

УДК: 678.5

DOI: 10.20535/iwccmm2024302586

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ, РОЗМІРУ ЧАСТИНОК, ПОКАЗНИКА ЗАЛОМЛЕННЯ, ОБ'ЄМНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПІГМЕНТУ ПІГМЕНТА ТА НАПОВНЮВАЧА НА ПОКРИВНІСТЬ ВОДОДИСПЕРСНИХ ФАРБ

**Олексій МИРОНЮК,**

к.т.н., доцент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

[o.myronyuk@kpi.ua](mailto:o.myronyuk@kpi.ua)

**Василь СОЛДАТЕНКОВ,**

студент

КПІ ім. Ігоря Сікорського

[soldatenkov.vasyil@i11.kpi.ua](mailto:soldatenkov.vasyil@i11.kpi.ua)

**Анотація:** Робота присвячена встановленню шляхів покращення покривної здатності вододисперсійних лакофарбових матеріалів за рахунок варіювання розміру частинок наповнювачів та пігментів, їх показника заломлення та об'ємного вмісту в покритті. Показано, що зменшення розміру частинок, збільшення їх показника заломлення призводить до збільшення покривної здатності латексної фарби. Виявлено, що незалежно від природи наповнювача (пігменту), збільшення об'ємної концентрації пігменту вододисперсної фарби підвищує її перекривну здатність. В результаті обчислень знайдено залежності зростання перекривної здатності фарби від її об'ємної концентрації пігменту, при чому для пігменту діоксиду титану рутильної модифікації це зростання виражається у логарифмічній формі, а для карбоната кальцію у експоненційній. Результати роботи ілюструють вплив вказаних вище факторів і можуть бути корисними при розробці рецептур нових лакофарбових композицій на водній основі.

**Ключові слова:** латексна фарба, наповнювач, пігмент, карбонат кальцію, діоксид титану, окп, показник заломлення.

**Abstract:** The study is devoted to the establishment of ways to improve the coating ability of waterborne paints and varnishes by varying the particle size of fillers and pigments, their refractive index and volume content in the coating. It has been shown that a decrease in the particle size and an increase in their refractive index leads to an increase in the coating ability of latex paint. It was found that, regardless of the nature of the filler (pigment), an increase in the volume concentration of the pigment of waterborne paint increases its covering ability. As a result of the calculations, the dependence of the increase in the paint hiding power on its volume concentration of pigment was found, with this increase being expressed in a logarithmic form for the titanium dioxide pigment of rutile modification and in an exponential form for calcium carbonate. The results illustrate the influence of the above factors and may be useful in the development of formulations for new water-based paint and varnish compositions.

**Key words:** latex paint, filler, pigment, calcium carbonate, titanium dioxide, volume concentration of pigment, refractive index.

Відомо, що перекривна здатність є одним із найважливіших декоративно – експлуатаційних параметрів. Перекривна здатність (%) - виражає здатність матеріалу перекривати колір підложки, і, згідно стандарту [1] являє собою відношення контрастності  $Y_b$  (показник світлості L на чорних квадратах) до  $Y_w$  (показник світлості L на білих квадратах).

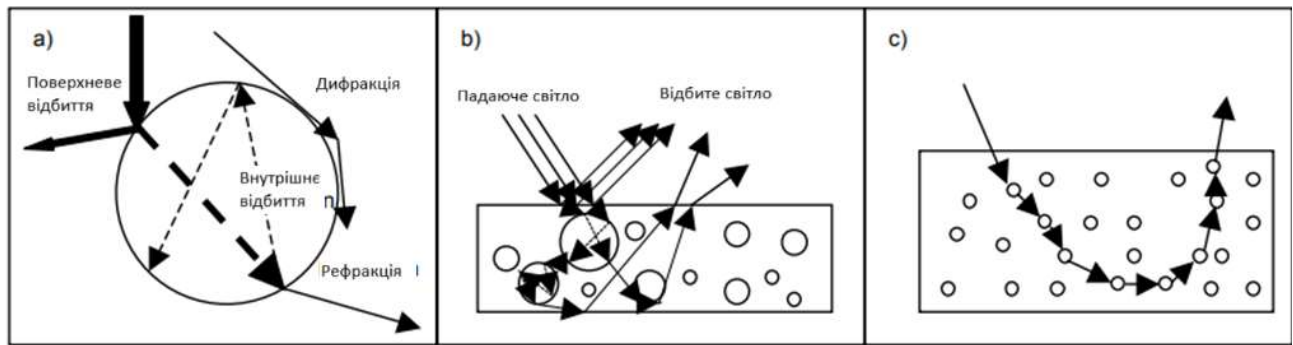
Об'ємна концентрація пігменту (ОКП, об. %) - об'ємне відношення пігменту або наповнювача до загального об'єму кінцевого покриття [2]. Ця величина є одним із визначальних характеристик полімерних композиційних матеріалів, що дає змогу зпрогнозувати цілу низку фізико-механічних властивостей фарби.

