

## WPLYW ZAWARTOŚCI PIGMENTÓW I WYPEŁNIACZY NA BIAŁOŚĆ POWŁOK MALARSKICH

Piotr KONCA\*, Marcin FAŁEK\*\*

\* Politechnika Łódzka, Katedra Fizyki Budowli i Materiałów Budowlanych  
al. Politechniki 6, 90-924 Łódź, e-mail: [Piotr.Konca@p.lodz.pl](mailto:Piotr.Konca@p.lodz.pl)

\*\* Absolwent Wydziału Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Politechnika Łódzka

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych zestawów próbek i określono wpływ zawartości poszczególnych składników na białość powłok. W pomiarach składowych trójkromatycznych barwy wykorzystano spektrofotometr. Zastosowano przy pomiarach białości i różnicy barwy iluminant D<sub>65</sub> o temperaturze barwy wynoszącej 6504 K, emitowany przez lampę ksenonową oraz obserwatora 10°.

**Słowa kluczowe:** białość powłok, badania spektrofotometryczne, określanie optymalnego składu materiałów.

### 1. WPROWADZENIE

Celem pracy było określenie, wpływu podstawowych składników farb dyspersyjnych na wybrane cechy mechaniczne oraz na barwę, a także wytypowanie składu dającego wyniki najbardziej zbliżone do wzorca bieli. W skład mieszaniny w poszczególnych próbkach wchodziły następujące składniki: pigment, wypełniacz oraz spoiwo z dodatkami i domieszkami chemicznymi, takimi jak: odpienia-cze, etery celulozy czy substancje konserwujące. Zastosowano jeden rodzaj pigmentu biel tytanową, wypełniacz w postaci mączki dolomitowej, natomiast rolę spoiwa spełniała wodna dyspersja akrylowa. Wykonano 12 zestawów próbek o różnych zawartościach podstawowych składników, nałożonych na dwóch rodzajach podłoży: z zaprawy cementowej oraz na płytkach szklanych. Płytki szklane zostały pokryte farbą za pomocą aplikatora jednokrotnie i dwukrotnie. Pozwoliło to ocenić również poziom krycia farbą powierzchni przy jednej i dwóch warstwach powłoki. Badania nie obejmowały stosowania wybielaczy optycznych. Farby dyspersyjne są najczęściej spotykanymi farbami stosowanymi do malowania zarówno wewnątrz, jak i na zewnątrz budynków. Nadają się do malowania tynków, podłoży gipsowych, podłoży z betonów, cegły, drewna, mate-

riałów drewnopochodnych oraz tapet. Są to farby, których spoiwem jest dyspersja wodna cząsteczek różnego typu polimerów. Gwałtowny rozwój farb dyspersyjnych wiąże się z wprowadzeniem nowoczesnych surowców: nietoksycznych wypełniaczy i pigmentów, spoiw syntetycznych oraz wydajnych środków pomocniczych. Barwa powierzchni ma wpływ na wiele jej cech fizyko-mechanicznych takich jak trwałość, odkształcenia pod wpływem temperatury, czy nagrzewanie w słoneczne dni. Farby budowlane produkowane są w całej gamie barw, ale w przypadku koloru białego nie wyróżnia się żadnych odcieni, chociaż białość powierzchni materiałów określanych mianem „biały” jest bardzo różna.

