

dr inż. Adam Tarniowy¹⁾
mgr inż. Mirosław Bryk²⁾
mgr Renata Szczygłowska³⁾
dr hab. inż. Marcin Banach^{4)*}

Zabezpieczanie elewacji przed korozją mikrobiologiczną

DOI: 10.15199/33.2015.09.03

Problematyka niszczenia materiałów i konstrukcji budowlanych przez bakterie i grzyby oraz sposób zapobiegania tym procesom to jedno z istotnych wyzwań współczesnej chemii budowlanej. Powszechnie stosowaną metodą ochrony budowli przed czynnikami atmosferycznymi i klimatycznymi jest nakładanie odpowiednich wypraw tynkarskich oraz farb elewacyjnych. W artykule przedstawiono aktualny stan wiedzy na temat zabezpieczania farb i tynków przed korozją mikrobiologiczną.

Farby i cienkowarstwowe wyprawy tynkarskie

Farby i cienkowarstwowe wyprawy tynkarskie na bazie spoiw polimerowych znajdują coraz większe grono zwolenników ze względu na: niską cenę; łatwość aplikacji; duży wybór faktur powierzchni (drapana, pełna, modelowana itd.); możliwość doboru rodzaju wyprawy do właściwości podłoża; bogatą paletę kolorów. Są one jednak najbardziej narażone na korozję mikrobiologiczną. Ze względu na rozwinięty system barwienia mas tynkarskich, farby elewacyjne (fasadowe) stosuje się dosyć rzadko w przypadku nowych elewacji, natomiast podczas renowacji istniejących zyskują coraz większą popularność.

Zasady doboru farby fasadowej w przypadku nowego budynku są bardzo proste – **jaki jest rodzaj tynku, taką należy zastosować farbę fasadową**. Najpopularniejsze rodzaje stosowanych obecnie tynków cienkowarstwowych to: **akrylowe; silikonowe; silikatowe**. **Tynki mineralne**, ze względów aplikacyjnych i użytkowych, stosowane są rzadziej, ale z każdym rokiem cieszą się coraz większą popularnością. W tabeli 1 porównano właściwości tynków fasadowych, a w tabeli 2 przedstawiono ich zalety i wady.

W przypadku farb fasadowych stosowanych w celu renowacji starej fasady mamy nieco szersze pole manewru i nie musimy ściśle stosować się do zasady, jaki rodzaj podłoża, taka farba elewacyjna. W tym wypadku należy respektować zalecenia producentów poszczególnych rodzajów farb. Czynniki, które mają wpływ na wybór odpowiedniej farby, to:

- planowany koszt inwestycji;
 - rodzaj podłoża: mineralne, akrylowe, gipsowe, płytko-ceramiczne;
 - spoistość i trwałość podłoża;
 - paroprzepuszczalność przegrody;
 - zawilgocenie;
 - funkcja, np. obiekt zabytkowy, świątynia, obiekt handlowy itd.
- Podobnie jak w przypadku tynków, **najpopularniejsze są farby:**
- **akrylowe** – spoiwem jest dyspersja akrylowa lub styrenowo-akrylowa;
 - **silikonowe** – spoiwem jest dyspersja akrylowa plus żywica silikonowa i/lub hybrydowa dyspersja akrylowo-siliko-

¹⁾ Instytut Zarządzania i Inżynierii Produkcji, PWSZ Oświęcim

²⁾ Firma Wdrożeniowa „DAMITON”

³⁾ M&R Microbiology & Research

⁴⁾ Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

* Autor do korespondencji; e-mail: marcinbanach@chemia.pk.edu.pl

Tabela 1. Właściwości tynków cienkowarstwowych

Właściwości	Tynki akrylowe	Tynki silikatowe	Tynki mineralne
Elastyczność	wysoka	średnia	niska
Dyfuzyjność	ograniczona	dobra	bardzo dobra
Chłonność wody	niska	średnia	wysoka
Sposób wiązania	mechaniczny (adhezja)	chemiczno-mechaniczny	chemiczno-mechaniczny
Odporność na starzenie	ograniczona	wysoka	wysoka
Właściwości elektrostatyczne	niekorzystne	korzystne	korzystne
Odporność na zabrudzenia	niska	wysoka	niska
Odporność na korozję biologiczną	niska	wysoka	średnia
Kolorystyka	bez ograniczeń	ograniczona	szare, białe i ekstrabiałe
Odporność na czyszczenie mechaniczne (zmywanie)	wysoka	ograniczona	ograniczona
Malowanie	niewymagane	niewymagane	zalecane
Palność	nie rozprzestrzeniają ognia	nie rozprzestrzeniają ognia	niepalne

nowa, nadające powłoce bardzo dobre właściwości hydrofobowe i dlatego często reklamowane jako odporne na zabrudzenia, czy wręcz jako powłoki samoczyszczące;

