mgr inż. Krzysztof Patoka[1)]

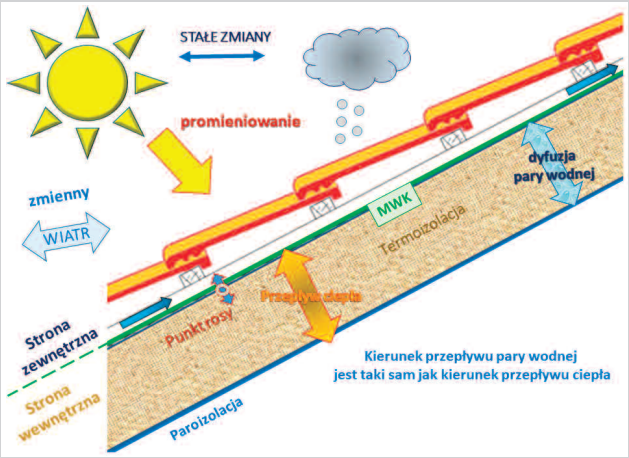
Jak działają wysokoparoprzepuszczalne membrany wstępnego krycia. Część 2

Jednym z podstawowych wniosków zawartych w pierwszej części artykułu omawiającego działanie wysokoparoprzepuszczalnych membran wstępnego krycia (MWK) [1], które są stosowane w celu osuszania dachu z wilgoci technologicznej i eksploatacyjnej, jest stwierdzenie, że praca MWK w dachach pochyłych zależy od warunków pogodowych i klimatu. Wynika to z tego, że na proces osuszania ma wpływ intensywność przepuszczania pary wodnej przez membranę, która zależy od:

- paroprzepuszczalności lub dyfuzyjności MWK, określanej najczęściej za pomocą współczynnika Sd (równoważnej dyfuzyjnie grubości powietrza), który im jest mniejszy, tym większe są możliwości przepuszczania pary przez membranę;
- warunków wilgotnościowo-cieplnych panujących pod pokryciem i pod membraną;
- sprawności działania wentylacji pokrycia, czyli przepływu powietrza znajdującego się między MWK a pokryciem.

Zdolność przepuszczania pary wodnej zależy od budowy membrany [1], natomiast pozostałe czynniki głównie od temperatury i wilgotności powietrza. Temperatura decyduje o intensywności przepływu powietrza nad MWK oraz o ilości pary wodnej przechodzącej przez MWK. Wynika to m.in. ze zwiększania się ilości pary wodnej w powietrzu wraz ze wzrostem jego temperatury. **Bez stałego przepływu powietrza nad membranami nie można uzyskać zamierzonego efektu osuszania dachu przez zastosowanie MWK.** Gwarantuje go technika wykonania pokrycia określana jako „wentylacja pokrycia" (rysunek), która polega na wykonaniu zaplanowanych przestrzeni pod pokryciem zasadniczym, a jednocześnie nad warstwą wstępnego krycia (MWK). W dachach pochyłych z pokryciem uszczelnionym MWK przestrzeń ta jest utworzona przez kontrłatę. Jeżeli dach ma odpowiednią wentylację, to procesy osuszania będą zależały od przepływu pary wodnej przez MWK z wnętrza dachu do przestrzeni wentylacyjnej, a to zależy głównie od temperatury wokół MWK, ponieważ ona decyduje o stanie skupienia wody i ilości pary wodnej.

Po wejściu w szczelinę wentylacyjną powietrze zmienia swoje parametry głównie pod wpływem ciepła docierającego do niego z kilku źródeł oraz zmiany wilgotności. Procesy te są intensywne, a wypływające powietrze spod pokrycia ma w większości przypadków wyższą temperaturę niż powietrze atmosferyczne, co oznacza, że powietrze wentylujące ma mniejszą gęstość niż atmosferyczne, które wypycha je ze szczeliny w górę. Jeżeli dodatkowo powietrze wentylujące