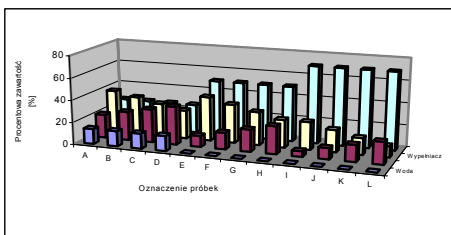
### 2. MATERIAŁ BADANY

Farba jest materiałem malarskim, substancją powłokotwórczą służącą do ochronnego lub dekoracyjnego pokrywania powierzchni dowolnych przedmiotów. Może zalegać na ich powierzchni lub nieznacznie wnikać w głąb. Materiały malarskie stosuje się w celu zabezpieczenia materiału budowlanego przed wpływami korozyjnymi i nadaniu mu estetycznego wyglądu. Jest to kompozyt o konsystencji płynnej lub półplastycznej. Podstawowym składnikiem materiału malarskiego jest substancja błonotwórcza (spoiwo), która w głównej mierze decyduje o właściwościach fizycznych, mechanicznych i chemicznych powłok malarskich, ich trwałości podczas eksploatacji, a także niejednokrotnie o walorach estetycznych. Wspólną cechą spoiw organicznych jest znacznie większa zdolność zwilżania i wiązania pigmentów oraz właściwości elastoplastyczne powłok, w przeciwieństwie do powłok mineralnych, nie wykazujących tej właściwości.

Optyczne działanie pigmentów białych polega na nie selektywnym rozpraszaniu światła. Do tej grupy pigmentów należą: ditlenek tytanu, siarczek cynku, litopon i biel cynkowa. Najważniejsze właściwości pigmentów bieli tytanowej to zdolność rozbielania, krycie, jasność, odcień, połysk, zamglenie, dyspergowalność, odporność na warunki atmosferyczne. Właściwości te są funkcją czystości chemicznej, stabilizacji sieci krystalicznej, wielkości cząstek i rozkładu wielkości. Zależą również od ośrodka, w którym biel tytanowa jest dyspergowana. Zdolność rozpraszania światła bieli tytanowych jest większa od pozostałych białych pigmentów [1].

Kolejnym bardzo ważnym składnikiem farb są wypełniacze. Funkcja wypełniacza w wyrobach malarskich sprowadza się głównie do polepszenia właściwości mechanicznych powłoki, polepszenia krycia, nieprzepuszczalności gazów i wody, odporności na wpływy atmosferyczne, a także obniżenie kosztów. W czasie produkcji farb wypełniacze mogą ułatwić również dyspergowanie pigmentów w spoiwie.

Podstawowymi składnikami użytymi do uzyskania powłok w niniejszym artykule były: pigment, wypełniacz oraz spoiwo z dodatkami i domieszkami chemicznymi takimi jak etery celulozy, odpieniacze, substancje konserwujące, stosowanymi w celu poprawy niektórych cech użytkowych. Zastosowano jeden rodzaj pigmentu biel tytanową oraz wypełniacz w postaci mączki dolomitowej, natomiast rolę spoiwa spełniała wodna dyspersja akrylowa. Wykonano 12 zestawów próbek o różnych składach (rys. 1), nałożonych na dwa rodzaje podłoży. Płytki szklane zostały pokryte za pomocą aplikatora farbą jednokrotnie i dwukrotnie, a do zaprawy cementowej wykorzystano malowanie pędzlem. Pozwoliło to ocenić również poziom krycia farbą powierzchni przy jednej i dwóch warstwach powłoki. Badania nie obejmowały stosowania wybielaczy optycznych.



Rys. 1. Podstawowe składniki badanych materiałów.  
Fig. 1. Basic components of tested materials.

W przypadku zawartości spoiwa na poziomie 30% próbki serii A÷D wymagały rozcieńczenia 10% wody w stosunku do całej masy.

### 3. BARWA I KOLOR

W języku polskim pojęcia barwa i kolor funkcjonują bardzo często jako synonimy, a w mowie potocznej są często uży-

wane w znaczeniu pojęcia przeciwnego do „białe”, „czarne”, albo „szare” [2]. Słowo kolor pochodzi z łaciny (color) i np. w poligrafii oznacza farbę o określonym kolorze, która po nałożeniu daje określoną barwę.

