

mgr inż. Krzysztof Patoka¹⁾

Wpływ temperatury na membrany wstępnego krycia

Wpływ temperatury panującej pod pokryciami na membrany wstępnego krycia (MWK) możemy podzielić na dwa rodzaje: decydujący o działaniu membran i decydujący o ich trwałości. Taki podział warto przyjąć ze względu na zainteresowanie rynku tego rodzaju problematyką. Od wielu lat trwają dyskusje i spory dotyczące tych oddziaływań. Należy podkreślić, że temat potencjalnego zagrożenia trwałości membran wpływem temperatury zapoczątkowały fałszywe diagnozy dekarzy i innych zainteresowanych osób wykonywaniem dachów (handlowcy, inwestorzy), którzy uszkodzenia membran spowodowane promieniowaniem ultrafioletowym (UV) przypisywali wpływom temperatury. Tymczasem brakuje dowodów na to, że jakkolwiek membrana zamontowana zgodnie z przeznaczeniem uległa gdziekolwiek uszkodzeniom wywołanym temperaturą panującą na dachu. Dotyczy to również wadliwego zamontowania MWK, ale zgodnego z przeznaczeniem. Niestety, jest bardzo dużo przypadków, w których na dachu nie ma wentylacji pokrycia, zapewniającej odbiór pary wodnej przechodzącej przez MWK. Bez wentylacji membrany nie są w stanie osuszać dachu – nie działają skutecznie [1, 2]. To jest bardzo częstą przyczyną zgłaszania reklamacji na MWK, ponieważ jeśli nie ma odbioru pary wodnej przechodzącej przez membrany, zwiększa się poziom zawilgocenia pod nimi, a to po schłodzeniu górnych warstw dachu powoduje powstawanie skroplin na ich spodniej stronie. Im niższa temperatura pod pokryciem, tym łatwiej powstają skropliny pod membranami. Dotyczy to szczególnie dachów nad nowo wybudowanymi budynkami. Wiadomo, że okres usuwania wilgoci technologicznej z budynku może trwać do trzech lat, ale w dachach ta wilgoć może zwiększać poziom zawilgocenia w okresie do czterech lat. Pojawienie się jednak obfitych (i przez to zauważalnych) skroplin, z powodu braku wentylacji pokrycia, następuje najczęściej w okresie do dwóch lat.

Jak z tego wynika, informacyjny problem dotyczący skroplin powstających pod MWK (wpływ spadku temperatury) wynika z braku wiedzy wykonawców, handlowców i inwestorów. Praktycznie, wpływ temperatur występujących naturalnie na działanie MWK dotyczy niskiego ich zakresu (skropliny), a wyższy zakres ma zdecydowanie większy wpływ na ich żywotność. Ten drugi rodzaj wpływu temperatury na trwałość membran jest już dużo bardziej złożonym zagadnieniem.

W Polsce jest wielu producentów i importerów wysokoproporzeczalnych membran wstępnego krycia (MWK).

