

mgr inż. Krzysztof Patoka¹⁾

Degradacja MWK

W związku z zaistniałymi w tym roku trudnościami gospodarczymi, na rynku materiałów dachowych pojawiły się problemy polegające, m.in., na braku ciągłości dostaw. Okres oczekiwania na niektóre rodzaje pokryć dachowych uległ wydłużeniu, a terminy dostaw są trudne do ustalenia. W związku z tym, coraz częściej obserwujemy dachy pokryte tymczasowo membranami wstępnego krycia (MWK). Niestety taki sposób działania pogarsza trwałość MWK, ponieważ promieniowanie ultrafioletowe (UV) zawarte w świetle słonecznym powoduje ich degradację. Dzieje się tak dlatego, że MWK muszą być wykonane z udziałem włókien przepuszczających światło słoneczne, a decydujący o ich wodoszczelności film funkcyjny jest bardzo cienki i łatwo przechodzi przez niego UV (rysunek). Technologia produkcji wynika z funkcji MWK, które muszą być wysokoparoprzepuszczalne, aby następowało wysychanie dachów i całych budynków.



Linia czasu oddziaływania UV w okresie budowy i eksploatacji dachu

Zjawisko pozostawiania MWK jako pokrycia tymczasowego zostało zauważone przez działy marketingowe wielu producentów. W efekcie w ich informacjach handlowych pojawiły się „nowości” odporne na promieniowanie ultrafioletowe (UV). Niektóre firmy, wykorzystując luki prawne, zwiększają odporność na promieniowanie UV produkowanych przez siebie MWK, pomimo braku norm, zasad i sposobów na określenie takiej odporności [1]. Jedną z znanych firm wytoczyła nawet „działo” w postaci zmodyfikowanych badań starzeniowych, wykazując, że do szkodliwych oddziaływań UV dołączył jeszcze jeden czynnik: **przepływ powietrza**. Z wniosków z badań tej firmy wynika, że polimery wchodzące w skład tworzywa, z których produkuje się najpopularniejsze MWK, są poddawane procesowi utleniania przyspieszanemu przez ruch powietrza nad nimi. Przeprowadzone badania stały się podstawą do sformułowania wniosku, że wszystkie membrany produkowane dotychczas (z mikroporowatym filmem z PP) ulegają destruk-

cji z powodu wielu negatywnych oddziaływań: tych znanych (UV) i tych niebranych pod uwagę (przepływ powietrza), z jednym wyjątkiem: membran z filmem monolitycznym (odmiana PU), produkowanych przez zleceniodawców tych badań. Chcąc ocenić te rewelacje, trzeba przypomnieć podstawową wiedzę o rozkładzie polimerów.

Z wieloletnich doświadczeń wynika, że uszkodzenia najpopularniejszych MWK (z filmem mikroporowatym) ułożonych na dachach polegają na ich lokalnym kurczeniu się. To zjawisko objawia się w postaci długich liniowych pęknięć (fotografia) przez kruszenie się dolnej warstwy MWK, składającej się z cienkiej włókniny osłonowej i filmu funkcyjnego. Takie uszkodzenia powstają zawsze na eksponatach badawczych membran MWK poddanych długotrwałemu działaniu światła słonecznego, a więc są charakterystyczne w przypadku fotodegradacji ultrafioletem. Oczywiście każdy rodzaj MWK po naświetleniu UV, w zależności od użytych do ich produkcji materiałów i technologii, będzie miał trochę inny wygląd uszkodzeń.

Rozróżnia się trzy podstawowe procesy prowadzące do zniszczenia długich łańcuchów polimerowych: depolimeryzacja, destrukcja i degradacja. **Depolimeryzacja** polega na termicznym rozkładzie polimerów na monomery, a **destrukcja** na rozkładzie łańcuchów polimerowych z wydzielaniem niskocząsteczkowych związków różnych monomerów, które powstają pod wpływem działania czynników fizycznych (ciepło, fotodestrukcja i promieniowanie wysokoenergetyczne) lub chemicznych. Natomiast **degradacja polimeru** jest częściowy jego rozkład na fragmenty o dużych łańcuchach polimerowych, ale mniejszych od wyjściowych. Z tych trzech procesów, w czasie eksploatacji tworzyw polimerowych, **najczęściej zachodzi degradacja**. Z jej powodu, makrocząsteczki ulegają rozpadowi na fragmenty o mniejszej masie cząsteczkowej lub na cząsteczki o zmienionym składzie chemicznym. To bardzo często skutkuje kurczeniem się lub kruszeniem tworzywa. Takie właśnie efekty obserwujemy na uszkodzonych MWK [1].