Barwa należy do subiektywnych wrażeń zmysłowych, podobnie jak dźwięk, zapach, smak, dotyk. Wrażenia te powstają pod wpływem bodźców działających na narządy zmysłów i podrażniających znajdujące się w nich receptory. W wyniku takiego działania, w receptorach pojawiają się impulsy nerwowe, wywołujące w mózgu odczucie odpowiednich wrażeń. Ilościowa charakterystyka barw powstających pod wpływem promieniowania widzialnego jest przedmiotem kolorimetrii fizycznej. Barwę można określić przez opisanie cech charakterystycznych wrażenia, jakie powstaje w umyśle, albo przez scharakteryzowanie bodźców świetlnych wywołujących jej wrażenie. W pierwszym przypadku mówimy o barwie postrzeganej, a w drugim o barwie psychofizycznej [3].

### 4. METODYKA BADAŃ

Próbki sporządzono poprzez dokładne wymieszanie składników. Składowe trójkromatyczne barwy oznaczono za pomocą spektrofotometru. Wyniki otrzymane na podstawie pomiarów składowych trójkromatycznych, pozwalają umieścić barwę w układzie CIE L\*a\*b\*. Każdy otrzymany wynik został uzyskany z uśrednienia trzech pomiarów przy użyciu dwóch metod. Pierwsza metoda SCE (Specular Component Excluded), wyklucza przy pomiarze światło odbite, czyli nie uwzględnia składnika zwierciadlanego. Druga metoda SCI (Specular Component Included), dokonuje pomiaru koloru przy włączonym odbiciu, gdzie uwzględnia się składnik zwierciadlany. Uzyskane powłoki były matowe i praktycznie otrzymane wyniki z tych dwóch metod różniły się nieznacznie. Do dalszych analiz używano wyników z metody SCI jako pełniej oddających warunki rzeczywiste.

Do określenia różnicy barwy zastosowano wzór:

$$\Delta E_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (1)$$

$\Delta E_{ab}$  jest odległością między dwoma punktami w przestrzeni barw i umożliwia określenie o ile jednostek różnią się od siebie badane barwy lub też jak zbliżono się do wzorca (np. bieli).

W zależności od sposobu określania białości, wzory na stopień bieli dają się podzielić na dwa typy [4]. Dla zobrazowania stopnia białości zastosowano wzór, który zaproponował Stensby, przyjmując  $\lambda=1$ ,  $\nu=-3$ ,  $\mu=3$ :

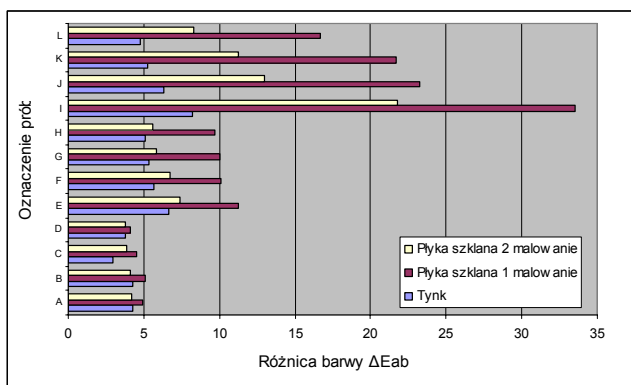
$$W = L - 3b + 3a \quad (2)$$

Stopień białości w szczególności przy wyrobach białych pokazuje różnice w odczuwalnej bieli.

W celu określenia cech mechanicznych (przyczepności) zastosowano metodę siatki nacięć, w celu wyeliminowania kompozytów o zbyt niskiej przyczepności. Niedostateczna przyczepność farb uniemożliwia ich wykorzystanie w praktyce.

