одержаних лакофарбових матеріалів	48
ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54

ВСТУП

Актуальність теми

Підвищені вимоги до охорони навколишнього середовища обумовили необхідність пошуку нових рецептур лакофарбових матеріалів: більш економічних і менш шкідливих для навколишнього середовища. Лакофарбові матеріали на водній основі більш екологічні.

Одним із складових лакофарбових матеріалів є білий пігмент титан (IV) оксид. У світі 70% обсягу виробництва пігментів - це видобування титан (IV) оксиду.

Крім лакофарбових матеріалів титан (IV) оксид застосовується для забезпечення білизни та непрозорості в таких продуктах, як пластмаси, папір, харчові продукти і зубні пасти. Оскільки потреби у ньому постійно збільшуються, перед науковцями постає завдання знайти методи часткової заміни титан (IV) оксиду у складі лакофарбових матеріалів, зокрема, на водній основі.

Актуальність нашої роботи полягає у дослідженні способів часткової заміни титан (IV) оксиду у складі лакофарбових матеріалів на альтернативні наповнювачі, такі як: кальцій карбонат, кремній діоксид, алюміній оксид та інші складники. Вони відзначаються більш доступною вартістю, що робить їх привабливими альтернативами [1].

Мета роботи полягає в дослідженні можливості часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах.

Завдання:

1. Проаналізувати літературні джерела за даною тематикою.
2. Підібрати об'єкти дослідження та методики.
3. Користуючись стандартами, отримати фарби з частковою заміною титан (IV) оксиду.

4. Дослідити покривність одержаних лакофарбових матеріалів з частковою заміною титан (IV) оксиду.

Об'єкт дослідження – лакофарбові матеріали, що містять титан (IV) оксид.

Предмет дослідження – методи часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що досліджено можливість часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах. Досліджено властивості лакофарбових матеріалів за новими рецептурами.

Структура і обсяг роботи. Дипломна кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (18 найменувань). Загальний обсяг дипломної кваліфікаційної роботи – 56 сторінок комп'ютерного тексту, містить 16 таблиць і 4 формули.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРЕКТЕРИСТИКА ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

1.1. Склад лакофарбових матеріалів

Лакофарбовий матеріал – це продукт у формі рідини, пасти чи порошку, який утворює захисну, декоративну плівку при нанесенні на поверхню, яка також може мати інші спеціальні властивості [2].

Для приготування лакофарбових матеріалів використовують наступні основні компоненти: плівко твірні (в'язучі) речовини, пігменти, наповнювачі, розчинники, розріджувачі й цільові домішки (адитиви).

Адитиви – це технологічні домішки (сикативи, диспергатори пігментів, емульгатори, піногасники та ін.), що прискорюють диспергування пігментів, твердіння. Вони прискорюють змочування підкладки, усувають поверхневі дефекти лакофарбових матеріалів, покращують зберігання фарб.

Плівко твірні (плівкоутворювачі, в'язучі речовини) забезпечують зчеплення між собою частинок пігменту, наповнювача та створення захисної декоративної плівки з високими адгезійними властивостями до обробленої поверхні. Від якості плівко твірної речовини залежать технологічні,

експлуатаційні властивості лакофарбового покриття, а також його довговічність.

У якості плівко твірних речовини, використовують природні високомолекулярні або синтетичні речовини. Плівко твірні речовини розрізняють за хімічною природою, молекулярною масою, способом одержання, здатністю до хімічних перетворень при формуванні покрить.

Найчастіше плівко твірні речовини класифікують за способом їх одержання, а саме:

- поліконденсаційні смоли (алкідні, феноло-, меламіно- і карбамідоформальдегідні, епоксидні, поліуретанові, кремнійорганічні і ін.);
- полімеризаційні смоли (на основі хлористого вінілу, його співполімерів з вінілацетатом, акрилатів і метакрилатів і ін.);
- природні смоли (каніфоль, асфальти, бітуми, пеки, щеллак, копали і ін.);
- ефіри целюлози (нітрат, ацетат і ацетобуритат целюлози, етилцелюлоза);
- рослинні масла (висихаючі – лляне і ін., напіввисихаючі – соняшникове і ін., невисихаючі – касторове і ін.);
- талове масло;
- жирні кислоти рослинного і талового масел;
- синтетичні жирні кислотні (в основному фракції C₁₀-C₁₆) [3].

Адгезія(рівень прилипання)- основна характеристика плівки, яка набуває захисних властивостей при утворенні, сприяє процес висихання. Плівкою можуть бути напівфабрикатні лаки, синтетичні смоли й деякі інші плівкоутворювальні речовини. У функціональних обов'язках зв'язки – визначення ступеня глянцевої й твердості покриття, часу висихання,

адгезії, стійкості до впливів різного характеру, а також експлуатаційного періоду. Вона – найважливіша частина фарби.

Розчинники – це рідини, які використовують для розчинення плівкоутворювальних речовин, а також для розведення лакофарбових матеріалів до робочої в'язкості перед нанесенням на поверхню.

Більшість полімерних покриттів наносяться із розчинів. Важливим аспектом для полімерів є набування і розчинність у розчинниках.

Вода і легкі органічні речовини, які під час висихання випаровуються можуть бути розчинниками.

Вибір цього основного компонента базується за типом зв'язки. Його хімічна природа схожа до сполучної речовини, яку він здатний розчиняти або розбавляти. Для алкідних матеріалів краще брати уайт-спірит, епоксидних – 646, нітроемалей – 647, акрилових – бутил- і етилацетати, водно-дисперсійних – воду.

Придатність того чи іншого розчинника оцінюється за властивостями розчину і полімерних покриттів, які отримують із цього розчину.

Розчинники повинні мати добру розчинюючу здатність, оптимальну температуру кипіння, мінімальну токсичність. Часто один розчинник не може задовольняти всіх вимог, що пред'являються до нього, тому на практиці використовують емпірично підібрані суміші. У суміш розчинників, як правило, входять *розбавлювачі* (розріджувачі) - розчинники, які не розчиняють дану плівкоутворюючу речовину, але сприяють її розчиненню і знижують в'язкість розчину.

Розчинники повинні володіти хорошою розчинюючою здатністю, тобто утворювати з полімером однофазну систему.

. Для підвищення стійкості до світла, теплоти чи холоду, для надання покриттям необхідної еластичності використовують органічні продукти, які називаються пластифікаторами

Пластифікатори допомагають отримати покриття з показниками високої стійкості до вигинів, ударів тощо за рахунок модифікації в'язкості системи, зниження гнучкості макромолекул полімерів і рухливості структурних елементів.

Пластифікація може протікати по молекулярному і структурному механізмах.

Пластифікатори повинні суміщатися з полімером, бути хімічно стабільними, мати низьку леткість. До найбільш поширених пластифікаторів відносяться:

а) касторове масло;

б) ефіри кислот – фталати /дибутилфталат, диоктилфталати), фосфати – (трикрезолфосфат, трифенілфосфат і ін.).

в) совол;

г) кастероль;

д) олеїнова і стеаринова кислоти.

Пігментами називають тонкодисперсні порошки, які не розчинні у в'язучій речовині й розчиннику, здатні брати участь в утворенні непрозорого покриття, надавати йому не тільки різних кольорів і відтінків, але й підвищувати міцність та довговічність.

Для отримання заряджених полімерних покриттів в лакофарбові матеріали вводять органічні або неорганічні пігменти. У кольорових покриттях пігмент, крім кольору, забезпечує твердість, атмосферостійкість, стійкість до корозії, зменшує набухання плівки у воді, відбиває або поглинає світло тощо.

Залежно від походження пігменти поділяють на неорганічні (мінеральні) і органічні, а за способом одержання — на природні та штучні.

Неорганічні пігменти, одержувані хімічною обробкою руд, металів і мінералів (синтетичні) і «земні» пігменти (природні) – сурик залізний, вохра. Штучні мінеральні пігменти отримують шляхом термічної або хімічної обробки мінеральної сировини.

Органічні пігменти (барвники) мають високу колірну і покривну здатність, характеризуються яскравим кольором, характеризуються світло- та атмосферостійкістю, але недостатньою лугостійкістю.

За хімічним складом пігменти поділяються на такі класи сполук:

- Елементи – технічний вуглець, металеві пігменти (цинковий пил, алюмінієва пудра);
- Оксиди – діоксид титану, цинкові білила, залізоокисні пігменти, сурик свинцевий та ін. ;
- Солі – карбонати (свинцеві білила), хромати (свинцеві та цинкові крони);

- Сульфіди (ліпотони, пігменти кадмію), фосфати (фосфати кобальту, хрому);
- Комплексні солі (лазур), алюмосилікати (ультрамарин) та ін.

Особливою властивістю пігментів, яка відрізняє їх від барвників є покривність.

Фарбувати поверхню барвниками неможливо, але завдяки пігментам можливо. Ступінь покривності матеріалу може бути різною: якщо він не покрив поверхню з першого разу, значить, нанесено недостатньо пігменту.

При виробництві фарб наповнювачі, в тому числі пігменти, перетирають і подрібнюють у спеціальних диспергаторах за мінімально можливими розмірними параметрами. Висока питома поверхня досягається за рахунок достатнього покриття.

Кількість неорганічних пігментів дуже обмежена, тому більшість пігментів отримують з органічних барвників, які спочатку переводять у нерозчинний стан, а потім подрібнюють до необхідного розміру частинок.

Завдяки використанню органічних пігментів кольорова гама покриттів може бути значно розширена за рахунок червоних, зелених і синіх тонів.

Введення в фарбувальний склад органічних пігментів надає покриттю яскравий, насичений колір.

Дисперсність барвника в деяких кольорах визначає їх відтінок. Наприклад, дрібно помелена цинкова білила дає блакитний відтінок, а сієна підвищує насиченість тону. У нафтових композиціях підвищена дисперсність призводить до зниження показника пластичності. Властивості пігментів оцінюють, виходячи з їх здатності до фарбування, покривної здатності, вмісту олії, хімічної стійкості, атмосферостійкості, стійкості до корозії тощо.