Degradacja polimerów zachodzi pod wpływem długotrwałego działania czynników zewnętrznych typu ciepło, tlen, ozon, promieniowanie świetlne, promieniowanie UV, promieniowanie wysokoenergetyczne, substancje chemiczne (w tym woda), naprężenia mechaniczne, a szczególnie te powodujące zmęczenie materiału. Wymienione czynniki najszybciej prowadzą



Strych został doświetlony oknem w szczycie budynku. Na MWK są zacieki soli z impregnatu, co zwiększa szybkość destrukcji spowodowanej przez UV. Dach ma ok. 5 lat

¹⁾ Rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych; patoka.k54@gmail.com

Z przepisów obowiązujących w UE wynika, że wszystkie MWK produkuje się wg normy PN-EN 13859-1:2010 [2], która nakazuje wykonanie sztucznego starzenia membrany wg norm PN-EN 1296 [3] i PN-EN 1297 [4] ze zmianami z PN-EN 13859-1 zał. C. Przed i po starzeniu bada się odporność na przesiąkanie (PN-EN 1928 [5]), odporność na rozciąganie i wydłużenie (PN-EN 12311-1:2010 [6]).

Norma PN-EN 13859 podaje, że producent powinien podać (zadeklarować) średnią wartość wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenie próbek wyrobu przed i po sztucznym starzeniu oraz spełniać wymagania tej samej klasy odporności na przesiąkanie wody (punkt 4.3.8). Tak więc zgodnie z normą odporność na sztuczne starzenie powinna być podana w formie wartości wytrzymałości mechanicznej przed i po starzeniu.

Warunki badania starzeniowego membran wstępnego krycia (wg PN-EN 13859-1:2010 zał. C) są następujące: temperatura badania 50 (+3/-0)°C; czas ekspozycji na światło UV 336 h. Odpowiada to 55 MJ/m² energii napromieniowania w czasie badania starzeniowego. W czasie badań starzeniowych nie wymaga się żadnego przepływu powietrza nad membranami.

do degradacji, gdy działają synergicznie, czyli gdy jeden z nich jest wspomagany innym, np. dodatkowo **oddziaływanie ciepła przyspiesza** inne czynniki degradujące tworzywa. Oczywiście każde tworzywo sztuczne ma inne właściwości i odporność na poszczególne czynniki degradujące. Wiadomo jednak, że większość z nich w temperaturze umiarkowanej jest odporna na działania tlenu cząsteczkowego. Natomiast utlenianie może być powodem rozkładu, gdy jest on zainicjowany przez inne reakcje (np. fotolizy, radiolizy itp.). Szczególnie wyraźnie działania synergiczne czynników destrukcyjnych są istotne w procesach starzeniowych.

Podane informacje mają charakter wiedzy podstawowej i są zawarte w wielu publikacjach dotyczących polimerów, dlatego należy wątpić w tezę o rzekomym negatywnym wpływie przepływu powietrza nad MWK. Autorzy tej tezy przeprowadzili badania w specjalnie skonstruowanym piecu, w którym parametry badań starzeniowych były większe niż wynikające z norm dotyczących MWK [2], np. zwiększona została prędkość przepływu powietrza ogrzanego do 70°C (w normie [2] jest 50°C), aż do 5 m/s. Stworzyli więc warunki zachodzące szalenie rzadko na rzeczywistych dachach i w dodatku chwilowo. Ich badania polegały na podgrzewaniu MWK i jednocześnie napromieniowywaniu UV **w szybko przepływającym powietrzu**, co jest zasadniczą zmianą w porównaniu z badaniami starzeniowymi wg normy [2]. Otóż zwiększenie prędkości przepływu powietrza oznacza wzrost dostarczonej energii cieplnej do badanego przedmiotu w tej samej temperaturze. Wzrost dotyczący badanych membran można oszacować przez podzielenie prędkości powietrza z badania zmodyfikowanego i najczęściej występującej prędkości, a więc 5 m/s przez 0,1 m/s = 50. Jest to bardzo duża wartość. Jeżeli zwiększymy szybkość przepływu gorącego powietrza, to zwiększymy ilość dostarczonej energii w tej samej temperaturze. Uszkodzane przez UV tworzywo sztuczne (MWK) roz-

klada się w tempie uzależnionym od ilości energii, jaką pochłonie w czasie naświetlania. Warto przy tym podkreślić, że duża prędkość powietrza nie występuje nad MWK stale, lecz rzadko. Za wartość najczęściej występującej prędkości powietrza w szczelinie można przyjąć 0,1 – 0,2 m/s. Tak więc wniosek o rzekomym dużym wpływie ruchu powietrza na degradację polimerów, z których wykonana jest większość MWK, jest co najmniej pochopny. Wyniki uzyskane w badaniu za pomocą pieca z szybko przepływającym powietrzem potwierdzają jedynie znane zjawisko przyspieszonej degradacji polimerów pod wpływem synergicznych oddziaływań takich czynników, jak ciepło, promieniowanie UV, tlen i woda. Przy czym procesy degradacji polegające na przekształcaniu cząsteczek polimerów zależą od ilości energii zaabsorbowanej przez tworzywo. W rzeczywistych dachach procesy starzeniowe zachodzą jednak w cyklach, w których wartości czynników destrukcyjnych są o wiele mniejsze od tych, jakie zastosowano w celu udowodnienia negatywnej roli przepływu powietrza nad MWK.