Czynniki decydujące o działaniu MWK

ma większą wilgotność bezwzględną (wilgotność względna może być taka sama), to jego ciężar jest mniejszy, ponieważ powietrze wilgotne jest lżejsze od suchego. Ta cecha jest podstawą wysychania, którego tempo zależy również od prędkości przepływu powietrza nad osuszanym materiałem. Przepływ w szczelinie wentylacyjnej zależy w głównej mierze od ilości ciepła, jakie zostanie przekazane powietrzu w czasie jego przepływu pod pokryciem. **W zmiennym polskim klimacie, MWK osuszają dachy, ale tylko wtedy, gdy temperatura wokół pozwala na przekazywanie pary wodnej.** Są dwa źródła energii niezbędnej do tego celu: **Słońce i ciepło napływające z wnętrza budynku**. W związku z tym dach podlega zmianom oddziaływań cieplno-wilgotnościowych wynikających ze zmian pory dnia i roku. Występują bowiem dwa stałe cykle przejścia: noc – dzień – noc itd. oraz sezon grzewczy – okres upałów – sezon grzewczy itd. W Polsce występuje długi sezon grzewczy, krótki okres upałów i długi okres pośredni. Warto podkreślić, że zmiany parametrów powietrza atmosferycznego, wynikające z przejścia dzień – noc, zawsze powodują maksymalne schłodzenie dachu nad ranem bez względu na porę roku, a proces odwrotny, czyli maksymalne nagrzanie dachu wieczorem występuje tylko wtedy, gdy dzień jest bezchmurny. Rano dach jest więc zawsze najchłodniejszy, ale wieczorem nie musi być najcieplejszy, ponieważ zależy to od nasłonecznienia. W przypadku MWK ma to bardzo duże znaczenie, ponieważ w skali roku dużo częściej występuje zjawisko przepływu ciepła z wnętrza budynku, przez przegrody budowlane na zewnątrz do atmosfery. Zimą, jesienią i wiosną przez większość dnia i nocy ciepło przepływa głównie na zewnątrz, a tylko latem zdarzają się dni, w których ciepło przenika do wnętrza budynku. Natomiast we wszystkie noce, również letnie, kierunek

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

jest odwrotny (ze sporadycznymi wyjątkami). Ważne jest też zjawisko (działające bez względu na porę roku) stałego unoszenia się ciepłego wewnętrznego powietrza. To skutkuje przenoszeniem pary wodnej w stronę dachu i mimo wbudowania paroizolacji, do membrany zawsze dociera jakaś jej ilość. Każdej nocy i przez większą część roku, w jego zimnych okresach (jesienią, zimą i wiosną), para wodna docierająca do górnych, zimnych warstw dachu skrapla się i tworzy skupiska pod MWK.

W celu lepszego zilustrowania skrajności warunków, w jakich działają membrany, opiszę dwa układy pogodowe występujące w Polsce, które powodują odmienne skutki działania MWK:

1. Każdego roku, najczęściej w lutym, panuje przez kilka – kilkanaście dni mroźne powietrze (ok. -5°C), a niebo jest bezchmurne. Wówczas pokrycie dachów nagrzewa się dość szybko, powodując nagrzewanie zimnego powietrza, które weszło do szczeliny wentylacyjnej. W środkowej części dachu temperatura powietrza może mieć nawet kilkadziesiąt stopni. To powoduje zwiększenie prędkości przepływu powietrza. W ten sposób powstaje układ, w którym suche (bo zimne) powietrze po ogrzaniu „wysysa" wręcz wilgoć z otoczenia, w tym z MWK. Wówczas osuszanie termoizolacji i konstrukcji dachu jest bardzo intensywne. Warto podkreślić, że w takich słonecznych dniach sezonu grzewczego para wodna zawarta w dachach przemieszcza się szybko do MWK razem z ciepłem napływającym z wnętrza budynku;

2. Każdego roku, na przełomie czerwca i lipca, napływa nad Polskę, zazwyczaj na kilka dni, bardzo ciepłe i wilgotne powietrze afrykańskie o dużej wilgotności i temperaturze. W skrajnym przypadku w czerwcu 2016 r. takie powietrze znajdowało się na terenie prawie całego kraju przez 5 ÷ 10 dni. Jego poranna temperatura wynosiła 20 ÷ 25°C, a wilgotność względna do 85% (własne pomiary na dwóch centrach pogodowych). Powietrze to spowodowało powstawanie skroplin w najróżniejszych miejscach budynków, szczególnie w początkowym okresie napływu. W takie dni, tak wilgotne i ciepłe powietrze, wpływając do szczelin wentylacyjnych pod pokryciami, powoduje odwrotne (w stronę dachu) przenikanie pary wodnej przez MWK. Im dłużej trwa taki okres, tym więcej wilgoci dostaje się pod MWK, która przepuszcza parę w obie strony w zależności od tego, po której z nich jest tej pary więcej (ma większe ciśnienie cząstkowe).