Фарбувальна здатність відноситься до здатності пігментів надавати свій колір при змішуванні з іншими речовинами.

Покривність – це кількість пігменту, необхідна для повного покриття шару контрастного кольору, попередньо нанесеного на поверхню.

Масломісткість – здатність пігменту утримувати певну кількість олії. Ця властивість визначається кількістю масла, яке необхідно додати до пігменту для отримання кольорової пасти.

З метою поліпшення механічних властивостей і корозійної стійкості полімерних покриттів і часткової заміни дорогих і рідкісних пігментів в лакофарбові матеріали вводять наповнювачі. Наповнювачі — це дисперсні тверді природні або штучні неорганічні речовини, які не розчиняються в розчинниках і плівкоутворюючих речовинах. Як наповнювачі використовують природні (крейда, слюда, тальк, каолін) і синтетичні (алюмінію оксид, барію сульфат) сполуки. Вміст наповнювача може становити до 25% від кількості введеного пігменту.

Сикативи (каталізатори) використовують для прискорення процесу твердіння покриттів (масляних лаків і масляних емалей).

Це розчинні у маслі солі деяких важких металів і одноосновних органічних кислот загальної формули $(RCOO)_x Me$, де Me - метал, R - аліфатичний або аліциклічний радикал, x - валентність металу. У сикатив входять Co , Mn , Pb , Ca , Zn , Fe , V і інші метали.

Сикативи класифікують по хімічному складу в залежності від вмісту в них металу або суміші металів (свинцеві, марганцеві, кобальтові, свинцевокобальтові і ін.) або по вмісту в них органічних кислот (нафтенати - солі нафенових кислот; резинати - солі абієтинової кислоти каніфолі і ін.).

Допоміжні матеріали оптимізують виробництво ЛФ, забезпечують необхідну довговічність виробу, ефективність застосування матеріалу, скорочують час сушіння і надають особливих властивостей ЛФ.

До них належать: тверді наповнювачі, диспергатори, антиседиментаційні домішки, загусники, піногасники, консерванти, коалесценти (сприяють плівкоутворенню у водно-дисперсних фарбах) [3].

1.1.1. Водно-дисперсні лакофарбові матеріали

Вапняні, водоемульсійні, цементні, клеєві, силікатні являються водорозчинними фарбами. Суспензії пігментів і наповнювачів у водних дисперсіях плівкоутворюючих речовин типу синтетичних полімерів з добавками емульгаторів, диспергаторів і інших допоміжних речовин називаються емульсійними, латексними або водно-дисперсними.

Приблизно половина маси складу лакофарбових матеріалів складають органічні розчинники, які втрачаються при одержанні покриття. Через пожежо- та вибухонебезпечність більшості розчинників, виникає необхідність наявності потужних вентиляційних систем та установок для очистки газових викидів у навколишнє середовище

Створення водних плівко утворюючих систем – являється одним із способів вирішення проблеми виключення органічних розчинників із рецептур лакофарбових матеріалів

Застосування лакофарбових матеріалів на водній основі дозволяє заощадити на витратах безповоротно втрачених розчинників, на установці вентиляції та виконанні заходів безпеки. Використання таких матеріалів має масу переваг, основні з яких:

1. Можливість фарбування вологих приміщень або фарбування з підвищеною вологістю повітря;
2. Застосування специфічного для водопровідних мереж методу фарбування - електролітичне осадження;
3. Безпека та менш вимогливий процес миття пристрою.

Недоліками водно-лакофарбових матеріалів є:

1. Порівняно високий поверхневий натяг, що потребує спеціальної підготовки оброблюємої поверхні перед фарбуванням, щоб забезпечити рівномірність покриття і хорошу його адгезію

2. Змочування пігментів водою обумовлює утруднене диспергування водної фарби при її одержанні.

3. Більш жорсткий режим сушки покриття на основі плівко утворюючих водних систем розчинного типу у порівнянні з сушкою плівко утворювачів, розчинних в органічних розчинниках.

4. Водні плівко утворюючі системи емульсійного типу порівняно мало стабільні і неморозостійкі, що дає можливість застосовувати їх тільки в теплу пору року.

Однак ці недоліки не знижують цінності водо-емульсійних лакофарбових матеріалів.

Якість водних плівкоутворюючих систем і можливості їх використання у виробництві фарб і лаків визначають такі властивості: стабільність, плівкоутворювальні властивості, поверхневий натяг, реологічні властивості (в'язкість, тиксотропність), вміст нелетких речовин [4].

Стабільність. Під час створення водних картин він використовує ліофобні дисперсії, які прилипають до полімерної фази (дисперсна фаза) і на практиці мають велику спорідненість до води: це не так, воно не розчиняється і не розбухає. Розсіювання не є нестабільним і швидко розсіюється.

Стабілізація водних полімерних емульсій досягається шляхом введення в систему активних речовин натягу.

Глобальна стабільність водної дисперсії полімерів залежить від ступеня насичення граничних водних глобул полімеру молекулами тензіоактивних речовин, які змінюються в процесі отримання латексу за об'єктивною методикою. Водні емульсії, що використовуються у виробництві лакофарбових матеріалів, піддаються сильним механічним впливам, внаслідок чого збільшується кількість контактів частинок дисперсної фази (полімеру). Якщо поверхні цих частинок «захищені» активними молекулами, коагуляція може статися, оскільки частинки прилипають до «нових» зон поверхні.

Встановлено, що один латекс може бути використаний у виробництві фарб, якщо поверхня полімерних гранул насичена понад 60% ПАР.

Ємність для реалізації фільму. Утворення покриттів з водної емульсії відбувається шляхом коагуляції на підкладці. Продукт зазвичай утворюється під час процесу видалення води з тонкого шару осаду.

У першій фазі об'єм полімеру на кушетці був збільшений, а частинки фази диспергувалися конвергентно. Після випаровування більшої частини води утворюється проміжний продукт. У той же час кульки оточені адсорбційними оболонками та інтегровані в структури та компакти.

У другій фазі відбувається стиснення (синергія) проміжного гелю, що супроводжується дегідратацією води та руйнуванням гідратних адсорбційних оболонок тензіоактивних речовин. В результаті кульки деформуються і все ближче наближаються один до одного. Якщо можлива деформація полімерних частинок, межа розділу не може бути повністю зруйнована.

На третій фазі утворення плівки фізичні межі між частинками полімеру повністю пригнічуються. Цей процес неможливий в умовах сегментованої рухливості молекули полімеру. Дифузія сегментованих макромолекул через міжглобулярний простір визначається структурою і температурою обробки. Як правило, полімерні ланцюги стають рухливими при температурі вище температури склування. Крім того, водна полімерна емульсія може розглядатися як плівкоутворююча система, якщо утворення плівки можливе при температурі, близькій або вищій за температуру переходу скла. Якщо ця умова не виконується, необхідно вводити в систему різні добавки (пластифікатори, розчинники, пластифікатори), які сприяють підвищенню рухливості сегмента полімеру.

Поверхневий натяг визначає склад підкладки через дисперсії при нанесенні фарби та частинки пігменту під час диспергування у виробництві фарб, лаків та інших матеріалів. Поверхневий натяг емульсійного полімеру залежить від природи і натягу.

Вміст нелетких речовин. З економічної точки зору транспортування концентрованих емульсій не вигідно. Оскільки емульсії важко перетворити на

фарбувальні матеріали, зазвичай потрібна висока концентрація нелетких речовин. Однак емульсії нестабільні при підвищеній концентрації фазової дисперсії. Зверніть увагу на такі міркування: Емульсії з вмістом нелетких речовин від 30 до 55% зазвичай використовуються в лакофарбовій промисловості.

Вибір складу полімерної частини водної емульсії визначається цільовим призначенням покриттів. Конкретним завданням підготовки рецептури плівкоутворювальної емульсійної системи є вибір інгредієнтів, у яких емульсія має достатню стабільність і хороші технологічні властивості (плівкоутворення, поверхневий натяг тощо).

По типу плівкоутворюючої речовини водоемульсійні фарби діляться на:

- Полівінілацетатні – на основі полівінілацетатної дисперсії;
- Співполімеровінілацетатні – на основі водних дисперсій співполімерів вінілацетату з дибутилмалеїнатом або етиленом;
- Бутадієн-стирольні – на основі латексів типу СКС-65ГП, які представляють собою співполімер бутадієну зі стиролом;
- Акрилатні – на основі співполімерної акрилатної дисперсії;
- Співполімервінілхлоридні – на основі суміші співполімеру вінілхлориду з вініліденхлоридом і бутадієн-стирольного латексу.

За призначенням водоемульсійні фарби поділяються на зовнішні, інтер'єрні та спеціальні.

Сировиною для виробництва лакофарбових матеріалів на водній основі є, крім плівкоутворювачів, пігменти, наповнювачі, вода та функціональні допоміжні речовини - диспергатори, емульгатори, стабілізатори, загусники, піногасники (піногасники), антисептики, інгібітори корозії. і добавки - гідрофобізація, структурування та ін.

До найважливіших плівкоутворюючих речовин у вододисперсійних фарбах відносяться водні дисперсії - полівінілацетат, сополімерацетат, поліакрилат і бутадієн-стирольний латекс.

У виробництві водорозчинних фарб використовуються неорганічні пігменти: TiO_2 , літопон, свинцеві і стронцієві пігменти, ультрамарин, Cr_2O_3 , оксиди заліза і земляні пігменти. Використання не рекомендується. Свинцеві білила через їх токсичність, цинкові білила і коронки, які мають слаболужні властивості і тому не змішуються з водними дисперсіями полімерів, залізна лазурь (Мілори), яка розкладається в лужних розчинах (особливо при фарбуванні фарбами і цементом) виділяє оксид заліза.