Для оптимізації процесу розробки латексних фарб вкрай необхідно розуміння ролі наповнювача і пігменту у матеріалі, а також залежність фізико механічних властивостей отриманих композицій від ОКП.

Основною відмінністю між пігментом і наповнювачем є показник заломлення світла  $n$ . Показник заломлення світла  $n$  є відношенням швидкості світла у вакуумі до швидкості світла у середовищі. Іншими словами, чим більше значення показника заломлення, тим більше промінь світла заломлюється у середовищі, відбиваючи назад колір самого пігмента або наповнювача, замість кольору підложки.

Відомо, що для найпоширеного наповнювача – карбонату кальцію – показник заломлення  $n$  складає 1,59; для діоксиду титану (рутильної модифікації) показник заломлення  $n$  складає 2,76 [3].

На рисунку 1 схематично зображений шлях променя світлу, що проходить крізь одиницю наповнювача (пігменту), сформовану плівку фарби.



**Рис. 1. Схематичне зображення шляху світла крiзь а) частинку пiгменту (наповнювача), б) декiлька одиниць пiгменту (наповнювача), i с) послiдовне вiдбиття променя свiтла крiзь низку частинок пiгменту (наповнювача) [3]**

Чим бiльший показник заломлення  $n$  частинки тим пiд бiльшим кутом промень свiтла вiдбивається вiд фази розподiлу частинка/середовище, що змушує потiк свiтла рухатися не по прямiй лiнii, вiдбиваючися вiд пiдложки i повертаючися до джерела свiтла, а по ламанiй, багаточисленно вiдбиваючися i заломлюючися крiзь частинки подiлу фаз на поверхнi пiгменту (наповнювача); таким чином, як було зазначено вище, потiк свiтла може не досягти пiдложки, а повернутися до напрямку джерела, передаючи тiльки колiр самого пiгменту (наповнювача).

Розмiр частинок теж сильно впливає на кiлькiсть заломлень свiтла, адже на одиницю маси частинок малого розмiру буде бiльше нiж великого, а отже i кiлькiсть вiдбиваннь i заломлень зросте, що призведе до зiбльшення покривної здатностi.

Збiльшення кiлькостi частинок на одиницю об'єму покриття збiльшить i кiлькiсть вiдбиваннь i заломлень променя свiтла, що призведе до пiдвищення перекривної здатностi фарби.

Комбiнуючи цi параметри можна вiдстежити одразу i вплив розмiру частинок i вплив показника заломлення на перекривну здатнiсть вододисперсної фарби. Використовуючи отриманi параметри на практицi, можна зрозумiти принцип змiни перекривної здатностi залежно вiд ОКП, розмiру частинок, iх типу, i спростити процес розробки полiмерних композицiйних матерiалiв.

Метою роботи є дослідження залежності перекривної здатності вододисперсної фарби від ОКП і типу пігмента (наповнювача) та розміру його частинок.

Об'єктом дослідження є вододисперсна фарба на стирол-акриловому зв'язуючому, кальцій карбонатному наповнювачу і пігменту діоксиду титану рутильної модифікації.

