

# Starzenie powłok malarskich

DOI: [dx.doi.org/10.15199/33.2014.12.07](https://doi.org/10.15199/33.2014.12.07)

**N**a wielu materiałach, nawet codziennego użytku widzimy napis „odporny na UV”. To promieniowanie stało się pewnym dogmatem, który zadomowił na dobre i w przemyśle wyrobów malarskich. Producenci farb piszą na swoich opakowaniach, że wyrób, a dokładniej powłoka malarska jest odporna na niszczące działanie promieniowania ultrafioletowego. Czy na pewno promieniowanie UV niszczy powłoki malarskie? Przed rozpoczęciem wyjaśniania należy scharakteryzować promieniowanie ultrafioletowe. Jest to rodzaj promieniowania elektromagnetycznego o długości fali 100 – 400 nm. Ma więc krótsze fale niż światło widzialne, a więc pozostaje niewidoczne dla człowieka. Promieniowanie to zostało podzielone umownie na 3 pasma: UV-C (100 do 200 nm), UV-B (280 do 320 nm) i UV-A (320 do 400 nm).

Ultrafiolet emitowany przez Słońce jest w znacznej części pochłaniany przez atmosferę Ziemi, dlatego też wszelkie obserwacje ciał niebieskich emitujących ultrafiolet wymagały wysłania w kosmos teleskopów, szczególnie teleskopu Hubble’a, gdyż z Ziemi były one niewidoczne. Dowodzi to, że ultrafiolet wcale nie dociera w tak dużym stopniu do Ziemi, a zatem nie ma aż tak dużego wpływu na starzenie, jak powszechnie przyjęto. Warstwa ozonu (ozonosfera) znajdująca się 20 – 50 km nad Ziemią chroni naszą planetę i organizmy żywe przed działaniem promieniowania UV.

Jak wynika z danych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, zabójcze dla wszelkich organizmów żywych jest promieniowanie UV-C, które stosuje się do sterylizacji narzędzi chirurgicznych, a emitowane przez Słońce jest całkowicie pochłaniane w górnych warstwach atmosfery. Promieniowanie UV-B powodujące efekty oparzenia skóry jest w znacznej części pochłaniane przez warstwę ozonową – do powierzchni Ziemi dociera jedynie kilka procent tego promieniowania – oraz

chmury i szyby okienne. Promieniowanie UV-A jest w niewielkim stopniu pochłaniane w atmosferze, a zatem dociera do powierzchni Ziemi i wpływa negatywnie na system immunologiczny. Oddziaływanie wszystkich zakresów promieniowania UV jest szkodliwe dla żywych tkanek, szczególnie skóry człowieka. A co z materiałami polimerowymi, powłokami malarskimi i innymi narażonymi na operację Słońca? Okazuje się, że teoria o niszczącym działaniu ultrafioletu to tylko i wyłącznie teoria.

## Zapomniane promieniowanie podczerwone

Teorie o niszczącym działaniu promieniowania ultrafioletowego przykryły całkowicie inny rodzaj promieniowania, które jest również emitowane przez Słońce. Mowa oczywiście o podczerwieni, czyli promieniowaniu elektromagnetycznym o długości fal pomiędzy światłem widzialnym a falami radiowymi, a więc w zakresie 780 nm do 1 mm.

Podczerwień dociera do powierzchni Ziemi, powodując wzrost temperatury i nagrzewanie się przedmiotów, które znajdują się w polu działania tego promieniowania. Energia dostarczona do danego przedmiotu powoduje jego nagrzewanie się i przyspieszenie zmian, które w temperaturze np. 20 °C zachodziłyby dużo wolniej. Ciepło, a więc wywołanie i przekazywanie energii chaotycznego ruchu cząsteczek sprawia, iż zmiany zachodzą bardziej dynamicznie, a jako zasadę można przyjąć, że każde podniesienie temperatury o 10 °C dwukrotnie przyspiesza zachodzące zmiany. To właśnie promieniowanie podczerwone powoduje największe zmiany i jest przyczyną starzenia się wszystkiego, co nas otacza.

## Światło widzialne

Światło widzialne, a więc zakres fal 380 – 780 nm, to promieniowanie elektromagnetyczne, na które reaguje siatkówka oka, umożliwiając proces widzenia. Z całego pasma promieniowania, jakie dociera do Ziemi, światło widzialne stanowi 38%. Czy aby na pewno to światło nie powoduje żadnych zmian? Sięgnijmy do przykładów różnych reak-

cji chemicznych, do zainicjowania których potrzebne jest światło widzialne. Nie musimy szukać daleko, wystarczy, że spojrzymy na rośliny i przypomnimy sobie o fotosyntezie. Skoro światło widzialne może powodować reakcje w roślinach, to może też wzbudzać procesy starzeniowe w polimerach. W tabeli przedstawiono charakterystykę irradiancji słonecznej w różnych pasmach.