Фарби на водній основі, що наносяться безпосередньо на металеві поверхні, містять додані інгібіторні пігменти (хромат стронцію, силікохромат свинцю тощо), які захищають основу від корозії.

З органічних пігментів використовують азокпігменти (пігмент світло-червоний, пігмент червоний, пігмент насичено-помаранчевий та ін.) і фталоціанінові пігменти (пігмент фталоціанін синій, пігмент фталоціанін зелений).

З наповнювачів в основному використовують тальк і барит, рідше крейда і азбест, в особливих випадках як добавку використовують каолін.

Водорозчинні фарби містять приблизно 50% (за масою) води, половина якої входить до складу водної дисперсії плівкоутворюючої речовини, а друга половина використовується для розведення фарби для досягнення її в'язкості (консистенції) до потрібного значення. Тому велика увага приділяється якості води, яка використовується для виробництва фарб. Рекомендується використовувати конденсат, дистильовану воду або деіонізовану (пом'якшену) воду.

Фарби на водній основі містять допоміжні речовини та добавки:

Диспергатори - речовини, які змочують пігменти і наповнювачі, прискорюють їх диспергування (розпилення) в рідкому середовищі та рівномірний розподіл у фарбах. До диспергаторів належать поліфосфати (поліфосфат натрію, триполіфосфат натрію та ін.), лецитин, альгінат натрію, полівініловий спирт.

Захисні колоїди. Диспергатор полівінілового спирту діє як захисний колоїд полівінілацетатних дисперсій і утворює нерозчинний у воді продукт у присутності диметилсечовини або альдегіду та каталізатора, такого як NH_4Cl . Тому полівініловий спирт підвищує водостійкість полівінілацетатних покриттів.

Емульгатори - це речовини, які сприяють утворенню водних дисперсій плівкоутворюючих речовин і надають їм стабільність. Сюди входять солі жирних кислот та інші поверхнево-активні речовини (ПАР).

Допоміжні речовини ОП-7 і ОП-10 є продуктами, створеними обробкою моно- і діалкілфенолів етиленоксидом. На вигляд це рідини від світло-жовтого до світло-коричневого кольору. Вони використовуються як миючі та зволожувальні засоби.

Стабілізатори – ПАР додають до складу водоемульсійних фарб для підвищення стабільності властивостей як в процесі обробки, так і в експлуатації. Одним із найпоширеніших стабілізаторів є лейканол натрію, продукт конденсації нафтилсульфонової кислоти та формальдегіду.

Згущувач. До таких речовин, що підвищують в'язкість фарб, відносяться натрійкарбоксиметилцелюлоза, а також мінеральні добавки – бентоніт, прожарена глина.

Антисептики – це консервуючі добавки, які захищають фарби від руйнування мікроорганізмами, а також роблять покриття стійкими до утворення та впливу грибків. До найбільш ефективних антисептиків належить пентахлорфенолат натрію ($\text{C}_6\text{Cl}_5\text{ONa}\cdot\text{H}_2\text{O}$) – продукт омилення гексахлорбензолу каустичною содою, порошок від бежевого до темно-коричневого кольору.

Піногасники (піногасники) – речовини, що перешкоджають утворенню піни при виробництві та застосуванні водоемульсійних фарб. Найбільш активними піногасниками є поліорганосилоксани типу ГЖК, а також гідрофобні розчинники – уайт-спірит і скипидар.

Структуруючі добавки – це речовини, які надають покриттям на водній основі пластичності, характеристичної в'язкості та тиксотропних властивостей, уповільнюють їх розшарування. До них відносяться аерозоль і бентоніт.

Коалесцирующие добавки – це активні інгредієнти, які покращують коалесценцію (зчеплення) полімерних частинок під час процесу нанесення покриття. До них відносяться реактив ВВ-2, побічний продукт виробництва тетрагідрофурилового спирту, коричнева рідина, повністю розчинна у воді (1:100); Флотагент Т-66 є побічним продуктом виробництва диметиллоксану; Ефіри гліколю – етилцелозольв, метилцелозольв, карбітол.

Інгібітори корозії – це антикорозійні речовини, які захищають металеву основу від основної корозії під час затвердіння фарби та формування покриття. До них відносяться бензоат натрію та ін.

Антифризи - це речовини, які захищають фарбу від замерзання, наприклад діетиленгліколь.

У складі водно-дисперсних фарби міститься 35-40% водної дисперсії плівкоутворюючої речовини, 30-40% пігментів з наповнювачами, 20-25% води та 2,5% допоміжних речовин.

Вміст окремих допоміжних речовин (добавок) у фарбі може бути наступним (у мас. ч.): диспергатори, антисептики, емульгатори - по 0,3-0,5; загущувачі - 0,5-1; коалесцируючі добавки - 0-2,5; протикорозійні речовини - 0-0,2; піногасники - 0,5-1; антиосаджувачі - 0,3; буферні речовини 0-0,1; антифризи–0-3 [4].

1.1.2. Способи заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах

Основними компонентами водно-дисперсних лакофарбових матеріалів є: плівкоутворювачі; пігменти; наповнювачі; функціональні добавки.

Пігменти – речовини, які застосовуються для забезпечення кольору, покривності, стійкості до УФ-випромінення та атмосферостійкості. Титан (IV)

оксид є пігментом з найбільшим застосуванням у водно дисперсних фарбах завдяки високому коефіцієнту заломлення.

Наповнювачі – це неорганічні сполуки, які використовуються для зниження витрат і зміни властивостей ЛФМ. В якості наповнювачів зазвичай використовують природні мінерали: крейда, каолін, слюду, кварц, барит, кальцит, доломіт, тальк і ін. Найчастіше використовують карбонат кальцію. Наповнювачі класифікують за формою частинок (гольчасті, волокнисті, зернисті, шаруваті та пластинчасті), розміром, хімічним складом (карбонати, сульфати, оксиди та силікати), походженням (синтетичні та природні), призначенням тощо. Виявляється, вміст коалесцентів можна зменшити, використовуючи мінеральні наповнювачі. Досліджено, що поверхнево-активні речовини використовують для покращення процесу диспергування наповнювачів, поліпшення змочування, стабілізації пігментної суспензії та послаблення агрегації. Функціональні добавки поділяються на змочувальні та диспергуючі добавки, коалесцируючі добавки, інгібітори корозії, УФ-стабілізатори, консерванти, осушувачі та каталізатори, піногасники, реологічні добавки та ін. Зволожувач також використовується для забезпечення контакту між пігментом або наповнювачем і навколишнім середовищем. як LFM і субстрат, знижуючи поверхневий натяг.

Диспергуючу речовину використовують для полегшення диспергування пігментів і наповнювачів під час виробництва та для стабілізації. Диспергуюча речовина відрізняється від змочувача тим, що вона має набагато вищу молекулярну масу. За зарядом гідрофільної групи змочувачі поділяються на катіонні, амфотерні, аніонні та неіонні. За хімічною структурою їх поділяють на вуглеводні, перфторовані речовини та кремнійорганічні речовини. За механізмом стабілізації диспергатори поділяють на поліаніонні (для підвищення електростатичної стійкості) і полімерні (для стеричної стабілізації). Поліаніонними диспергаторами є поліфосфати (триполіфосфат натрію і гексаметафосфат). Для стеричної стабілізації використовують полікарбоксилати

(сополімери метакрилової кислоти, акрилової кислоти та їх солей), перевагами яких є низька ціна, висока ефективність і спорідненість до плівкоутворювачів.

Коалесценти застосовуються для зниження температур плівкоутворення водних дисперсій. Емульгатори та інші поверхнево-активні речовини також використовуються у вододисперсних фарбах для зниження поверхневого натягу. Це в свою чергу призводить до утворення піни при інтенсивному перемішуванні. Використання ЛКФ з поверхневою піною може призвести до погіршення якості покриття. Піногасники служать для запобігання цьому ефекту, руйнуючи стабілізуючий подвійний шар і поверхневу плівку та дозволяючи повітрю виходити після обробки або змішування. Відзначимо, що найбільш поширеними є піногасники на основі кремнійорганічних і мінеральних масел. Силікатні піногасники мають більшу активність, ніж мінеральні піногасники, але дорожчі. Існує кілька сумісних піногасників для кожної водно-дисперсійної системи, і вибір є експериментальним. Проблема полягає в розмноженні мікроорганізмів у ВДФ, джерелом яких може бути вода, загусники, пігменти або наповнювачі. Забруднення мікроорганізмами призводить до виділення газів, зміни в'язкості, розшарування та утворення запаху та пошкоджує готове покриття. Щоб запобігти цьому, використовують консерванти плівки або консерванти для зберігання. Поширеною сполукою є Kathon CG, який містить 2-метилізотіазолін і 5-хлор-2-метилізотіазолін. Як консерванти плівки використовують карбамати, похідні сечовини, ізотіазоліони та похідні триазину. Покращена атмосферостійкість досягається завдяки використанню УФ-поглиначів і антиоксидантів. Регулюють властивості поверхні за допомогою восків, наповнювачів і матуючих добавок. Водно-дисперсійні фарби характеризуються такими показниками: густиною, зовнішнім виглядом покриття: кольором, блиском, структурою поверхні, зернистістю, плинністю, довговічністю, в'язкістю, часом висихання, складом летючих речовин, адгезією покриття, твердістю плівки. отримана фарба, гнучкість, стійкість плівки до згинання, зчеплення, стійкість до ударів, атмосферостійкість, стійкість до ультрафіолету,

стійкість до стирання, повітропроникність покриття. Також можна виділити параметри, характерні для водно-дисперсійних фарб: рН, поверхневий натяг, колоїдна стабільність, наявність гелевого компонента, мінімальна температура плівкоутворення і температура склування. Покривність характеризується здатністю матеріалу покриття покривати колір поверхні, на яку наноситься покриття. Цей параметр виражається в г/м^2 і відповідає кількості сухої фарби певної товщини, що покриває певну площу опори. Існує також зворотний параметр: покривна здатність, яка виражається в $\text{м}^2/\text{л}$ або $\text{м}^2/\text{кг}$ і відповідає площі, яку можна покрити певною кількістю фарби для створення сухого покриття певної товщини. Відповідно до стандарту ISO 6504 отримане покриття повинно покривати 98% основи, яка має чорні та білі ділянки. Розмір частинок впливає на в'язкість: зі зменшенням діаметра частинок в'язкість водної дисперсії збільшується через збільшення щільності упаковки частинок. Молекулярна маса полімеру, який знаходиться у формі дисперсії, мало впливає на в'язкість. На в'язкість також впливає рН дисперсії. Завдяки карбоксильним групам, присутнім у полімері, в'язкість зростає зі збільшенням рН. При нанесенні на поверхню водно-дисперсійних фарб важливі такі властивості: ступінь тиксотропності, в'язкість при малих і високих значеннях швидкості зсуву. Ці параметри визначають тип реологічної кривої, що впливає на зручність нанесення фарби та якість одержуваної поверхні. [5].