Для дослідження були сформовані рецептури фарби зі однаковою кількістю розчинника (води), та характеристиками, вказаними в таблиці 1:

**Таблиця 1. Характеристика досліджуваних фарб**

	ОКП 1	ОКП 2	ОКП 3
Карбонат кальцію	40%	60%	80%
Діоксид титану	4%	8%	12%

В якості наповнювача використовувався карбонат кальцію торгової марки NEOCARB натурального походження (Турція) і середнім розміром частинок 2 і 5 мкм (спосіб виготовлення – помол на бісерному млині).

В якості пігменту використовувався діоксид титану рутильної модифікації (спосіб виготовлення – сульфатний процес осадження) виробника SumTitan (м. Суми) R-2041 із середнім розміром частинок 0,4 мкм.

В якості плівкоутворювача використовувався стирол-акриловий соплімер торгової марки Revacryl. Рецептuru фарб вказана у таблиці 2:

**Таблиця 2. Рецептuru фарби**

Компонент	Вміст (у мас. частинах)
Вода	н/в
Піногасник	0,1 %
pH-стабілізатор	0,05%
Диспергуючий агент	0,1%-0,3%
Консервант	0,1%
SumTitan R-2041 / NEOCARB 2	н/в
Карбоксиметилцелюлоза	0,1%-0,5%
Коалесцент	0,1%-0,5%
Стирол-акрилова дисперсія Revacryl 910	н/в

*н/в – величина вар'юється в залежності від ОКП і виду наповнювача/пігменту*

Отримані композиції тестувалися на перекривну здатність за стандартом [1], на контрастну підложку аплікатором наносився шар фарби у 300 мкм.

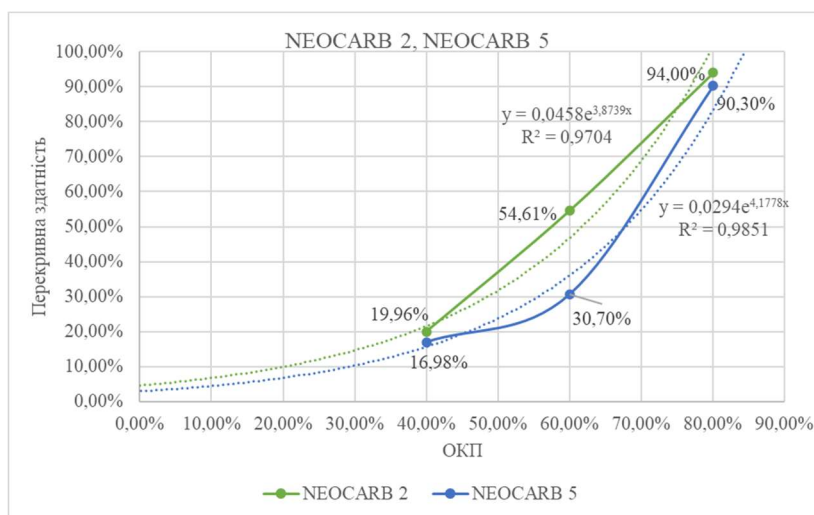
Після висихання протягом доби, були проведені заміри перекривної здатності покриттів за допомогою спектрофотометру X-Rite (США) у режимі Opacity. Вимірювалося три значення, з яких визначалося середнє.

В результаті замірів були отримані величини перекривної здатності (у %) для кожного покриття (Таблиця 3).