Niektórzy z nich podają w swoich informacjach technicznych (ulotkach itp.) zakres wytrzymałości na temperaturę, a jednocześnie w Deklaracji Właściwości Użytkowych (DWU) nic o tych „parametrach” nie wspominają. Wynika to z wymagań formalnych dotyczących dokumentów nazywanych DWU, które zabraniają podawania innych parametrów niż wymienione w normach [3, 4]. Zgodnie z zaleceniami wynikającymi z normy [3], raz w roku należy badać MWK (elastyczne wyroby wodochronne) na giętkość w niskiej temperaturze wg normy [5]. W związku z tym producenci w ulotkach i innych informacjach handlowych podają dolny zakres stosowania swoich MWK wg badań wykonanych zgodnie z normą [5]. Wynosi on w większości przypadków „– 40°C” i jest to dolna granica parametru podawanego w tych informacjach pod tytułem: „odporność na działanie temperatury” lub „odporność temperaturowa”. Górne wartości tego zakresu wynoszą najczęściej od + 80°C do + 120°C (maks. + 150°C). Obecnie kilku producentów podaje dodatkowy parametr „krótkotrwała odporność temperaturowa do”, który ma wielkość + 120°C (+ 150°C) z określeniem czasu oddziaływania takiej temperatury (5–8 h). Ma to o tyle sens, że maksymalna temperatura, jaką zmierzono na pokryciach dachowych, to właśnie + 150°C. Występuje ona rzadko i tylko na połaciach dachów nachylonych pod kątem >50° [6], pokrytych blachami w kolorze czarnym lub antracytowym oraz wystawionych dokładnie na południe. Należy podkreślić, że takie warunki określono w przypadku pokryć dachowych, a MWK jako warstwy uszczelniające znajdują się pod nimi w odległości ≥ 7 cm i dodatkowo są wentylowane (przy prawidłowym wykonaniu). Bez wentylacji pokrycia, MWK nie działają prawidłowo i tak wykonane dachy są wadliwe. W prawidłowo wykonanych dachach temperatura na MWK nie przekracza 120°C nawet pod czarnymi pokryciami z blachy.

Należy podkreślić, że wspomniana dolna granica „odporności temperaturowej”, wynosząca do „– 40°C”, w praktyce nie ma żadnego sensu, ponieważ nikt nie układa MWK poniżej 0°C. Przeprowadzane wg normy [5] badania giętkości polegają na wyginaniu materiałów na wałku i podawana temperatura oznacza minimalną, przy której materiał wyginany nie pęka w czasie badania. To praktycznie ma niewielki sens. Natomiast „górne” parametry podawane w „odporności na działanie temperatury” mają dla producentów znaczenie marketingowe, ponieważ budują wrażenie odpowiedniej jakości. Tym bardziej że wielu „dachowych fachowców” nadal ignoruje problematykę promieniowania UV i przywiązują nadmierną wagę do temperatury. Warto więc przeanalizować, jaka temperatura ma istotny wpływ na MWK.

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

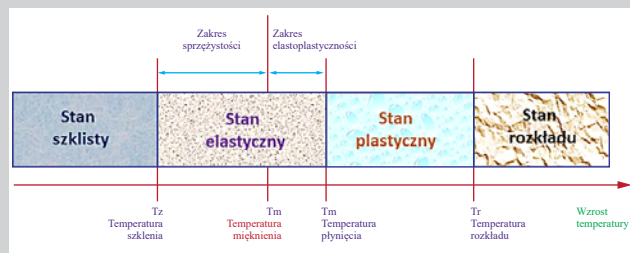
Na rynku największą popularnością cieszą się membrany wytwarzane jako laminaty kilkuwarstwowe produkowane:

- w całości z polipropylenu (PP) lub z jedną warstwą z polietylenu (PE), zazwyczaj taką warstwą jest film funkcyjny otoczony włókninami z PP (PP + PE + PP);
- z włókniny poliestrowej PES/PET i filmu z termoplastycznego poliuretanu (TPU) leżącego na włókninie.

Zdarzają się jeszcze inne kombinacje, np. PP + TPU + PP lub membrany z filmem z elastomerów termoplastycznych (TPE), ale są one rzadkością w Polsce. Wszystkie tworzywa sztuczne mają określone charakterystyczne temperatury. W zależności od temperatury, mogą znajdować się maksymalnie w pięciu stanach fizycznych: w **szklistym kruchym**; **szklistym wymuszonej elastyczności**; **lepkosprężystym**; **wysokoelastycznym** oraz **plastycznopłynnym**. Z tego powodu wyróżnia się trzy podstawowe temperatury ich przemian: **T_k** – temperatura kruchości; **T_z** – temperatura zeszklenia; **T_p** – temperatura płynięcia. W praktyce został też uproszczony podział stanów fizycznych, odpowiadający wprowadzonym temperaturom przemian. Najczęściej stosowany podział przemian pokazuje rysunek.