Повної заміни TiO_2 у фарбах досягти неможливо, але існує ряд продуктів, які можна використовувати для часткової заміни TiO_2 [6]:

Найпростішою формою заміни TiO_2 є використання дрібного наповнювача, такого як Supreme Hydrous Clays. Він забезпечує чудову непрозорість і згущення для декоративних фарб і особливо ефективні для високоякісних матових фарб.

Водний каолін. Завдяки своєму дрібному розміру частинок він діє, як помірний дистанційний агент для TiO_2 . Завдяки своїй будові його можна

додавати, щоб збільшити непрозорість плівки та потовщити покриття. Він більше підходить для систем з меншим блиском.

Осаджений сульфат барію Sintabar® ідеально підходить для застосувань, які потребують виняткового кольору, якості поверхні, чистоти та простоти включення. Відомий під загальною назвою blanc fixe, осаджений сульфат барію діє як спейсер для діоксиду титану, пропонуючи заміну 5-15%. Низький розмір частинок осадженого сульфату барію в поєднанні з його ефективністю робить його ефективним у системах з високим блиском.

Осаджені карбонати кальцію можна використовувати подібно до осаджених сульфатів барію, де щільність і хімічна стабільність не потрібні.

Деякі виробники фарб використовують кальциновані глини разом із TiO_2 , оскільки вони дуже добре розтягуються. Завдяки формі частинок кальцинований каолін містить TiO_2 на своїй поверхні, добре розподіляючи її. Він також затримує повітря, що створює зміну показника заломлення плівки. Обидва ці фактори збільшують непрозорість кінцевого покриття. Зазвичай вони використовуються в матових покриттях.

Літопон – білий пігмент, який зазвичай використовується разом з діоксидом титану. Він не може конкурувати з TiO_2 з точки зору необробленості, але поєднання двох продуктів разом допомагає зменшити загальні витрати на систему.

Докладніше про замітники титан (IV) оксиду, які ми використовували зазначено у 2 розділі.

1.2. Фізико-хімічні властивості лакофарбових матеріалів і покриттів

Основними властивостями рідких лакофарбових систем є:

1. Хімічні (вміст основної речовини, окремих компонентів, нелетких і летких речовин, водорозчинних солей, води, золи та ін., кислотне число, значення рН та ін.);
2. Фізико-хімічні (щільність, в'язкість, час висихання (затвердіння), непрозорість (для непрозорих матеріалів));
3. Фарбування та техніка (намазування, шліфування, аплікація, «розлив», натікання).

Основними властивостями кольорових покриттів (фольги) є:

1. Декоративний (колір, зовнішній вигляд, блиск);
2. Фізико-механічні (адгезія, твердість, пружність, міцність на розтяг і згин, в'язкість, зносостійкість);
3. Захист (стійкість в атмосфері, стійкість до світла, стійкість до термічного удару, жаро-, морозостійкість і стійкість до тропічних зон);
4. Малярські та технічні навички (шліфування та полірування);
5. Електроізоляція (електрична жорсткість, об'ємний електричний опір, тангенс кута діелектричних втрат);
6. Хімічні (стійкість до дії кислот, лугів, агресивних газів, води, масла, бензину, мильного розчину, емульсій тощо) [3].

Контроль якості дуже важливий у процесі виробництва і випуску готових лакофарбових матеріалів, а також при подальшому фарбуванні виробів.

Контроль якості в лакофарбовій промисловості включає перевірку відповідності сировини, напівфабрикатів і готової продукції примірним стандартам (ДСТУ), промисловим стандартам (ОСТ) і технічним умовам (ТУ), які на них поширюються.

У водорозчинних фарбах рівномірність і повноту розчинення, а також вміст нелетких речовин перевіряють при виготовленні водного допоміжного розчину, а потім визначають ступінь подрібнення при виготовленні пігментних паст. У фарбувальних, шарових або кульових млинах після змішування пігментної пасти з водною дисперсією плівкоутворюючого компонента визначають зовнішній вигляд, в'язкість, рН і вміст нелетких речовин, а нарешті колір та інші показники одержаної речовини продукту визначаються, перевіряються.

Ось основні методи дослідження лакофарбових матеріалів і покриттів, а також сировини і напівфабрикатів, що використовуються для їх виробництва:

1. Фізико-хімічні (колір, ступінь блиску, прозорість, крихкість, в'язкість, щільність, олійність, летючість, показник заломлення, світлостійкість);
2. Фізико-механічні (твердість плівки, стійкість покриття до згинання, розтягування та удару, зносостійкість, адгезія лакофарбових матеріалів, еластичність плівки, вільне видовження плівки при розтягуванні та ін.);
3. Хімічні (кислотний і йодний показники, показники омилення, значення рН, зольність, склад (вміст основної речовини, летких і нелетких речовин, водорозчинних солей, ароматизаторів тощо), хімічна стійкість та ін.);
4. Електричні (електрична жорсткість плівки, об'ємний електричний опір, тангенс кута діелектричних втрат та ін.);
5. Атмосферостійкість (термін служби покриття в різних кліматичних умовах, білостійкість тощо);
6. Фарбування та технологія (ступінь шліфування, зручність використання, поліруємість покриття тощо);
7. Прискорені дослідження клімату (в метеорометрах, гідростатах, камерах соляного туману тощо).

За винятком прискорених кліматичних досліджень, існують стандарти для всіх існуючих методів дослідження лакофарбових матеріалів і покриттів. [3].

РОЗДІЛ 2.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Матеріали для дослідження, їх фізико-хімічні властивості

У даному розділі наведено об'єкти дослідження, їх фізико-хімічні властивості, методи дослідження.

2.1.1. Фізико-хімічні властивості титан (IV) оксиду

В природних умовах титан (IV) оксид зустрічається в низці мінералів.

Титан (IV) оксид - це кристалічна речовина, що має дві природні модифікації: тетрагональну сингонію (анатаз, рутил) і ромбічну (брукіт). Анатаз за температури 400–1000 °С і брукіт за температури ≈ 750 °С необоротно перетворюються на рутил. Ще дві модифікації: ромбічну і гексагональну отримали штучно. У промисловості титан (IV) оксид одержують з ільменітового концентрату і з тетрахлориду.

У чистому вигляді титан (IV) оксид являє собою безбарвну кристалічну речовину, яка при нагріванні починає жовтіти. Титан (IV) оксид практично не розчиняється у воді, розбавлених розчинах лугів, органічних розчинниках, розведених мінеральних кислотах (крім фтористоводневої кислоти), розчиняється у гарячій концентрованій сульфатній кислоті, утворюючи сульфати.

У промисловості використовується у вигляді білого порошку, який одержують дробленням кристалів. Основними властивостями титан (IV) оксиду є: сумісність з різними плівко твірними речовинами, гарна покривна здатність і ефективність відбілювання, емульгування, хімічна стійкість, значна атмосферостійкість та стійкість до впливу вологи, не токсичність. Титан (IV) оксид має високе значення показника заломлення, що обумовлює його світлорозсіювальні властивості. Відповідно до розміру частинок титан (IV)

оксид змінюється діапазон світла, що розсіюється. Наприклад, його частки із середнім розміром 230 мкм розсіюють видиме світло, а частки із середнім розміром 60 мкм - розсіюють ультрафіолет і відбивають видиме світло.

Наголосимо ще на наступних властивостях титан (IV) оксиду, які зумовили його застосування у різних галузях промисловості:

- надзвичайно висока температура плавлення – близько 1800 °С;
- температура кипіння – близько 3000 °С. Такі фізичні властивості характеризують його як дуже тверду речовину, адже в природі вона зустрічається лише у твердому вигляді;
- ультра-білий колір. Якщо візьмете інші речовини білого кольору і порівняєте з діоксидом титану, то відразу впаде в око його білизна, а інші речовини виглядатимуть жовтими на його фоні;
- нетоксичний. Ця властивість дозволяє застосовувати її навіть у харчовій промисловості;
- дуже високий показник заломлення. За цим показником TiO_2 перевершує навіть алмаз. Ця властивість робить титан (IV) оксид незамінною речовиною для естетичних цілей.

2.1.2. Характеристика заміників титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах

2.1.2.1. Каолін

Каолін є основним компонентом звичайної глини. Його назва походить від регіону Каолін (англ. Gaoling District) у Китаї. Залежно від вмісту оксидів лужних металів (K_2O , Na_2O) каоліни поділяють на лужні і нормальні.