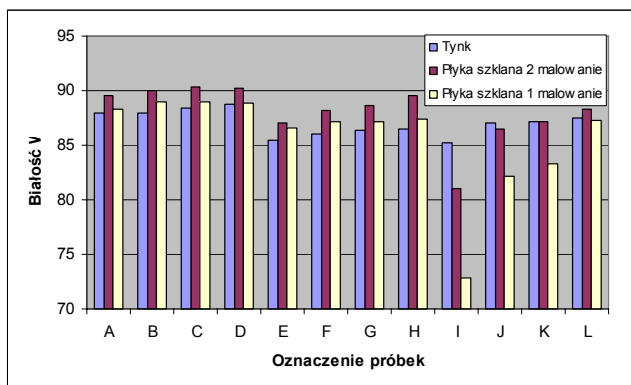
## 5. WYNIKI BADAŃ

Otrzymane wyniki zostały przeanalizowane, a także określono jak proporcje poszczególnych składników wpływają na badane parametry.



Rys. 2. Różnica barwy  $\Delta E_{ab}$  dla poszczególnych próbek w stosunku do wzorca bieli.

Fig. 2. Difference of colors between samples and white reference.



Rys. 3. Stopień białości wykonanych próbek.

Fig. 3. Degree of whiteness of specimens.

Grubość powłok przy dwukrotnym nakładaniu na powierzchnie szklane mieściła się między 90 a 130  $\mu\text{m}$ .



Rys. 4. Przyczepność próbek do podłoża.

Fig. 4. Sample adhesive to glass base.

## 6. PODSUMOWANIE

W przygotowywaniu próbek, duży wpływ na gęstość farby ma emulsja akrylowa, która spełnia rolę spoiwa. Próbki I ÷ L, w których było jej 70% były farbami najrzadszymi. Nie było problemów z dokładnym wymieszaniem składników podobnie jak w przypadku stosowania 50% dyspersji. Natomiast w próbkach A ÷ D gdzie emulsji akrylowej było najmniej 30%, należało dodać 10% wody destylowanej, aby było możliwe wymieszania składników do jednolitej masy. Wpływ ilości emulsji akrylowej był też widoczny w trakcie nakładania farby na płytki cementowe i na płytki szklane. Farby z największą zawartością emulsji akrylowej, w szczególności przy nakładaniu na płytki szklane, ślizgały się po płytce szklanej i widać było słabe krycie tej powierzchni (przebijała czarno-biała szachownica stosowana jako podkład pod płytki dla zwiększenia kontrastu). Ma to też odzwierciedlenie w wynikach różnicy barwy. Różnica barwy  $\Delta E_{ab}$  dla próbek I ÷ L przy malowaniu jednokrotnym na szybie jest bardzo duża w stosunku do wzorca bieli. Pomiar był wykonany podczas, gdy próbka leżała na czarnej powierzchni, a kolor czarny przebijał przez słabo kryjącą warstwę farby. Można zaobserwować, że druga warstwa na próbce szklanej, również znacząco różni się od tej samej farby nałożonej na płytkę cementową. W przypadku próbek A ÷ D, gdzie gęstość farby była dużo większa, a zawartość pigmentów i wypełniaczy stosunkowo duża uzyskano lepsze krycie powierzchni i mniejsze różnice barwy  $\Delta E_{ab}$ . Białość wyrobów poddanych badaniu można określić jako średnią. Otrzymane wyniki odpowiadają numerowi wzorca bieli 5÷6 w 12 stopniowej skali [5]. Różnice w barwach wskazują na konieczność stosowania farb dobrze kryjących pokrywanych powierzchnie. Ilość pigmentu wzrastała od 10 do 34% masy, jednak zmierzone składowe trójchromatyczne i białość próbek nie różniły się znacząco. Warto też wspomnieć, że w wykonanych powłokach nie stosowano różnego typu wybielaczy optycznych, czy innych związków poprawiających wrażenie białości.