Stan fizyczny szklisty dzieli się na szklisty kruchy i szklisty z wymuszoną elastycznością. Przemiana polimeru z jednego stanu do drugiego zachodzi w określonej temperaturze, której wartość jest cechą charakterystyczną danego rodzaju polimeru. Temperatura kruchości **T_k** oznacza temperaturę przejścia polimeru ze stanu szklistego kruchego w stan szklisty z wymuszoną elastycznością. (rysunek). Temperatura zeszklenia **T_z** jest charakterystyczna w przypadku każdego polimeru. Definiuje się ją jako temperaturę przejścia ze stanu wysokoelastycznego w stan szklisty, obserwowaną podczas chłodzenia. Jest to kryterium stosowania polimerów i tworzyw sztucznych w warunkach normalnych.

Ze względu na stopień uporządkowania struktury wewnętrznej wszystkie substancje stałe można podzielić na krystaliczne i bezpostaciowe (amorficzne). Substancje krystaliczne charakteryzują się regularnym ułożeniem atomów i cząsteczek. W związku z tym mają one ściśle określoną temperaturę topnienia, w której lepkość i gęstość zmieniają się gwałtownie. Bezpostaciowe substancje (amorficzne) mięknią stopniowo podczas ogrzewania i przechodzą w ciecz w pewnym zakresie temperatury. Zgodnie z takim podziałem klasyfikuje się również polimery. Polimery o strukturze bezpostaciowej odznaczają się całkowicie nieuporządkowanym ułożeniem makrocząsteczek, a ich przemiany pod wpływem ogrzewania przebiegają w sposób stopniowy. Stan krystaliczny polimerów występuje znacznie rzadziej niż amorficzny. Z tego powodu stosuje się jeszcze jedną klasyfikację temperaturową dotyczącą polimerów amorficznych (bezpostaciowych). Jest nią **temperatura mięknienia T_m** (rysunek). Jest to wielkość umowna, która odpowiada temperaturze utraty sztywności polimeru. Jej znajomość jest ważna, ponieważ określa górną graniczną temperaturę praktycznego użytkowania tworzyw sztucznych. Niestety jej wartość liczbowa wyznacza się wg kilku (umownych) metod, dlatego też różne źródła podają różne wielkości w przypadku konkretnych tworzyw. Te różnice nie są wielkie, ale gdy chce się porównywać tworzywa, to występuje jeszcze jeden problem: jest wiele ich odmian. Prawie każdy polimer ma



Stan fizyczny polimerów i charakterystyczne temperatury przemiany

Źródło: Dobosz K, Matysiak A, „Przetwórstwo tworzyw sztucznych”, Związek Doskonalenia Zawodowego, Warszawa 1988, s. 12

ich kilka. Z tego powodu można mieć problem z uzyskaniem odpowiednich informacji, ponieważ temperatura mięknienia tych odmian może się bardzo różnić. Jednak pewne uogólnione wartości mogą służyć do porównywania właściwości polimerów, np. wiadomo, że większość odmian polietylenu (PE) ma mniejszą temperaturę mięknienia niż polipropylen (PP). Najniższa temperatura mięknienia polipropylenu nie jest niższa niż 150°C. Natomiast niektóre odmiany polietylenu mają tę temperaturę zdecydowanie niższą: polietylen wysokociśnieniowy ma **T_m** na poziomie 80°C, podczas gdy **T_m** polietylenu niskociśnieniowego wynosi 140°C. Stosowany do popularnych MWK termoplastyczny poliuretan (TPU) ma **T_m** na poziomie 85°C (!), ale produkowane z jego udziałem MWK są laminatami z warstwą poliestru (PES), w przypadku którego temperatura mięknienia wynosi 230–240°C, a **T_p** – temperatura płynięcia 255–265°C. Opisane przemiany są w przypadku termoplastów odmianami odwracalnymi i jeżeli podczas ogrzewania nie została przekroczona temperatura rozkładu **T_r**, to schłodzenie termoplastów spowoduje ich powrót do poprzednich stanów fizycznych. Zjawisko to jest wykorzystywane w procesach produkcji wyrobów z tych polimerów. Warto wiedzieć, że temperatura rozkładu **T_r** większości polimerów jest na poziomie > 300°C, a wszystkich odmian PE i PP > 320°C.