Opisane warunki mogą występować przez krótki okres również w innych miesiącach, ale ważny jest tylko roczny bilans przepływu wilgoci przez MWK. W większości przypadków, **w prawidłowo wykonanych wentylowanych dachach więcej wilgoci wychodzi przez MWK, niż wchodzi do dachów w ciągu roku**. Warto zaznaczyć, że są dachy, w których proces osuszania przez MWK może być zakłócony. **Skuteczność działania MWK jest w dużym stopniu uzależniona od sprawności przepływu nad nią powietrza wentylującego.** W związku z tym ważne jest, aby podczas projektowania i budowania zdawać sobie sprawę z tego, że istnieją miejsca na połaciach, które utrudniają lub zmniejszają intensywność opisanych procesów. Należy brać pod uwagę to, że oddziaływanie Słońca nie występuje wcale lub jest znikome na połaciach usytuowanych po północnej stronie budynków. Najgorsze warunki do wentylowania są na północnych połaciach domów zbudowanych na stokach południowych i otoczonych lasem lub innymi wysokimi budynkami. W dachach takich budynków należy wykonywać przegrody między przestrzeniami wentylacyjnymi, aby uniemożliwić niekorzystny przepływ powietrza wentylującego. Negatywny przepływ tego powietrza, dostarczający wilgoć z połaci południowej na północną, występuje, bo ta północna jest zimniejsza. Wówczas stosuje się przegrody rozdzielające na kalenicy.

Praktyka dowodzi, że w okapach dachów wentylowanych bardzo często występują skropliny pod pokryciem i pod MWK, gdyż okapy należą do najzimniejszych części dachów. Tam najintensywniej działa wiatr, a powietrze wentylujące nie jest jeszcze ogrzewane. Najszybciej występują również procesy nocnego schłodzenia.

Warto podkreślić, że proces parowania wody zachodzi w każdej temperaturze. Paruje nie tylko woda, lecz również śnieg i lód, nawet w temperaturze poniżej 0°C (sublimacja). Parowanie zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury. Bardzo ważne w przypadku dachów efekty wywołują duże wartości ciepła właściwego, ciepła parowania, topnienia i krzepnięcia. Dlatego woda ogrzewa się bardzo wolno i długo utrzymuje ciepło. Pochłanianie i oddawanie ciepła przy zmianach stanu skupienia przebiega powoli. W efekcie woda wpływa łagodząco na dynamikę zmian i zmniejsza wahania temperatury. W tych rozważaniach należałoby również uwzględnić zasady i sposoby wymiany ciepła ważne w przypadku zjawisk zachodzących w i na dachach. Najważniejsze jest to, że przepływ wilgoci ma ten sam kierunek co przepływy ciepła i te dwa zjawiska są ściśle ze sobą powiązane. Jest to bardzo ważne, ponieważ wszystkie trzy sposoby przekazywania ciepła (przewodzenie, konwekcja i promieniowanie) występują na dachach i zwiększają dynamikę zmian.

MWK stale podlegają zmianom parametrów powietrza znajdującego się nad nimi oraz zawartego w konstrukcji i termoizolacji dachu. W związku z tym bardzo ważna jest ich duża paroprzepuszczalność. Im jest większa, tym MWK lepiej wykorzystuje krótki okres istnienia pary, sprzyjając jej usuwaniu z dachu.

Literatura

[1] Patoka Krzysztof. 2021 „Jak działają wysokoparoprzepuszczalne membrany wstępnego krycia. Część 1". *Materiały Budowlane* 590 (10): 46 ÷ 48.

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