Каолін використовується у фарбах переважно як наповнювач (диспергатор) для діоксиду титану в архітектурних фарбах на водній основі. Кальциновані каоліни в основному розвивають тут свої чудові властивості:

блиск, розподіл діоксиду титану та покривну здатність. Промитий і розшарований каолін також частково покращує розподіл діоксиду титану, дещо підвищує покривну здатність і може бути використаний для регулювання блиску (чим менший розмір частинок, тим сильніший блиск).

Хоча лакофарбова промисловість в першу чергу цікавиться оптичними властивостями каолінів, цей мінерал також є функціональним наповнювачем. Каолін – тонкодисперсний, шаруватий, хімічно інертний матеріал. Він має нейтральний або злегка кислий рН 10% водної дисперсії і може постачатися з певним розподілом частинок за розміром. Каоліни використовуються для поліпшення тиксотропних властивостей, текучості, вирівнювальних властивостей, м'якості плівки, її міцності та стійкості до атмосферних впливів. Розшаровані каоліни є кращими для покращення бар'єрних властивостей, зменшення вицвітання та загальної довговічності зовнішніх покриттів. Завдяки підвищеній твердості прожарені каоліни підвищують також зносостійкість покриттів. [10].

2.1.2.2. Алюмосилікат натрію

Є інгредієнт, який може зробити фарбу економічною та екологічною, і це SiperNat 833 також відомий як Алюмосилікат натрію.

Перш за все, SIPERNAT® 833 є синтетичним, аморфним, осадженим силікатом. Він хімічно синтезований за допомогою найсучаснішої технології виробництва. SIPERNAT® 833 – це наповнювач на основі діоксиду титану (TiO_2) і засіб для контролю блиску.

SIPERNAT® 833 також покращує розсіювання світла та збільшує непрозорість при використанні у фарбах поверх ХПВХ, де у плівці фарби присутній повітря. SIPERNAT® 833 може зменшити вартість ваших інтер'єрних архітектурних формулювань, зберігаючи при цьому непрозорість, білизну, яскравість, вирівнювання та стійкість до стирання.

Sipernat 833 - особливий вид кремнезему. Однією з його властивостей є здатність частково замінювати титан (IV) оксид (TiO_2). TiO_2 є популярним, але дорогим інгредієнтом фарб, який забезпечує непрозорість і яскравість. Sipernat 833 може втрутитися та зменшити потребу в TiO_2 , що може значно скоротити витрати на виробництво.

Sipernat 833 виступає в якості розширювача TiO_2 . Він розподіляє частинки TiO_2 , дозволяючи їм покривати більшу площу. При меншому використанні TiO_2 можемо досягти того самого рівня непрозорості та яскравості фарби. Використовуючи менш дорогий інгредієнт- отримуємо такі ж чудові результати.

Sipernat 833 покращує текстуру та розтікання фарби, полегшуючи її нанесення. Коли використовується фарба з Sipernat 833, вона наноситься гладко, забезпечуючи більш рівномірне покриття на поверхні, яка фарбується.

Також Sipernat 833 підвищує стійкість фарби до стирання. Стійкість до стирання має вирішальне значення для фарб у приміщеннях, які потребують частого чищення. Це означає, що пофарбовані стіни можна мити без втрати кольору чи покриття. Sipernat 833 покращує стійкість фарби до зношування. Це означає, що пофарбовані поверхні, будь то стіни чи меблі, залишатимуться свіжими та красивими протягом більш тривалого часу.

Sipernat 833 також є екологічно чистим, відповідає екологічним нормам, що є важливим для навколишнього середовища [11].

2.1.2.3. Карбонат магнію, кальцію

Карбонат магнію використовується в лакофарбових матеріалах як наповнювач, пігмент та реагент для зміцнення. Ось деякі характеристики цього матеріалу:

1. Наповнювач. Карбонат магнію володіє високою поглинною здатністю, що дозволяє використовувати його для збільшення об'єму лакофарбових матеріалів без значного збільшення ваги.

2. Пігмент. У деяких випадках карбонат магнію може надавати білого або м'яко-білого відтінку лакофарбових матеріалів, що корисно для створення пастельних або світлих відтінків.
3. Зміцнення. Додавання карбонату магнію може поліпшити механічні властивості лакофарбових покриттів, такі як міцність і стійкість до зносу.
4. Антикорозійні властивості. Карбонат магнію може допомогти забезпечити захист від корозії, оскільки він може реагувати з оксидами металів на поверхні, утворюючи захисний шар.
5. Стабілізація в'язкості. Додавання карбонату магнію може допомогти контролювати в'язкість лакофарбових матеріалів, що важливо для забезпечення правильної консистенції та розподілу фарби під час нанесення.
6. Безпека. Карбонат магнію вважається відносно небезпечним для здоров'я та довкілля, але при використанні він повинен дотримуватися відповідних вимог безпеки та застосовуватися відповідно до інструкцій виробника.

Загалом, карбонат магнію є важливим компонентом у виробництві лакофарбових матеріалів, який додає їм різноманітні властивості і поліпшує їх якість.

2.1.2.4. Полімер AQACell HIDE 6299

AQACell® HIDE 6299 ap – це дисперсія аніонного непрозорого пігменту, що не містить АРЕО та аміаку.

Він призначений для надання непрозорості та білизни фарбам в архітектурних покриттях, розширення та/або підвищення ефективності TiO_2 без шкоди для внутрішнього чи зовнішнього покриття [12].

2.1.2.5. Багатофункціональна добавка АМР-90

АМП-90 (2-аміно-2-метил-1-пропанол з 10% води) – багатофункціональна добавка, широко використовується для всіх типів дисперсійних латексних фарб. Як компонент фарби АМР-90 забезпечує низку переваг на різних етапах виробництва фарби, що призводить до покращення якості фарби та покриття.

Особливості АМР-90:

- підвищує стійкість кольору при зберіганні, забезпечує стабільність в'язкості, особливо з акриловими та уретановими загусниками, де постійне значення рН є дуже важливим. Забезпечує ефективне регулювання рН;
- має дуже легкий запах – повна заміна аміаку;
- повна заміна гідроксидів, фосфатів, карбонатів натрію і калію, які складають основу майбутніх дефектів плівки;
- зазвичай використовується в лаках на водній основі та просоченнях для деревини, оскільки розпушує та розпушує деревні волокна, забезпечуючи краще просочування деревини. Ефект можна посилити за допомогою силіконових суперзволожувачів або неіоногенних поверхнево-активних речовин;
- підвищує стійкість кольору до вологого та сухого стирання;
- зменшує потребу в диспергентах для фарб на водній основі на 25% при використанні в поєднанні з традиційними диспергаторами;
- є потужними диспергаторами, кодиспергаторами у виробництві пігментних паст на основі органічних пігментів (жовтого, червоного, синього), сажі, діоксиду титану - підвищення інтенсивності кольору, диспергування та стабілізація пігментних систем;
- використовується для водних, органосольвентних і універсальних пігментних паст;
- зменшує піноутворення (за рахунок зменшення пігментних диспергаторів і змочувачів);

- є компонентом високостабільних, антикорозійних емульсійних систем вода-в-маслі та масло-у-воді;
- запобігає виникненню точок на металевій поверхні, корозії в металевій ємності, у паровій та водній фазах;
- типова норма введення AMP-90 – 0,1 – 0,20% на фарбувальний склад;
- зберігає до 10% коалесценції;
- знижує витрати на сировину [13].

Walocel XM 40000 PV

WALOCCEL XM 40000 PV – модифікована метилгідроксиетилцелюлоза з уповільненою розчинністю, яка використовується для загущення водних систем, таких як емульсійні фарби, а також при виробництві еластомірних покрівельних покриттів. Дозування, що рекомендується в емульсійних фарбах, становить 0.2 – 0.7%. Модифікована гідроксиетилметилцелюлоза, розроблена для використання як загусник для систем на водній основі, таких як емульсійні фарби. Типове дозування цього продукту в емульсійній фарбі становить 0,2-0,7%. Продукти ефіру целюлози WALOCCEL™ компанії Dow виготовляються з використанням целюлози з деревного або бавовняного лінту, що призводить до отримання добавки на біологічній основі з приблизно 78% вмістом біологічного вуглецю [14].

DISPEX CX4320

DISPEX CX4320 – служить засобом диспергування двоокису титану та інших неорганічних пігментів та наповнювачів.

На відміну від інших органічних та неорганічних диспергаторів цей продукт застосовується не тільки у водному, а й у водно-органічному середовищі, яке містить переважно гліколі або ефіри гліколей.

При виробництві дисперсійних фарб DISPEX CX4320 додається в пропіленгліколь, що містить, середовище, в якому двоокис титану спільно з іншими неорганічними наповнювачами і пігментами буде диспергована.

Рекомендований обсяг добавки - 0,5-1% (по сухому, з розрахунку на пігменти та наповнювачі).

При розробці виробів, що містять диспергатори, необхідно ретельно провести власні випробування, оскільки на процес отримання та переробки подібних продуктів впливають різні фактори (напр. сумісність з іншими компонентами рецептури, процеси змішування, адгезія до різних підкладок), оскільки ми під час наших випробувань не можемо врахувати всіх чинників впливу. Сюди відноситься також випробування стабільності в'язкості при зберіганні при температурі прибл. 50 °С диспергатор Dispex® CX 4320 - це полімерний диспергатор для неорганічних наповнювачів і пігментів. Він аніонний і поставляється у формі солі натрію. Він особливо ефективний для диспергування неорганічних наповнювачів і пігментів для глянцевих, напівглянцевих і високонаповнених інтер'єрних фарб [15].

Dispex® CX 4320 має такі переваги:

- відмінна ефективність диспергування неорганічних пігментів;
- подовжувачі;
- покращує блиск - зменшує матовість;
- покращує стійкість до вологого скрабу;
- покращує опір блокуванню;
- відмінна ZnO-стабільність [16].