Jak wynika z tych danych, w przypadku membran wykonanych w całości z polipropylenu (PP) temperatura na poziomie 150°C nie stanowi żadnego zagrożenia. Tym bardziej że MWK ułożone zgodnie z przeznaczeniem, z wentylowanym pokryciem, w dachach pokrytych czarnymi blachami (itd.) mogą być podgrzane do temperatury 120–130°C. Potwierdzają to badania przeprowadzone przez firmę Marma Polskie Folie [7]. Nie znam innych badań tego typu. Badania membran w UE przeprowadzane są na zamówienie firm, ale nie dotyczą konkretnych produktów. Te, które dotyczą membran, nie określają ich zachowania w określonych wcześniej temperaturach. W tym kontekście, warto byłoby zbadać zachowanie popularnych MWK wykonanych w formie laminatu PES + PET. Jak wynika z przytoczonej temperatury mięknienia (**T_m**), taki laminat łączy dwa materiały o bardzo różnej wartości **T_m**, którego wartość w przypadku TPU wynosi ok. 85°C, a PES 230–240°C. PES stanowi grubszą warstwę takiego laminatu spełniającą funkcję włókniny nośnej, a TPU nałożone na wierzch jest monolitycznym filmem funkcyjnym zatrzymującym wodę i przepuszczającym parę wodną. Różnica wartości **T_m** jest znaczna i nie wiadomo, jaki ma to wpływ na

te produkty. Ich producenci podają „odporność na działanie temperatury” na poziomie do 120°C.

Należy podkreślić, że MWK są laminatami składającymi się m.in. z włókien, których zachowanie pod wpływem wysokiej temperatury jest inne niż tworzyw w formie jednorodnej. Włókna są układane tak, aby ich splót tworzył przestrzenną warstwę oddzielonych, ale splecionych włókien, która w trakcie procesu produkcyjnego jest zagęszczana przez strumienie powietrza oraz prasowanie (kalandrowanie). To po nawinięciu na duże zwoje powoduje powstanie pewnych naprężeń wewnętrznych między poszczególnymi zwojami włókien. W efekcie, po podgrzaniu próbek włókien wyciętych w formie płaskich próbek, mogą się one kurczyć i falować. Sprawdzałem MWK z włókien PP, która już w temperaturze > 80°C zaczynała falować. To na pewno nie jest efektem mięknięcia polipropylenu, lecz przyspieszonego odprężania powstałego w czasie formowania włókien. W związku z tym nie można takiego prostego „badania” uznać za wiarygodne, tym bardziej że w realnych dachach MWK są zawsze rozpięte między kontrłatami i dociśnięte nimi do belek więźby dachowej. Jediną rozsądną metodą sprawdzenia wpływu wysokiej temperatury (> 80°C) na MWK jest ich rozpinanie na ramach w komorach badawczych. Tak właśnie zostały wykonane badania starzeniowe przeprowadzone w firmie Marma Polskie Folie [7], w których próbki były rozpinane na ramach mieszczących się w komorze (fotografia). Tak badano wiele membran wykonanych z PP. Dowiodły one mojej tezy wyprowadzonej z prostych porównań T_m , wg których temperatura 120°C–130°C nie uszkadza takich membran. Niestety, nie znam żadnych podobnych badań membran typu PES/PET + filmu z TPU, ponieważ nie ma żadnych polskich publikacji takich jak [7 i 8]. Mimo niskiej T_m w przypadku TPU (ok. 85°C), można się spodziewać podobnego efektu badań temperaturowych tych membran na rozpiętych ramach, ponieważ tego rodzaju produkty są już stosowane w Polsce 30 lat i nieznanne są przypadki uszkodzenia wywołanego wysoką temperaturą w dachach spadzistych. Ten argument nie jest jednak satysfakcjonujący, gdyż jest to sprawa nie do końca wyjaśniona. Jest niewielkie prawdopodobieństwo wystąpienia temperatury 150°C na powierzchni polskich dachów, chociaż w ciągu ostatnich dziesięciu lat zwiększyła się liczba dachów z pokryciami w kolorze czarnym lub antracytowym, co na pewno podniosło średnią temperaturę pod tymi pokryciami. Ten wzrost ma znaczenie, gdy MWK są uszkodzone przez nadmierny czas przebywania bez osłony (bez pokrycia zasadniczego itp.) przed promieniowaniem UV zawartym w świetle słonecznym [2]. Uszkodzenia tego typu polegają na tym, że po nadmiernym naświetleniu UV następuje szybka degradacja