Realne okoliczności powstawania uszkodzeń

Z moich wieloletnich obserwacji dotyczących MWK wynika, że ich uszkodzenia wywołane przez UV mogą się zdarzyć tylko wtedy, gdy:

- 1) MWK leży na więźbie zbyt długo bez pokrycia zasadniczego;
- 2) pokrycie zasadnicze ułożone jest wadliwe z dużymi szparami lub dziurami;
- 3) MWK jest zbyt długo naświetlana od strony poddasza;
- 4) MWK jest zbyt długo naświetlana w okapie, który nie jest osłonięty podbitką.

Większość tych uszkodzeń wynika z naświetlania membran w dwóch okresach: w czasie budowy dachu, gdy nie ma jeszcze pokrycia zasadniczego (dachówki, blach itp.) oraz w czasie oczekiwania na wykończenie doświetlonego poddasza.

W pierwszym okresie intensywne światło słoneczne i UV docierają do filmu membran jednocześnie od zewnętrznej i od wewnętrznej spodniej strony, a w drugim tylko od strony wewnętrznej (rysunek). Ten drugi przypadek występuje w Polsce bardzo często, ponieważ wiele budynków ma poddasza zaprojektowane jako mieszkalne i dlatego w dachach jest wiele okien połaciowych lub zwykłych okien montowanych w lukarnach i ścianach szczytowych. Takie poddasza często przez wiele lat czekają na wykończenie. W tym czasie MWK nie są osłanianie przed dopływem światła słonecznego termoizolacją ani w żaden inny sposób. Zwykłe szyby tylko w minimalnym stopniu osłabiają promieniowanie UV. Z tego powodu membrany są zbyt długo pod jego wpływem i są uszkodzane. Jeżeli dodatkowo MWK leżała na dachu zbyt długo bez pokrycia zasadniczego, to znaczna część (lub całość) dodawanych przez producentów stabilizatorów UV została zużyta podczas oczekiwania na osłonięcie od strony poddasza. Stabilizatory UV dodawane do tworzyw w procesie produkcji MWK mają tę wadę, że są zużywane podczas ekspozycji na to promieniowanie, a tempo i skala zużycia zależą od zmiennych czynników pogodowych, w tym od ilości ozonu w górnych warstwach atmosfery. Zwiększenie dawki UV może nastąpić na skutek działania „dziury ozonowej”. Dodatkowo warto uwzględnić to, że pod pokryciami też jest światło słoneczne,

choć rozproszone. Rozproszenie zależy od wielkości nieuszczelnienia w pokryciach zasadniczych, których nie można ułożyć tak, aby było pod nimi ciemno. Tempo uszkodzeń przez otwory zależy od ich wielkości, kąta nachylenia połaci, od strony świata, w którą wystawiona jest płaszczyzna dachu i od liczby dni słonecznych w roku. Dodatkowym, zmiennym czynnikiem jest zawartość promieniowania UV w świetle słonecznym. Występuje więc wiele oddziaływań, które są zmiennie i trudne do przewidzenia, dlatego też w trakcie budowy dachu i jego pokrycia należy do minimum ograniczyć czas naswietlania membran światłem słonecznym.

Problemy z UV powstają z powodu specyficznego traktowania MWK. Mimo wielu lat doświadczeń, bogatej literatury oraz zaleceń producentów większość dekarzy w Polsce i wielu innych krajach europejskich traktuje MWK przede wszystkim jako wygodny materiał tymczasowo osłaniający budowę. Inne funkcje tych materiałów nie są dla nich ważne do tego stopnia, że je ignorują. Dowodem na to są złe dla zleceniodawców decyzje o pozostawieniu MWK na dachu bez pokrycia zasadniczego, mimo możliwości łatwego zasłonięcia membrany plandekami, które ma każdy dekarz. Taka postawa jest wynikiem działań marketingowych wielu producentów i dystrybutorów MWK, którzy kosztem klientów ostatecznych wolą przypodobać się dekarzom. Wynika to z ich przeświadczenia, że o sprzedaży produktów decydują dekarze, ponieważ to oni rekomendują materiały inwestorom. W związku z tym informacje, jakich udzielają producenci, w instrukcjach i ulotkach, uwzględniają przede wszystkim interesy dekarzy. Tracą na tym zarówno budujący się, jak i dekarze, którzy przy takiej polityce nie mają motywacji do uzupełniania swojej wiedzy.