■ **silikatowe** – rolę spoiwa pełni najczęściej krzemian potasu (popularne szkło wodne).

Farby mineralne (wapienne) znajdują zastosowanie przede wszystkim w obiektach zabytkowych, gdzie istotne jest zachowanie tradycyjnych materiałów. Dobrze dobrana farba fasadowa poprawi nie tylko estetykę budynku, ale też będzie barierą dla negatywnego oddziaływania środowiska zewnętrznego. W przypadku wykorzystania farby elewacyjnej jako środka renowacyjnego, bardzo istotne jest odpowiednie przygotowanie i wzmocnienie podłoża. Zazwyczaj producenci farb oferują odpowiednie środki gruntujące, które z jednej strony wzmocniają podłoże, a z drugiej zapewniają odpowiednią adhezję pomiędzy farbą a podłożem.

Przed przystąpieniem do nakładania gruntów i farb należy zwrócić uwagę na skażenie mikrobiologiczne pojawiające się na starych elewacjach. Efektem skażenia mogą być widoczne obszary porośnięte grzybami lub pleśnią (fotografia). Czasami skażenie mikrobiologiczne nie jest widoczne. Szczególnie narażone są ściany o niewielkim lub zerowym nasłonecznieniu i dużym zawilgoceniu. W jednym i drugim przypadku położenie warstwy farby na powierzchni skażonej biologicznie może zakończyć się przebarwieniem lub uszkodzeniem nowej powłoki na skutek działania mikroorganizmów.



Miejsce spływu wody z parapetu

Tabela 2. Zalety i wady tynków cienkowarstwowych

Zalety	Wady
Tynki akrylowe	
duża paleta kolorów, zmywalne, elastyczne, bardzo dobra przyczepność, dobra odporność mechaniczna, najłatwiejsze w układaniu, szczelne na opady atmosferyczne, odporne na zarysowania	wysoka cena, mała paroprzepuszczalność, mają właściwości elektrostatyczne – przyciągają kurz, ze względu na niską paroprzepuszczalność, niepolecane na wełnę mineralną, podatne na „odparzenia” na wilgotnym podłożu
Tynki silikatowe	
zdolność samooczyszczania się, trwałe, odporne na zmienne warunki atmosferyczne, paroprzepuszczalne, nadają się na podłoża mineralne, styropian i wełnę mineralną, odporne na zabrudzenia, grzyby i algi	droższe od akrylowych, mniej elastyczne niż akrylowe, ograniczona paleta barw – jedynie pastelowe kolory, najtrudniejsze w pracy dla wykonawcy, niewielka trwałość barw, mało odporne na zarysowania
Tynki silikonowe	
zdolność samooczyszczania się, wysoka elastyczność, żywe, mocne i trwałe kolory, łatwe do nakładania, paroprzepuszczalność lepsza niż akrylowych	wysoka cena, tracą właściwości hydrofobowe w trakcie eksploatacji
Tynki mineralne	
tanie i naturalne, niepalne – klasyfikacja A1, szybki czas wiązania, trwałość – spoiwa z czasem twardnieją, paroprzepuszczalne	nasiąkliwe, wersje bez hydrofobizatorów łatwo porastają mchem, mała gama kolorów – białe, szare, nietrwałe kolory, trudne w aplikacji, łatwość zanieczyszczenia (konieczne jest pomalowanie farbą elewacyjną), konieczność przestrzegania proporcji podanych przez producenta, mała elastyczność

Najczęstszym sposobem zabezpieczenia farb przed skażeniem mikrobiologicznym jest zastosowanie środków biobójczych. Z reguły stosuje się dwa rodzaje biocydów: zabezpieczające produkt w trakcie przechowywania, w stanie mokrym – typu „in-can” oraz zabezpieczające powłokę po aplikacji – typu powłokowego. Biocydy nie są obojętne dla organizmów żywych, w tym ludzi. W procesie eksploatacji ściany, m.in. wskutek erozji, następuje stopniowe uwalnianie tych związków do środowiska, co może skutkować tworzeniem szkodliwych dla zdrowia bioaerozoli.