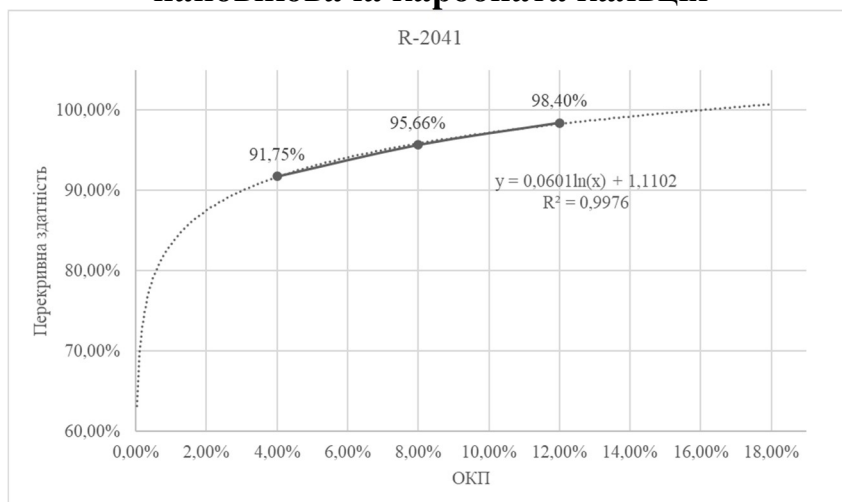
**Таблиця 3. Отримані результати**

	ОКП 1	ОКП 2	ОКП 3
NEOCARB 2	19,96%	54,61%	94,00%
NEOCARB 5	16,98%	30,70%	90,30%
R-2041	91,75%	95,66%	98,40%

За результатами були сформовані залежності перекривної здатності від ОКП покриття (Рисунок 2,3).



**Рис. 2. Залежність величини покривної здатності від ОКП покриття для наповнювача карбоната кальція**



**Рис. 3. Залежність величини покривної здатності від ОКП покриття для пігмента діоксида титану**

В результаті апроксимації залежностей для карбоната кальцію простежується експоненціальна залежність – поступовий ріст покривної здатності зі збільшенням ОКП. Також видна різниця в покривній здатності від розміру частинок. Завдяки тому, що NEOCARB 2 має менший розмір частинок, то їх більша кількість на одиницю маси збільшує кількість заломлень і відбиттів світла, що і призводить до більшої покривної здібності в порівнянні з NEOCARB 5, де, завдяки більшого розміру частинок, таких заломлень и відбиттів спостерігається менше.

Варто зазначити, що при великих значеннях, об'ємна концентрація полімеру може підвищитися до такої степені, що рівномірне змочування кожної частинки не стає можливим. Поріг рівномірного змочення наповнювача або пігмента полімером називається критичною об'ємною концентрація пігмента і виражається у відсотках. В результаті перевищення цього значення, спостерігається утворення багаточисленних мікропор, що складаються с наповнювача. Кожна така мікропора утворює нову межу фаз, а отже слугує додатковим джерелом заломлень і відбиттів для променя світла, що додатково збільшує покривну здатність покриття [4].

В результаті апроксимації залежності для діоксиду титану простежується логарифмічна залежність – а отже висока перекривна здатність при відносно невеликих значеннях ОКП, що досягається завдяки високому показнику заломлення і малих розмірів частинок.

## **ВИСНОВКИ**

В результаті вивчення залежності ОКП, розміру частинок і показника заломлення на перекривну здатність виявлено:

1. Зменшення розміру частинок наповнювача однієї природи призводить до збільшенню покривної здатності
2. Збільшення показника заломлення пігменту (наповнювача) підвищує покривну здатність.

3. Збільшення ОКП фарби у всіх випадках тестувань збільшує покривну здатність фарби.

### Список літератури:

1. International Organization for Standardization (2019). Paints and varnishes — Determination of hiding power — Part 3: Determination of hiding power of paints for masonry, concrete and interior use (ISO Standart No. 6504-3:2019).

2. Bodo, M., & Ulrich, P. (2011). Coatings Formulation: An International Textbook (2nd ed., pp. 61-65). Vincentz Network. ISBN: 978-3-86630-891-6. Retrieved from <https://download.e-bookshelf.de/download/0000/8392/20/L-G-0000839220-0002900303.pdf>

3. Kimberly, L. (2007). Enhanced Performance And Functionality Of Titanium Dioxide Papermaking Pigments With Controlled Morphology And Surface Coating. [Doctoral dissertation, Georgia Institute of Technology]. Retrieved from <https://repository.gatech.edu/server/api/core/bitstreams/f72ea620-64e9-4504-9d37-c9256e69d8a7>

4. Rodriguez, M. T. R., Gracenea, J., Saura, J. J., & Suay, J. (2004). The influence of the critical pigment volume concentration (CPVC) on the properties of an epoxy coating Part II. Anticorrosion and economic properties. *Progress in Organic Coatings*, 50(1), 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2003.10.014>