Піногасник Foamaster® MO 2134 (стара назва: Foamaster® 8034) від BASF є сумішшю вуглеводнів і неіонних поверхнево-активних речовин. Діє як піногасник на основі мінерального масла. Використовується для емульсійних клеїв. Його можна додавати на будь-якому етапі виробництва. Він особливо ефективний у емульсіях дрібнодисперсних смол. Рекомендований рівень дозування Foamaster® MO 2134 становить 0,2-0,5 % [17].

У водно дисперсійних фарбах титан (IV) оксид можна частково замінити на каолін, натрій алюмосилікат, мікронізований магній/кальцій карбонат, полімерна дисперсія.

2.2. Методи і методики досліджень

Для проведення нашого дослідження ми приготували зразки фарб за створеною нами рецептурою. Для цього в диспергаторі змішували розраховані компоненти.

За методиками ДСТУ ISO 6504-3 [18] для дослідження властивостей водно-дисперсійних фарб використовували: звичайні лабораторні устаткування й посуд; безбарвну прозору поліестерну плівку необроблену, товщиною від 30 мкм до 50 мкм, розміром не менше 100 мм × 150 мм, аплікатори, що дозволяють отримати серію однорідних плівок покриття із товщиною мокрого шару в межах від 50 мкм до 100 мкм; шприц; спектрофотометр для вимірювання значення колірної координати Y, бажано при стандартному освітленні D65, із точністю 0,3%; тестові пластини, а саме чорно-білі скляні пластини товщиною щонайменше 6 мм, кожна з рівною, полірованою поверхнею, розміром щонайменше 80 мм × 80 мм. Значення колірної координати Y білої ділянки повинно дорівнювати 80 ± 2 при вимірюванні спектрофотометром, а чорної ділянки – не більше, ніж 5. І чорна, і біла ділянки липкою стрічкою, щоб виключити світло, відбите від зворотної частини.

Для дослідження покривності водно-дисперсійних фарб використовували наступну методику:

Готували поверхні до фарбування. Для цього поліестерну плівку накладали на рівну скляну пластину, щонайменше 6 мм товщиною, попередньо змочену кількома краплями уайт-спіриту, достатніми лише для утримання плівки нерухомою внаслідок поверхневого натягу. Переконавалися, що рідина не потрапила на верхню поверхню плівки й під плівкою не залишилось пухирців повітря. Залишали без покриття зразок поліестерної плівки, суміжний з поверхнею, призначеною для фарбування

Підготування пофарбованих карток або плівок. Безпосередньо перед нанесенням, ретельно усереднюють фарбу енергійним перемішуванням, щоб зруйнувати будь-яку тиксотропну структуру, при цьому запобігаючи утворенню пухирців повітря. В залежності від потрібної товщини покриття шприцом наносять від 2 см³ до 4 см³ фарби лінією вздовж одного краю картки або поліестерної плівки й негайно розподіляють її протягуванням відповідного аплікатора зі сталою швидкістю для одержання однорідного шару. Наносять по дві плівки покриття кожним із трьох різних аплікаторів, обраних для одержання діапазону товщини мокрої плівки звичайно в межах від 50 мкм до 100 мкм. Утримують картки або поліестерні плівки з покриттям до висихання в горизонтальному положенні, наприклад, фіксуючи краї липкою стрічкою до рівної основи. Час висихання (та/або умови гарячого сушіння) залежать від типу випробуваного лакофарбового матеріалу, і повинні бути погоджені між зацікавленими сторонами

Витримують висушені картки або поліестерні плівки з покриттям, а також контрольні картки або плівки при $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ та ДСТУ ISO 6504-3: XXXX XI відносній вологості $(50 \pm 5) \%$ протягом щонайменше 24 год. перед вимірюваннями значень колірної координати Y.

Вимірювання колірної координати Y) Закріплюють кожну плівку з покриттям на чорно-білій скляній пластині, додаючи кілька крапель уайт-спіриту між нижньою стороною плівки та склом для забезпечення оптичного контакту. Вимірюють значення колірної координати Y кожної плівки з покриттям щонайменше у чотирьох положеннях над чорною (Y_b) й білою (Y_w) ділянками, та обчислюють середні значення колірної координати Y_b і Y_w відповідно. Далі розраховують коефіцієнт контрастності Y_b/Y_w у відсотках для кожної плівки з покриттям [18].

Визначення маси сухого покриття на одиниці площі

Знімають плівку з покриттям зі скляної пластини, витирають плівку для видалення будь-яких слідів уайт-спіриту й висушують. Вирізають рівні ділянки

розміром щонайменше 60 x 60 мм, наприклад, за допомогою точного штампа, з середини кожної поліестерної плівки з покриттям й двох зразків (контрольних) поліестерної плівки без покриття. Зважують відокремлені ділянки з точністю до 1 мг. Обчислюють середню масу поліестерної плівки з покриттям й середню масу двох зразків поліестерної плівки без покриття. Розраховують масу сухого покриття на одиниці площі, m'' , у грамах на квадратний міліметр, використовуючи рівняння:

$$m'' = \frac{m_2 - m_1}{A} \quad (2.1)$$

де m_1 – середня маса двох зразків поліестерної плівки без покриття, г;

m_2 – середня маса шести зразків поліестерної плівки з покриттям, г;

A – площа ділянки, що вирізана в кожному випадку, мм^2 [18].

Розрахунок теоретичної товщини мокрої плівки та практичної норми покривання поверхні

Загальні положення

Для розрахунку товщини мокрої плівки, виходячи з маси сухого покриття на одиниці площі, необхідно знати як густину лакофарбового матеріалу, отриману одним з методів згідно з ISO 2811-1 – ISO 2811-4, так і вміст нелетких речовин згідно з ISO 3251.

Теоретична товщина мокрої плівки

Для розрахунку теоретичної товщини мокрого лакофарбового матеріалу, t_w , у міліметрах, використовують рівняння.

$$t_w = \frac{m''}{\rho \times NV} \times 10^5 \quad (2.2)$$

де m'' – маса сухого покриття на одиниці площі, $\text{г}/\text{мм}^2$;

ρ – густина лакофарбового матеріалу, $\text{г}/\text{см}^3$;

NV – вміст нелетких речовин, % мас [18].

Практична норма покривання поверхні

Практична норма покривання поверхні, S_p , у квадратних метрах на кубічний дециметр, є зворотною величиною від теоретичної товщини мокрої плівки у міліметрах, і визначається рівнянням:

$$S_p = \frac{1}{t_w} = \frac{\rho \times NV}{m''} \times 10^{-5} \quad (2.3)$$

Використовуючи рівняння для маси сухого покриття на одиниці площі,

$$S_p = \frac{A \times \rho \times NV}{m_2 - m_1} \times 10^{-5} \quad (2.4)$$

де m_1 – середня маса двох зразків поліестерної плівки без покриття, г;

m_2 – середня маса шести зразків поліестерної плівки з покриттям, г;

m'' – маса сухого покриття на одиниці площі, г/мм²;

ρ – густина лакофарбового матеріалу, г/см³;

NV – вміст нелетких речовин, % мас [18].

Точність розрахунків

Повторюваність (r)

Значення, нижче якого перебуває абсолютна різниця між результатами двох окремих випробувань, кожне з яких є середнім із двох, отриманих на ідентичному матеріалі одним виконавцем у одній лабораторії в межах короткого періоду часу, з використанням стандартного методу випробування, становить із 95 % ймовірністю 1 %.

Відтворюваність (R)

Значення, нижче якого перебуває абсолютна різниця між результатами двох випробувань, кожне з яких є середнім із двох, отриманих на ідентичному матеріалі виконавцями у різних лабораторіях, з використанням стандартного методу випробування, становить із 95 % ймовірністю 2 %.

Відповідно до наведеної методики, ми аплікатором наносили серію покриттів від 150 до 250 мкм на прозору поліефірну плівку. Сушили на повітрі за температури (23±2) °C протягом 24 годин. Перед визначенням коефіцієнта

контрастності, пластини витримували в ексікаторі за температури (23 ± 2) °C і відносної вологості повітря (50 ± 5) % протягом 16 годин.

Коефіцієнт контрастності визначали за допомогою спектрофотометра, як джерело світла вибирається D65, кут спостерігача 10° .

Для визначення покриваності використовували пластини з коефіцієнтом контрастності не менше ніж 99,5 %, оскільки за такого коефіцієнта втрачається візуальна відмінність між білою і чорною підкладками.

Вирізали рівні ділянки поліефірної плівки, з покриттям і без нього, розміром не менше ніж 60 мм * 60 мм і зважують з точністю до 1 мг.

Покриваність сухої плівки m у $г/м^2$, розраховують за рівнянням (2.1)

Норма покриття поверхні відповідає витраті на повне вифарбовування (тобто кількості фарби, необхідної для отримання покривної плівки), і визначається за ДСТУ ISO 6504-3.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ЧАСТКОВОЇ ЗАМІНИ ТИТАН (IV) ОКСИДУ

3.1. Одержання лакофарбових матеріалів за новою рецептурою

Для дослідження впливу на покривність водно-дисперсійних фарб різних типів замінників титан (IV) оксиду було обрано 3 різні інтер'єрні фарби. Основна їх відмінність – вміст титан (IV) оксиду та дисперсії.

Фарба економ сегмента - недорога інтер'єрна фарба з мінімальними фізико-хімічними характеристиками

Фарба сегмента стандарт – інтер'єрна фарба середньої цінової категорії з оптимальним співвідношенням ціна – якість.

Фарба еліт сегмента – клас інтер'єрних фарб, призначених для проведення робіт у приміщеннях із підвищеним експлуатаційним навантаженням, де фізико-хімічні показники мають бути високими.