Środki chemiczne zabezpieczające elewacje przed korozją mikrobiologiczną

Zgodnie z Dyrektywą 98/8/WE [1], ustawą o produktach biobójczych (Dz.U. 2002 nr 175, poz. 1433) [2] i rozporządzeniem w sprawie kategorii i grup produktów biobójczych wg ich przeznaczenia (Dz.U. 2003 nr 16, poz. 150) [3], produktem biobójczym jest *substancja czynna lub preparat zawierający co najmniej jedną substancję czynną, w postaciach, w jakich są dostarczone użytkownikowi, przeznaczone do niszczenia, odstraszenia, unieszkodliwiania, zapobiegania działaniu lub kontrolowania w jakikolwiek inny sposób organizmów szkodliwych przez działanie chemiczne lub biologiczne*. Zgodnie ze wspomnianym rozporządzeniem [3], substancje biobójcze dzieli się na 23 grupy w 4 kategoriach.

Stosowane współcześnie materiały budowlane i wykończeniowe, w tym tynki, grunty, a przede wszystkim farby powinny zapewniać odpowiednią jakość i bezpieczeństwo zdrowotne podczas użytkowania gotowego wyrobu w postaci powłoki. Synergistyczne oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych i wewnętrznych sprzyja biokorozji, czyli procesom niszczenia materiałów budowlanych przez mikroorganizmy. Najczęściej biokorozję powodują bakterie i mikroskopijne grzyby, których rozwój prowadzi do niekorzystnych modyfikacji i utraty optymalnych właściwości użytkowych [4]. Kolonizacja mikrobiologiczna malowanych budynków powoduje problemy estetyczne i może prowadzić do degradacji powłok i odprysków [5]. Znacznie groźniejsze w skutkach może być oddziaływanie grzybów pleśniowych na zdrowie ludzi. Zarodniki i fragmenty grzybni, uwalniające się od podłoża, tworzą wraz z bakteriami i kurzem bioaerozol zanieczyszczający powietrze. Może on zawierać toksyczne związki zwane mykotoksynami, które wywołują alergię.

Jednoznacznie sformułowane wymagania europejskie higieniczno-sanitarne oraz dotyczące odporności na korozję biologiczną, stawiane obiektom budowlanym, zostały zawarte m.in. w Dyrektywie Rady Wspólnot Europejskich 89/106/EEC (Rozdział 4, § 322.2). Obligują one do stosowania materiałów, wyrobów i elementów budowlanych, które są odporne na zagrybienie i inne formy biodegradacji. Zgodnie z wymaganiem podstawowym nr 3 zawartym w Dokumentie Interpretacyjnym w sprawie zbliżania ustaw i aktów prawnych do dyrektywy, obiekty budowlane nie powinny stanowić zagrożenia zdrowotnego użytkowników oraz środowiska [6]. Spełnienie takiego kryterium przez wyrób jest podstawą do ekologicznego oznakowania produktu, co wydaje się szczególnie cenne wobec coraz większej konkurencji w tej branży i promowania produktów przyjaznych środowisku. Obecnie w celu zapewnienia odpowiedniej ochrony stosuje się przede wszystkim biobójcze substancje czynne, które są substancjami chemicznymi o szerokim spektrum działania i mogą mieć szkodliwy wpływ na zdrowie człowieka i środowisko.