Tymczasem, w interesie inwestorów jest prawidłowe montowanie MWK o jak największej paroprzepuszczalności, która jest cechą membran z filmem mikroporowatym. Natomiast membrany z filmem monolitycznym, wykonanym z poliuretanów, mają tę paroprzepuszczalność zdecydowanie mniejszą. Szybkość procesu wysychania przez dach wilgoci technologicznej i eksploatacyjnej budynków powinna być jak największa. Jeżeli uznamy, że podstawowym czynnikiem decydującym o tej szybkości jest dyfuzyjność MWK, to te z filmem mikroporowatym wysuszą budynek ok. 10 razy szybciej, ponieważ mają o tyle mniejszą równoważną dyfuzyjnie grubość powietrza, oznaczaną jako S_d (im mniejsza jest wartość S_d , tym paroprzepuszczalność membrany jest większa). Z tego powodu warto zadbać o ochronę membran przed promieniowaniem UV, co nie jest takie trudne.

Interpretacja uszkodzeń

Bardzo ciekawym zagadnieniem jest reakcja psychologiczna właścicieli budynków, w których na dachach powstały uszkodzenia MWK promieniowaniem UV. Oglą-

dane pęknięcia zawsze były i są interpretowane jako uszkodzenia zagrażające funkcjonowaniu dachów. Tymczasem to przeświadczenie potwierdza się bardzo rzadko, ponieważ:

- ilość skroplin pod pokryciami zależy od czasu wysychania dachu i budynku, czyli od pozostałości wilgoci technologicznej;
- przez drobne pęknięcia w MWK dostaje się niewielka ilość tych skroplin;
- przy dobrze działającej wentylacji pokrycia wilgoć, jaka dostaje się przez te pęknięcia, jest szybko usuwana.

Z tych powodów drobne uszkodzenia MWK powstałe na skutek działania UV bardzo rzadko powodują przeciekanie dachu. Takie przecieki powstają, gdy MWK jest bardzo uszkodzona i to w miejscach newralgicznych (kosz, komin itp.), w których pokrycie też ma drobne wady lub gdy nie ma wentylacji pod pokryciem (fotografia). Brak wentylacji jest szczególnie dotkliwą wadą pod pokryciami blaszanymi, pod którymi zawsze powstaje dużo skroplin oraz wówczas, gdy pod pokrycia dachówkowe dostanie się wyjątkowo dużo śniegu.

Czas działania uszkodzonych przez UV membran typu MWK można wydłużyć, ponieważ te uszkodzenia na ogół powodują drobne pęknięcia. O dodatkowym czasie funkcjonowania uszkodzonych membran decyduje oczywiście skala uszkodzeń zależna od czynników destrukcyjnych działających razem z UV. Do najczęstszych należą sól wypłukiwana z impregnatów oraz ciepło. Tak się składa, że oba te czynniki działają w Polsce razem, ponieważ w wielu dachach nie została wykonana wentylacja. Wówczas skropliny powstałe pod takim pokryciem, opadając, wypłukują z olatowania impregnaty solne, które osadzają się we włókninach osłonowych MWK.

Rysunek – Autor; fotografia – z archiwum Autora

Literatura

- [1] Patoka K. Informacje marketingowe kształtują wiedzę o promieniowaniu UV. *Materiały Budowlane*. 2020; 569 (1): 34 – 36.
- [2] PN-EN 13859-1:2010 Elastyczne wyroby wodochronne. Definicje i właściwości wyrobów podkładowych. Część 1: Wyroby podkładowe pod nieciągłe pokrycia dachowe.
- [3] PN-EN 1296:2006 Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe, z tworzyw sztucznych i kauczuku do pokryć dachowych – Metoda sztucznego starzenia przez długotrwałą ekspozycję na łączne działanie promieniowania UV, podwyższonej temperatury i wody.
- [4] PN-EN 1297:2002 Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe, z tworzyw sztucznych i kauczuku do pokryć dachowych – Metoda sztucznego starzenia przez długotrwałe działanie podwyższonej temperatury.
- [5] PN-EN 1928:2002 Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe, z tworzyw sztucznych i kauczuku do izolacji wodochronnej dachów – Określanie wodoszczelności.
- [6] PN-EN 12311-1:2010 Elastyczne wyroby wodochronne – Część 1: Wyroby asfaltowe do izolacji wodochronnej dachów – Określanie właściwości mechanicznych przy rozciąganiu.

Partner działu: **Röben Polska Sp. z o.o. i Wspólnicy Sp.K.**
www.roben.pl