Для часткової заміни титан (IV) оксиду ми використовували сировинні компоненти, які, за твердженням постачальників сировини для виробництва лакофарбових матеріалів, є високоефективними рішеннями. Було обрано наступні способи заміни титан (IV) оксиду: каолін, натрій алюмосилікат, мікронізований магній/кальцій карбонат, полімерна дисперсія. Сухі наповнювачі замінювалися в основному 1:1. У разі використання полімерної добавки – знижували як пігмент, так і дисперсію. В обох випадках брали максимально рекомендовану заміну – до 20% за сухим залишком.

Ми виготовляли фарби за рецептурою, що відображена у таблицях нижче.

Для фарби еліт сегмента в рецептурі зразку 1 і 1.1 було зменшено кількість титан (IV) оксиду на 2% і добавлено 2% каоліну – зразок 1, і 4% каоліну (2% за рахунок Oтуacarb 5) для зразка 1.1.

Таблиця 3.1 – Заміна титан (IV) оксиду каоліном

Компонент	Стандарт	Зразок1	Зразок1.1
Вода	26.35	26.35	26.35
AMP -90	0.1	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2	0.2
TiO₂	17	15	15
Омуасарб 2	15	15	15
Омуасарб 5	18	18	16
Каолін, К-Brite НК 158	-	2	4
Loxanol CA 5308	1	1	1
Acronal S 790	20	20	20
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2
Вода	1	1	1
Всього	100	100	100

Для фарби еліт сегмента в рецептурі зразку 2 було зменшено кількість титан (IV) оксиду на 2% і добавлено 2% натрій алюмосилікату.

Таблиця 3.2 – Заміна титан (IV) оксиду на натрій алюмосилікат

Компонент	Стандарт	Зразок2
Вода	26.35	26.35
AMP -90	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
TiO₂	17	15
Омуасарб 2	15	15
Омуасарб 5	18	18
Натрій алюмосилікат, Sipernat 820 A	-	2
Loxanol CA 5308	1	1
Acronal S 790	20	20
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Для фарби еліт сегмента в рецептурі зразку 3 було зменшено кількість титан (IV) оксиду на 2% і добавлено 2% магній, кальцій карбонату UltraCarb 1290.

Таблиця 3.3 – Заміна титан (IV) оксиду на магній, кальцій карбонат

Компонент	Стандарт	Зразок3
Вода	26.35	26.35
AMP -90	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
TiO₂	17	15
Омуасcarb 2	15	15
Омуасcarb 5	18	18
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	-	2
Loxanol CA 5308	1	1
Acronal S 790	20	20
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Для фарби еліт сегмента в рецептурі 4-го зразку було зменшено кількість титан (IV) оксиду на 2% і Acronal S 790 на 2% та добавлено 4% полімеру AQACell HIDE 6299 X.

Таблиця 3.4 – Заміна титан (IV) оксиду на полімер

Компонент	Стандарт	Зразок4
Вода	26.35	26.35
AMP -90	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2

Продовження таблиці 3.4

TiO₂	17	15
Омуасарб 2	15	15
Омуасарб 5	18	18
Полімер AQACell HIDE 6299 X	-	4
Loxanol CA 5308	1	1
Acronal S 790	20	18
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

У фарбах сегмента стандарт, які містять 10% титан (IV) оксиду, замінювали рецептуру подібно до фарб еліт сегмента, що відображено в таблицях нижче.

Таблиця 3.5 Заміна титан (IV) оксиду каоліном

Компонент	Стандарт	Зразок1
Вода	29.75	29.75
AMP -90	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Disprex CX 4320	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
TiO₂	10	8
Омуасарб 2	22	22
Омуасарб 5	25	25
Каолін, К-Brite НК 158	-	2
Loxanol CA 5308	0.6	0.6
Acronal S 790	10	10
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Таблиця 3.6 Заміна титан (IV) оксиду на натрій алюмосилікат, Sipernat 820 А

Компонент	Стандарт	Зразок2
Вода	29.75	29.75
АМР -90	0.1	0.1
Walocel ХМ 40000 PV	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
TiO₂	10	8
Отуасcarb 2	22	22
Отуасcarb 5	25	25
Натрій алюмосилікат, Sipernat 820 А	-	2
Loxanol СА 5308	0.6	0.6
Acronal S 790	10	10
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Таблиця 3.7 Заміна титан (IV) оксиду магній, кальцій карбонатом

Компонент	Стандарт	Зразок3
Вода	29.75	29.75
АМР -90	0.1	0.1
Walocel ХМ 40000 PV	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
TiO₂	10	8
Отуасcarb 2	22	22
Отуасcarb 5	25	25
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	-	2
Loxanol СА 5308	0.6	0.6
Acronal S 790	10	10
Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Під час заміни титан (IV) оксиду полімером AQACell HIDE 6299 X на 4% в рецептурі 4.1 зразка зменшили на 2% кількість Acronal S 790.

Таблиця 3.8 Заміна титан (IV) оксиду полімером AQACell HIDE 6299 X

Компонент	Стандарт	Зразок4	Зразок4.1
Вода	29.75	29.75	29.75
AMP -90	0.1	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2	0.2
TiO ₂	10	8	8
Омуасarb 2	22	22	22
Омуасarb 5	25	25	25
Полімер AQACell HIDE 6299 X	-	2	4
Loxanol CA 5308	0.6	0.6	0.6
Acronal S 790	10	10	8
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2
Вода	1	1	1
Всього	100	100	100

У фарбах економ сегмента, які містять 5% титан (IV) оксиду, замінювали рецептуру подібно до фарб еліт і стандарт сегментів, але зменшували кількість титан (IV) оксиду на 1%, що відображено в таблицях нижче.

Таблиця 3.9 Заміна титан (IV) оксиду каоліном

Компонент	Стандарт	Зразок1
Вода	32	32
Натрій поліфосфат	0.2	0.2
Загущувач Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Диспергатор Dispex CX 4320	0.7	0.7
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
Титан (IV) оксид "SumTITAN R-208"	5	4

Продовження таблиці 3.9

Кальцій карбонат Омуасарб 2	22	22
Кальцій карбонат Омуасарб 5	33	33
Каолін, К-Brite НК 158	-	1
Коалесцент Loxanol CA 5308	0.25	0.25
Дисперсія Acronal S 790	5	5
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Таблиця 3.10 Заміна титан (IV) оксиду на натрій алюмосилікат

Компонент	Стандарт	Зразок2
Вода	32	32
Натрій поліфосфат	0.2	0.2
Загущувач Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Диспергатор Disprex CX 4320	0.7	0.7
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
Титан (IV) оксид "SumTITAN R-208"	5	4
Кальцій карбонат Омуасарб 2	22	22
Кальцій карбонат Омуасарб 5	33	33
Натрій алюмосилікат, Sipernat 820 А	-	1
Коалесцент Loxanol CA 5308	0.25	0.25
Дисперсія Acronal S 790	5	5
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Таблиця 3.11 Заміна титан (IV) оксиду на магній, кальцій карбонат

Компонент	Стандарт	Зразок3
Вода	32	32
Натрій поліфосфат	0.2	0.2
Загущувач Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Диспергатор Disprex CX 4320	0.7	0.7
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2

Продовження таблиці 3.11

Титан (IV) оксид "SumTITAN R-208"	5	4
Кальцій карбонат Омуасcarb 2	22	22
Кальцій карбонат Омуасcarb 5	33	33
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	-	1
Коалесцент Loxanol CA 5308	0.25	0.25
Дисперсія Acronal S 790	5	5
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
	1	1
Всього	100	100

Таблиця 3.12 Заміна титан (IV) оксиду на полімер

Компонент	Стандарт	Зразок4
Вода	32	32
Натрій поліфосфат	0.2	0.2
Загущувач Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25
Диспергатор Dispex CX 4320	0.7	0.7
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2
Титан (IV) оксид "SumTITAN R-208"	5	4
Кальцій карбонат Омуасcarb 2	22	22
Кальцій карбонат Омуасcarb 5	33	33
Полімер AQACell HIDE 6299 X	-	1
Коалесцент Loxanol CA 5308	0.25	0.25
Дисперсія Acronal S 790	5	5
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2
Вода	1	1
Всього	100	100

Отже, користуючись стандартами, ми отримали фарби з частковою заміною титан (IV) оксиду. В запропонованих нами рецептурах сухі наповнювачі замінювалися в основному 1:1. У разі використання полімерної добавки – знижували кількість як пігменту, так і дисперсії. В обох випадках

брали максимально рекомендовану заміну титан (IV) оксиду – до 20% за сухим залишком.

3.2. Дослідження покривності одержаних лакофарбових матеріалів

Для визначення ефективних рішень, основною якісною характеристикою була: покривність - коефіцієнт контрастності за ДСТУ ISO 6504-3. В таблицях (3.13–3.15) показано залежність покривності фарб за створеною нами рецептурою від заміників титан (IV) оксиду.