Koncentracja biocydów w farbach wynosi zazwyczaj 0,5% wt. Wydłużenie czasu ochrony powłoki może być uzyskane tylko przez zwiększenie stężenia biocydu. Rozpuszczalne w wodzie biocydy mają skłonność do nadmiernego wypukiwania, dlatego też są stosowane w wysokich stężeniach. Może to zmienić właściwości mechaniczne powłoki. Nie ma uniwersalnego biocydu lub substancji czynnej, która jest kompatybilna ze wszystkimi składnikami farby i spełnia wymagania producentów powłok. Winowski sugeruje, że w celu zapewnienia ochrony suchych powłok z produktów wodorocieńczalnych stosuje się dwa razy więcej rozpuszczalnych w wodzie środków biobójczych [7]. Powszechnie stosowanymi środkami biobójczymi do ochrony farb są izotiazolinon oraz karbendazym, ale ostatnio wprowadzone zmiany prawne ograniczają stosowanie tego i innych produktów. Ponadto, karbendazym nie hamuje powszechnie występujących grzybów z rodzaju *Alternaria* [8]. Często stosuje się również mieszanki biocydów, które obejmują mieszaniny środków grzybobójczych i algicydów.

Nanosrebro jako alternatywa biocydów

Bezpieczne dla zdrowia i środowiska jest zastosowanie nanocząstek srebra jako ochrony mikrobiologicznej i mykologicznej. Z danych literaturowych wynika, że nanosrebro wy-

kazuje właściwości antybakteryjne i antygrzybiczne [9]. Przeciwbakteryjne właściwości są coraz lepsze wraz ze zmniejszaniem się wymiarów jednostkowych nanocząstek. Skuteczność antybakteryjna nanosrebra zależy również od kształtu i wielkości cząstek. Najsilniejsze właściwości wykazują cząstki o kształcie trójkątnym [9]. Natomiast jeśli chodzi o wielkość, to nanocząstki mniejsze od 25 nm wykazywały MIC (minimalne stężenie hamujące, Minimal Inhibitory Concentration) równe 6,75 – 54 µg/cm³, podczas gdy MIC cząstek o rozmiarze 25 nm wynosiło 1,69 – 13,5 µg/cm³ w stosunku do wieloopornych bakterii [10-12].

Stosowanie nanocząstek o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych w materiałach budowlanych może przynieść wiele korzyści, takich jak: wzmocnienie właściwości higienicznych; zapobieganie rozwojowi mikroorganizmów oraz zachowanie właściwości mechanicznych. Dodatkowo nanosrebro nie sublimuje z powłoki, natomiast biocydy są lotne i uwalniają się do środowiska.

Ocenie aktywności przeciwygrzybiczej poddano grunt i tynk silikonowy z nanocząstkami srebra 1% oraz z biocydem, farbę silikonową z nanocząstkami srebra 1%, 2%, 3% oraz farbę silikonową z biocydem. Sprawdzono również farbę silikonową w dwóch różnych układach zabezpieczających: srebro nanostrukturalne 1% + 0,05% MBT 50% (gdzie MBT – merkaptobenzotiazol) oraz srebro nanostrukturalne 1% + 0,1% ACTICIDE (R) EPW (tzw. biocyd powłokowy stanowiący mieszaninę modyfikowanego algicydu-Diuronu wraz z kombinacją fungicydów). Badanie odporności na grzyby przeprowadzono wg PN-EN 15457:2008 [13]. Potwierdzono aktywność przeciwygrzybiczną badanego srebra nanostrukturalnego w badanych produktach. Uzyskane zabezpieczenia odpowiadają lub przewyższają efekty grzybobójcze w przypadku stosowania substancji czynnych w postaci biocydów. Na uwagę zasługuje zastosowanie nanocząstek srebra o stężeniu 2% i 3% w farbie silikonowej, gdyż ich efektywność przewyższa skutecznością zabezpieczenie biocydem [13].

Podsumowanie

Mikrobiologiczna korozja tynków i farb dotyczy przede wszystkim materiałów zawierających rozpuszczone lub zdypergowane w wodzie związki, które mogą być źródłem węgla dla mikroorganizmów. Najczęściej są to pochodne celulozy, związki białka lub inne środki modyfikujące właściwości farb i tynków. Badania nad doborem środków ochronnych wypraw tynkarskich i farb elewacyjnych są bardzo cza-

ślonne. Z doświadczeń wielu badaczy wynika, że prawidłową ocenę skuteczności środka ochronnego w powłoce malarskiej czy tynkowej można uzyskać tylko na podstawie wyników badań w warunkach naturalnych [14]. Niemniej jednak uzyskane wstępne wyniki badań nad zastosowaniem nanosrebra jako środka ochronnego w produkcji farb i tynków akrylowych oraz silikonowych wydają się bardzo obiecujące.