## Irradiancja słoneczna w różnych pasmach

Pasma	Długość fali [nm]	Irradiancja [W/m <sup>2</sup> ]	% promieniowania
Ultrafiolet	< 350	62	4,5
Bliski ultrafiolet	350 – 400	57	4,2
Widzialne	400 – 780	522	38,2
Podczerwień	780 – 1000	726	53,1
Stała słoneczna	1367	100	

W związku z tym, że do Ziemi dociera najwięcej promieniowania podczerwonego i widzialnego, a ponad 10-krotnie mniej ultrafioletu, który do tego jest absorbowany w ozonosferze, chmurach i parze wodnej, to zmiany starzeniowe powstające w powłokach malarskich są wynikiem działania tych dwóch składowych promieniowania (pasma widzialnego i podczerwonego).

## Metodyka badawcza

Wszelkie metody badawcze, które stosowane są wręcz jako wyznacznik jakości i trwałości powłok malarskich, wykorzystują promieniowanie ultrafioletowe. Mowa o badaniach w aparatach z lampami fluorescencyjnymi, np. QUV (Q-LAB), UVTest (Atlas) oraz z lampami ksenonowymi, np. Xenotest (Q-LAB), Suntest (Atlas) czy Solarbox (Co.Fo.Me.Gra) oraz o metodach badawczych opisanych w normach PN ISO 11507:2008 (lampy fluorescencyjne), PN-EN ISO 11341:2005 i PN-EN ISO 4892-2:2006 (lampy ksenonowe).

W Kalifornii i Arizonie znajdują się stacje badawcze, gdzie powłoki są wystawiane na naturalną ekspozycję Słońca przez całe lata. Urządzenia tam zamontowane są najprostszymi stojakami z odpowiednio nachylonymi po-

<sup>1)</sup> Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Farb, Klejów i Polimerów „Spektrochem”, Tamobrzeg; e-mail: [spektrochem@poczta.onet.pl](mailto:spektrochem@poczta.onet.pl)

włokami lub stanowią specjalnie podążające za promieniowaniem słonecznym automaty skupiające światło za pomocą lusterek (Q-Trac).

W „Spektrochemie” prowadzone są obserwacje zachowania się powłok malarskich i wypraw tynkarskich od wielu lat. Zgromadzono setki wyników badań prowadzonych w laboratorium i w warunkach naturalnych. Zastanawiające zawsze było to, że powłoki malarskie i wyprawy tynkarskie poddane badaniom w aparatach z lampami ksenonowymi czy fluorescencyjnymi wytrzymały po kilka tysięcy godzin ekspozycji, a w naturalnych warunkach wykazywały degradację już po kilkunastu miesiącach (spadek białości, wzrost zażółcenia, zmiana odcienia barwy i dalej postępujące zniszczenia w postaci spękania, łuszczenia itp.).

Na fotografii widać złuszczenie natryskowej wyprawy tynkarskiej. Destrukcja nastąpiła w okresie miesiąca po półtora roku od nałożenia tynku. Ta sama wyprawa tynkarska nie wykazała żadnych zmian w aparacie QUV w ciągu 5000 h ekspozycji (z różną kombinacją napromieniowania, kondensacji itp.) oraz w aparacie Xenotest w ciągu 5000 h.

Podobnym przykładem są powłoki malarskie z farb dachowych (do malowania blach ocynkowanych). Już po jednym roku eksploatacji w warunkach rzeczywistych następuje istotna zmiana odcienia barwy ( $\Delta E \sim 5,0$ ) i obniżenie połysku, podczas gdy po 2000 h w aparatach Solarbox, Xenotest i QUV nie są zauważalne żadne zmiany. Występują też inne przypadki, gdy już po kilku godzinach badania wymienionymi aparatami następuje destrukcja, a w praktyce powłoka otrzymywana z tego samego materiału malarskiego jest trwała przez długie lata. Z czego wynikają rozbieżności rzeczywistej trwałości i trwałości po wykonaniu tysięcy godzin naświetlania w specjalnych urządzeniach?