Ramka do badania starzeniowego MWK

tworzy przyspieszona przez dostarczenie dodatkowej energii w postaci ciepła. Przyspieszenie jest efektem synergii czynników degradujących tworzywa.

Jak wynika z przytoczonych informacji, w przypadku trwałości i prawidłowego działania MWK bardzo ważna jest pełna wentylacja pokrycia zapewniona przez prawidłowe wykonanie szczeliny wentylacyjnej, którą w dachach pochyłych tworzą kontrłaty. Prawidłowe wykonanie oznacza m.in. odpowiednią budowę wlotu i zapewnienie prawidłowego wylotu ze szczeliny wentylacyjnej oraz zastosowanie kontrłat o wysokości min. 4 cm (w dachach o długości krokwi do 10 m). Niestety, w Polsce mamy bardzo mało dachów wykonanych zgodnie z tymi zaleceniami. Co ciekawe, największymi przeciwnikami stosowania MWK na dachach są ci dekarze, którzy nie wykonują zaleceń producentów pokryć i membran i nie realizują prawidłowej wentylacji oraz nie mają podstawowej wiedzy na temat stosowanych materiałów i (często) ogólnej wiedzy o dachach. Nie trzeba wyjaśniać, że największe straty ponoszą ci, którzy im zawierają.

Literatura

- [1] Patoka K. „30 lat doświadczeń z MWK”. *Materiały Budowlane*. 2024 ; 618 (2): 83÷85
- [2] Patoka K. „Degradacja MWK”. *Materiały Budowlane*. 2022; 601 (9): 63÷65
- [3] PN-EN 13859-1:2010 Elastyczne wyroby wodochronne. Definicje i właściwości wyrobów podkładowych. Część 1: Wyroby podkładowe pod nieciągłe pokrycia dachowe.
- [4] PN-EN 13859-2:2010 Elastyczne wyroby wodochronne – Definicje i właściwości wyrobów podkładowych – Część 2: Wyroby podkładowe do ścian.
- [5] PN-EN 1109:2013-07. Elastyczne wyroby wodochronne – Wyroby asfaltowe do izolacji wodochronnej dachów – Określanie giętkości w niskiej temperaturze.
- [6] Patoka K. Wpływ koloru pokrycia na funkcjonowanie dachu. *Materiały Budowlane*. 2022; 603 (11): 214÷215
- [7] Marma Polskie Folie „Badanie wpływu temperatury na MWK” – *Materiały Budowlane* 2014;8: 56
- [8] Marma Polskie Folie „Wnioski z badań MWK” – *Materiały Budowlane* 2014;9: 68

Partner działu: **Targi Kielce – organizator IV Kongresu i Targów Dekarzy, Blacharzy, Cieśli – DACH FORUM**
www.dachforum.pl

**DACH
FORUM**