Literatura

- [1] Dyrektywa 98/8/WE z 16 lutego 1998 r. w sprawie wprowadzania do obrotu produktów biobójczych.
- [2] Ustawa z 13 września 2002 r. o produktach biobójczych, Dz.U. nr 175, poz. 1433.
- [3] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 17 stycznia 2003 r. w sprawie kategorii i grup produktów biobójczych według ich przeznaczenia, Dz.U. nr 16, poz. 150.
- [4] Cwalina B., Dzierżewicz Z., Czynniki sprzyjające biologicznej korozji konstrukcji żelbetowych (cz. I), Przegląd Budowlany 07-08/2007, ss. 52 – 59.
- [5] Bellotti N., Salvatore L., Deyá C., Del Panno M. T., Del Amo B., Romagnoli R., The application of bioactive compounds from the food industry to control mold growth in indoor waterborne coatings, Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, Volume 104, 1 April 2013, Pages 140 – 144.
- [6] Edge M., Allen N. S., Turner D., Robinson J., Seal K., Prog. Org. Coat. 43 (2001).
- [7] Winowski K., 2004. Biocide optimization: blends of actives. PCI e Paint and Coatings Industry. <http://www.pcimag.com/CDA/Archives> (accessed 21.01.11).
- [8] Gutarowska B., Skora J., Zduniak K., Rembisz D., Analysis of the Sensitivity of microorganisms contaminating museums and archives to silver nanoparticles, International Biodeterioration & Biodegradation 68 (2012) 7e17.
- [9] Konwar U., Karak N., Mandal M., Prog. Org. Coat. 68 (2010) 265 – 273.
- [10] Biodeterioration of external architectural paint films – A review, C. C. Gaylarde a, L. H. G. Morton b, K. Loh c, M. A. Shirakawa, C. C. Gaylarde et al./International Biodeterioration & Biodegradation 65 (2011) 1189 – 1198.
- [11] Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich (89/106/EEC) w sprawie zbliżania ustaw i aktów wykonawczych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych z 21 grudnia 1988 r.
- [12] Dokument interpretacyjny do Dyrektywy 89/106. Wymaganie Podstawowe nr 3 „Higiena, zdrowie i środowisko”, Warszawa 1994 (54 – 56).
- [13] Banach M., Szczygłowska R., Pulit J., Bryk M. (2014) Building Materials with Antifungal Efficacy Enriched with Silver Nanoparticles. Chem Sci J 5: 085. doi: 10.4172/2150-3494.1000085.
- [14] Zyska B., Mikrobiologiczna korozja materiałów, WNT, Warszawa 1977.

Przyjęto do druku: 07.08.2015 r.

Rola kosztorysu w zamówieniach publicznych...

7 – 9 października 2015 r. w Ciechocinku odbędzie się XXI Konferencja Naukowo-Techniczna zorganizowana przez firmę OWEOB „Promocja” Sp. z o.o. pod patronatem medialnym m.in. miesięcznika „Materiały Budowlane”. Impreza ta powinna zainteresować praktyków, zajmujących się przygotowaniem, realizacją i rozliczaniem inwestycji. Prelegentami będą doświadczeni specjaliści, uczestnicy procesu inwestycyjnego, reprezentujący wykonawców, inwestorów, projektantów i kosztorysantów. Temat tegorocznej konferencji „Rola kosztorysu w zamówieniach publicznych na etapie wyboru oferty i realizacji inwestycji – teoria i praktyka” wpisuje się w aktualne problemy środowiska budowlanego. Podczas

obrad omówione zostaną zagadnienia dotyczące prawa zamówień publicznych w świetle dotychczasowych zmian i kolejnych zapowiedzianych, prawidłowego procesu wyceny, roli kosztorysu inwestorskiego oraz „rażąco niskiej ceny”. Pojawiają się również wybrane orzeczenia KIO z przykładami niewłaściwie zawartych umów lub innych konfliktów między stronami. Ciekawym punktem konferencji będą warsztaty kosztorysowania z wykorzystaniem modelu BIM, które poprowadzą doświadczeni specjaliści.

Szczegółowe informacje i zgłoszenie na konferencję na stronie: www.sekocenbud.pl/konferencja oraz www.materiaלבudowlane.info.pl.