Таблиця 3.13. Залежність покривності фарб еліт сегменту від заміників

Компонент	Стандарт	Зразок 1	Зразок 1.1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Вода	26.35	26.35	26.35	26.35	26.35	26.35
AMP -90	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
TiO ₂	17	15	15	15	15	15
Omyacarb 2	15	15	15	15	15	15
Omyacarb 5	18	18	16	18	18	18
Каолін, K-Brite НК 158	-	2	4	-	-	-
Натрій алюмосилікат, Sipernat 820 A	-	-	-	2	-	-
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	-	-	-	-	2	-
Полімер AQACell HIDE 6299 X	-	-	-	-	-	4
Loxanol CA 5308	1	1	1	1	1	1
Acronal S 790	20	20	20	20	20	18
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Вода	1	1	1	1	1	1

Продовження таблиці 3.13

Всього		100	100	100	100	100	100
Густина, г/мл ДСТУ ISO 2811-1		1.53	1.52	1.52	1.52	1.52	1.5
Масова частка нелетучих речовин, % ДСТУ ISO 3251		60.6	60.6	60.6	60.6	60.6	58.9
Коефіцієнт контрастності (КК), % ДСТУ ISO 6504-3 (метод А)	150 мкм	99.23	98.92	99.08	98.86	98.82	99.25
	200 мкм	99.77	99.53	99.62	99.38	99.43	99.76
Покривистість, г/м ²		162.7	180.6	173.8	189	187.9	155

Таблиця 3.14. Залежність покривності фарб стандарт сегменту від замінників

Компонент	Стандарт	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 4
Вода	29.75	29.75	29.75	29.75	29.75	29.75
АМР -90	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Dispex CX 4320	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
TiO ₂	10	8	8	8	8	8
Омукарб 2	22	22	22	22	22	22
Омукарб 5	25	25	25	25	25	25
Каолін, K-Brite НК 158	-	2	-	-	-	-
Натрій алюмосилікат, Sipernat 820 А	-	-	2	-	-	-
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	-	-	-	2	-	-
Полімер AQACell HIDE 6299 X	-	-	-	-	2	4
Loxanol CA 5308	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Acronal S 790	10	10	10	10	10	8
Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

Продовження таблиці 3.14

Вода		1	1	1	1	1	1
Всього		100	100	100	100	100	100
Густина, г/мл ДСТУ ISO 2811-1		1.61	1.59	1.59	1.6	1.57	1.57
Масова частка нелетучих речовин, % ДСТУ ISO 3251		62.7	62.7	62.7	62.7	61.3	61
Коефіцієнт контрастності (КК), % ДСТУ ISO 6504-3 (метод А)	150 мкм	98.72	98.51	98.25	98.42	98.52	98.68
	200 мкм	99.61	99.33	99.23	99.31	99.39	99.57
Покривистість, г/м ²		194.7	211.8	216.2	213.3	200.3	187.7

Таблиця 3.15. Залежність покритості фарб економ сегменту від замінників

Компонент	Стандарт	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Вода	32	32	32	32	32
Поліфосфат натрію	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Загущувач Walocel XM 40000 PV	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Диспергатор Disprex CX 4320	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Тарний консервант	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Титан (IV) оксид "SumTITAN R-208"	5	4	4	4	4
Кальцій карбонат Omyacarb 2	22	22	22	22	22
Кальцій карбонат Omyacarb 5	33	33	33	33	33
Каолін, K-Brite HK 158	-	1	-	-	-
Натрій алюмосилікат, Sipernat 820 A	-	-	1	-	-
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	-	-	-	1	-
Полімер AQACell HIDE 6299 X	-	-	-	-	1

Продовження таблиці 3.15

Коалесцент Loxanol SA 5308	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
Дисперсія Acronal S 790	5	5	5	5	5	
Піногасник Foamaster MO 2134	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Вода	1	1	1	1	1	
Всього	100	100	100	100	100	
Густина, г/мл ДСТУ ISO 2811-1	1.64	1.63	1.63	1.63	1.62	
Масова частка нелетучих речовин, % ДСТУ ISO 3251	63.5	63.5	63.5	63.5	62.8	
Коефіцієнт контрастності (КК), % ДСТУ ISO 6504-3 (метод А)	150 мкм	98.03	97.8	97.72	97.82	97.81
	200 мкм	99.09	98.86	98.76	98.85	98.97
	250 мкм	99.51	99.25	99.11	99.23	99.31
Покривистість, г/м ²	226.8	235	240.5	235.3	225.9	

Нижче наведено таблицю впливу того чи іншого замітника титан (IV) оксиду на покривність покриття (табл. 3.16).

Таблиця 3.16. Вплив заміників титан (IV) оксиду на покривність покриття

Замінники титан (IV) оксиду	Покривність
Титан (IV) оксид "SumTITAN R-208"	+++
Каолін, K-Brite НК 158	++
Натрий алюмосилікат, Sipernat 820 А	+
Магній, кальцій карбонат UltraCarb 1290	++
Полімер AQACell HIDE 6299 X	++++

З огляду на результати аналізу можна зробити такий висновок, що часткова заміна титан (IV) оксиду можлива тільки в продуктах із вмістом пігменту понад 10%.

ВИСНОВКИ

Підвищені вимоги до охорони навколишнього середовища обумовили необхідність пошуку нових рецептур лакофарбових матеріалів: більш економічних і менш шкідливих для навколишнього середовища. Лакофарбові матеріали на водній основі більш екологічні.

Титан (IV) оксид завдяки своїм властивостям (високий показник заломлення, яскравість) широко використовується в якості білого пігменту. Через його яскравість і дуже високий показник заломлення. Крім лакофарбових матеріалів титан (IV) оксид застосовується в багатьох галузях виробництва. Оскільки потреби у ньому постійно збільшуються, перед науковцями постає завдання знайти методи часткової заміни титан (IV) оксиду у складі лакофарбових матеріалів, зокрема, на водній основі.

У складі лакофарбових матеріалів титан (IV) оксид можна частково замінити такими альтернативними компонентами, як: каолін, натрій алюмосилікат, мікронізований магній/кальцій карбонат, полімерна дисперсія.

Отримані фарби з частковою заміною титан (IV) оксиду. В запропонованих нами рецептурах сухі наповнювачі замінювалися в основному 1:1. У разі використання полімерної добавки – знижували кількість як пігменту, так і дисперсії. В обох випадках брали максимально рекомендовану заміну титан (IV) оксиду – до 20% за сухим залишком.

Дослідження покривності одержаних лакофарбових матеріалів показали, що часткова заміна титан (IV) оксиду можлива тільки в продуктах із вмістом пігменту понад 10%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Панченко Р А, .Методи часткової заміни титан (IV) оксиду в лакофарбових матеріалах//Сучасні технології у сучасному виробництві. Матеріали та програма XI Всеукраїнської науково-технічної конференції(м. Суми, 23–26 квітня 2024 р.), С.268
2. Гузюк В. Малярні та опоряджувальні роботи: навч. посіб. / В.Б. Гузюк, Т.Б. Федечко. – Львів: Світ, 2021. – 332 с.
3. Загальні відомості про лакофарбові матеріали. – Режим доступу: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/Paints-and-varnishesLecture%E2%84%961.pdf>
4. Водоемульсійні лакофарбові матеріали. – Режим доступу: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/Paints-and-varnishesLecture%E2%84%965.pdf>
5. Сікорський, О. О. Реологічні властивості воднодисперсних лакофарбових матеріалів на основі силікатів : дис. ... канд. техн. наук. : 05.17.11 – технологія тугоплавких неметалевих матеріалів / Сікорський Олексій Олексійович. – Київ, 2021. – 151 с. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/items/dbc3367a-7ab5-45d4-82b1-fa912c703d27>
6. Substitutes for Titanium Dioxide in Paint. – Режим доступу: <https://www.rbhltd.com/thought-leadership/substitutes-for-titanium-dioxide-in-paint/>
7. Шаповал, О. І. Технології захисту атмосферного повітря від викидів лакофарбових виробництв : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 183 - технології захисту навколишнього середовища / наук. кер. О. А. Бурла. Суми : Сумський державний університет, 2021. 64 с.
8. Саввова О. В. Вступ до спеціальності : конспект лекцій для здобувачів 1 курсу денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія / О. В. Саввова; Харків. нац.

ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 156 с. – Режим доступу:

<https://eprints.kname.edu.ua/62961/1/2021%20%D0%BF%D0%B5%D1%87.%2070%20%D0%9B%20%D0%A1%D0%B0%D0%B2%D0%B2%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D1%85%D0%B8%D0%BC%D0%B8%D1%8F.pdf>

9. Шаповал, О. І. Технології захисту атмосферного повітря від викидів лакофарбових виробництв : робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра : спец. 183 - технології захисту навколишнього середовища / наук. кер. О. А. Бурла. Суми : Сумський державний університет, 2021. 64 с. – Режим доступу: <https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/85619>

10. Kasumba A. Buyondo, A comprehensive review on kaolin as pigment for paint and coating: Recent trends of chemical-based paints, their environmental impacts and regulation . – Режим доступу:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666016422000664>

11. Sipernat 835 by Evonik – Partial Replacement of TiO₂ for Water Based Paints. – Режим доступу: <https://www.esaar.com/2023/10/21/sipernat-835-by-evonik-partial-replacement-of-tio2-for-water-based-paints/>

12. Product Information AQACell® HIDE 6299 Opacifying Polymer Dispersion for Paints.

13. Добавка для латексних фарб АМР-90. – Режим доступу: <https://innocem.com.ua/ua/p492127891-dobavka-dlya-lateksnyh.html>

14. What is WALOCEL™ XM 40000 PV Cellulose Ether?. – Режим доступу: <https://www.dow.com/en-us/pdp.walocel-xm-40000-pv-cellulose-ether.127539z.html#overview>

15. DISPEX CX4320 Technical Information. – Режим доступу: <https://familyhome.by/produksiya/14-dispegiruyushchie-agenty-basf/103-dispex-cx4320.html>

16. Dispex® CX 4320 Technical Information. – Режим доступу: https://dispersions-resins-products.basf.us/files/technical-datasheets/DispexCX4320_TI_30041999_EN.pdf
17. Foamaster® MO 2134 Technical Information. – Режим доступу: <https://adhesives.specialchem.com/product/a-basf-foamaster-mo-2134>
18. ДСТУ ISO 6504-3:XXXX (Проект). Фарби та лаки.Визначення покривності. Частина 3: Визначення коефіцієнту контрастності фарб світлого кольору за певної норми вкриття поверхні/ Гонтарь С., канд.хім.наук; Громов А.; Дмитренко В.; Караваєв Т., канд.техн.наук; Кожина Ю.; Крамаренко В., докт.техн.наук; Кучерена А., канд.хім.наук; Мясніков В. (керівник розробки); Нескоржена Г., канд.хім.наук; Пашкова Т.; Сахацький І, канд.техн.наук; Сизоненко Д.; Удовіченко В.; Шепеленко З., Київ Держспоживстандарт України.
С. 9-13