Złuszczenie wyprawy tynkarskiej po 1,5 roku od nałożenia

W celu jednoznacznego określenia trwałości powłok malarskich w „Spektrochemie” przeprowadzono badania porównawcze eksploatacji powłok i wypraw tynkarskich w warunkach naturalnych oraz za pomocą różnych urządzeń badawczych. Zbadano farby do malowania elewacji budynków oraz wnętrz, a także cienkościenne wyprawy tynkarskie. Wykonano badania mające na celu określenie wpływu zróżnicowanych czynników starzeniowych (cykli badawczych) na zmianę barwy (białość i zażółcenie) i przełożenie na zmianę białości i zażółcenia powłok wystawionych na działanie naturalnych warunków atmosferycznych. Badanie zmiany białości i zażółcenia przeprowadzono po starzeniu naturalnym, naświetlaniu lampą kwarcową i w aparacie Solarbox oraz po wygrzewaniu w cieplarni w temperaturze 50 °C.

### Wyniki badań

„Starzenie 1” prowadzone w ciągu 5 cykli 6 h lampą kwarcową + 18 h w temperaturze 50 °C spowodowało największy spadek białości (z 79,9 do 68,7) i największy wzrost zażółcenia (z 0,2 do 3,9). Zmiana białości i zażółcenia, jakie zaszły w wyniku tego typu starzenia, odpowiadają zmianom, jakie zaszły na badanych powłokach w czasie 2 lat.

Naświetlanie prowadzone rtęciową lampą kwarcową w czasie 12 h spowodowało spadek białości z 79,2 do 78,4 oraz wzrost zażółcenia z 0,5 do 0,9, a naświetlanie prowadzone w aparacie Solarbox przyczyniło się do wzrostu białości z 80,0 do 80,9 i spadku zażółcenia powłoki z 0,4 do 0,1. Ciągłe naświetlanie lampą kwarcową powoduje bardzo nieznaczny spadek białości i niewielki wzrost zażółcenia, w przełożeniu na zmiany obserwowane w ekspozycji powłok w warunkach naturalnych i w odniesieniu do badania prowadzonego wg starzenia 1.

Naświetlanie w aparacie Solarbox powoduje wystąpienie pewnych anomalii w postaci wzrostu białości i spadku zażółcenia po naświetlaniu w czasie 12 h. Oznacza to, że powłoka wręcz wybiela się wraz z upływem czasu, co w odniesieniu do 2-letniego wystawienia powłok w stacji badawczej nie znajduje potwierdzenia.

Działanie samej temperatury 50 °C powoduje obniżenie białości z 80,0 do 78,3 i wzrost zażółcenia z 0,6 do 0,9.

### Wnioski

Z przedstawionych badań wynika, że: działanie światła lampy kwarcowej (ciągłe naświetlanie) powoduje nieznaczną zmianę białości i zażółcenia powłok. Natomiast działanie samego światła emitowanego przez aparat Solarbox (ciągłe naświetlanie) powoduje uaktywnienie ultrafioletem związków obecnych w powłoce (pochodzących z napelniaaczy) zachowujących się jak wybielacze optyczne. Stąd wzrost białości i spadek zażółcenia po naświetlaniu.

Działanie podwyższonej temperatury w sposób ciągły również nie przyczynia się do powstawania zauważalnych zmian białości i zażółcenia. Zastosowanie cyklu 6 h naświetlania pod lampą kwarcową i 18 h wygrzewania w cieplarni powoduje odzwierciedlenie zmian, jakie zaszły w powłokach w trakcie ich ekspozycji w warunkach naturalnych w okresie 2 lat.

Zmiany, jakie zachodzą w warunkach naturalnych, wymagają zainicjowania światłem (całe pasmo docierające do Ziemi – lampą kwarcową) i przyspieszenia tych zmian w podwyższonej temperaturze. Brak przełożenia zmian zachodzących w aparacie Solarbox w odniesieniu do zmian, jakie występują w warunkach naturalnych, oznacza, że światło emitowane przez ten aparat (i inne podobne) nie ma nic wspólnego ze światłem docierającym do Ziemi ze Słońca, gdyż na żadnej z badanych powłok w warunkach naturalnych nie wystąpił wzrost białości i spadek zażółcenia. Oznacza to również całkowitą nieprzydatność metody badawczej i wprowadzanie producentów wyrobów malarskich w błąd.

Producenci wyrobów malarskich powierający swoje wyroby do badań w zagranicznych i krajowych laboratoriach, które wykonują je wg błędnych metod badawczych, otrzymują bezwartościowe wyniki. Często okazuje się, że wyroby ocenione pozytywnie są reklamowane z powodu płowiejących lub żółknących powłok. Natomiast wyroby ocenione negatywnie nie są wprowadzane na rynek, mimo dobrej jakości, ponieważ nie są odporne na światło, które do Ziemi nie dociera, a które zostało zastosowane w metodzie badawczej.

Otrzymano 28.11.2014 r.