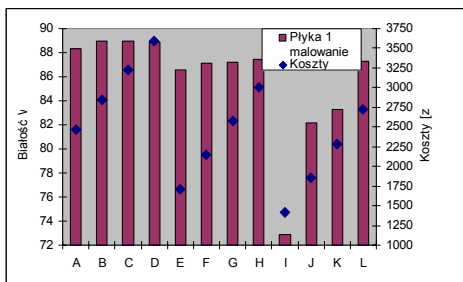
Najmniejsze różnice w barwie w stosunku do wzorca bieli mają próbki A ÷ D. Są to próbki, które w swoim składzie posiadają najmniej emulsji akrylowej w ilości 26%. Natomiast masa pigmentu (bieli tytanowej) wahała się między 22% a 34% i odpowiednio wypełniacza w postaci mączki dolomitowej od 26% do 39%.

Duża zawartość spoiwa w farbach akrylowych ma korzystny wpływ na cechy mechaniczne takie jak przyczepność czy szorowanie na mokro. Wszystkie otrzymane farby dyspersyjne miały dobrą przyczepność i w skali 6 stopniowej można określić je na poziomie 0-1.

Analizując natomiast próbki, w których jest ta sama ilość emulsji akrylowej, a krycie jest porównywalne, można zaobserwować zgodnie z oczekiwaniami, że im więcej bieli tytanowej, a mniej wypełniaczy, tym różnica w barwie jest mniejsza, niezależnie od podłoża. Głównie pigment ma największy wpływ na białość powłok malarskich.

Na tym etapie prowadzenia badań można określić, że proporcje takie jak w próbkach C czy D, są najbardziej korzystne, by osiągnąć barwę najbliższą wzorcowi bieli.

Warto też przyjrzeć się otrzymanym próbką od strony ekonomicznej (rys. 5). Najtańszymi składnikami tego typu wyrobów są wypełniacze i oczywiście woda, a najdroższymi pigmenty. Stosowanie nadmiernej ilości pigmentów powoduje duży wzrost kosztów niewspółmiernie do otrzymanych rezultatów. Zaletą próbek A ÷ D, prócz dobrego krycia, jest najmniejsza różnica barwy w stosunku do wzorca bieli i najwyższy stopień białości, przy stosunkowo najwyższych kosztach, natomiast rozwiązaniem optymalnym wydaje się stosowanie spoiwa na poziomie 50%, przy zawartości bieli tytanowej na poziomie 15%.



Rys. 5. Struktura kosztów w odniesieniu do białości farb.

Fig. 5. Structure of costs in refer to whiteness of paints.

Badane powłoki są matowe, a otrzymane różnice wyników zarówno metodą SCI jak i SCE są nieznaczne. Składnik zwierciadlany (odbicie światła) nie miał przy tych powierzchniach dużego znaczenia na różnicę w barwie i stopień białości.

Barwa jest wrażeniem subiektywnym obserwatora i dlatego też, przy ocenie wzrokowej autorów, w rozproszonym świetle dziennym, różnica między powłokami A ÷ H, była praktycznie niedostrzegalna. Używanie przyrządów takich jak spektrofotometr jest niezbędne do oceny obiektywnej, ale wymaga też określenia jakie różnice  $\Delta E_{ab}$  nie będą dostrzegane przez większość obserwatorów w danym zakresie barw.

#### IMPACT OF CONTENTS PIGMENTS AND SUPPLEMENT ON WHITENESS OF EMULSION PAINTS

**Summary:** This paper presents the results of laboratories investigations were introduced on 12 sets of samples. Whiteness of paints was determined by different components. The spectrophotometer were used for high-precision analysis of colour. An instrument with 0/d optical geometry illuminates the sample at the normal angle (0 degrees) and collects the light reflected in all directions.

#### Literatura

- [1] Stefańczyk B.: „Budownictwo ogólne”. Tom I i II – „Materiały i wyroby budowlane”, 2005r.
- [2] Felhorski W., Stanioch W.: *Kolorymetria trójchromatyczna*, Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa 1973.
- [3] Mielicki J.: *Zarys wiadomości o barwie*, Fundacja Rozwoju Polskiej Kolorystyki, Łódź 1997.
- [4] Ganz E.: *Appl. Optics* 15, 1976.
- [5] Ganz E.: *Appl. Optics* 18, 1976.