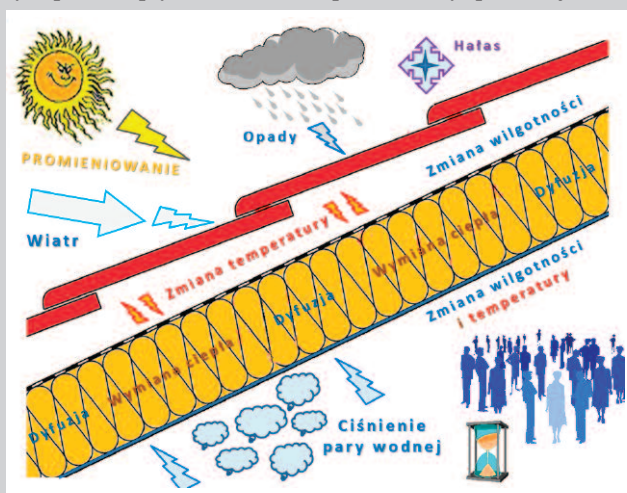


mgr inż. Krzysztof Patoka¹⁾

Dachy są najbardziej obciążoną częścią budynków, ponieważ muszą osłaniać przed wszelkimi możliwymi formami oddziaływania otoczenia, a przede wszystkim przed wpływem czynników atmosferycznych, wśród których dominują **opady, wiatr i zmiany temperatury** (rysunek). Opady razem ze zmianami temperatury powodują, że na dach oddziałuje woda we wszystkich stanach skupienia, a więc płynnym, gazowym i stałym. Do tego często dołącza się wiatr, którego działanie może wywoływać napór lub ssanie w zależności od kierunku, z jakiego napływa, oraz kształtu i nachylenia dachu. Zmiany temperatury, oprócz wpływu na stan skupienia wody, powodują ruch



Obciążenia działające na dach

materiałów pokryciowych i konstrukcyjnych oraz termoizolacji piankowych wynikający z ich rozszerzalności termicznej. To szczególnie mocno decyduje o sposobach montażu pokryć dachowych oraz systemów odprowadzania wody. Wśród oddziaływań zewnętrznych trzeba również wymienić **hailas**, który nie powinien docierać do poddasza mieszkalnego. Oprócz tego na dach działają **czynniki pochodzące z wnętrza budynku, czyli: zmiana temperatury oraz para wodna zawarta w powietrzu, w murach, stropach i dachach**. Para wodna przechodząca przez te przegrody nie jest groźna, dopóki się w nich nie skropli. Skraplanie zaś występuje zawsze na chłodniejszych warstwach przegród. Najczęściej jednak zjawisko to obserwuje się na przegrodach zewnętrznych, na ścianach zewnętrznych i dachach. Należy podkreślić, że nawet przy tej samej różnicy temperatury między wnętrzem budynku a atmosferą najwięcej skroplonej pary wodnej znajduje się w dachach, ponieważ: 1) dach jest bardziej schładzany ze względu na działania wiatru i miejsce usytuowania (na wierzchu budynku); 2) dach przez większość dni w roku jest cieplejszy niż inne elementy budynku, ponieważ jest nagrzewany przez Słońce i unoszące się powie-

Specyfika dachów

trze wewnętrzne; 3) do dachu dociera więcej pary wodnej z powodu efektu unoszenia się ciepłego powietrza.

Efektom tych zjawisk są większe straty ciepła przez dach niż przez ściany, a straty ciepła są przyczyną zwiększenia różnicy temperatury między warstwami wewnętrznymi i zewnętrznymi dachu, co powoduje powstawanie skroplin. Można założyć, że we wnętrzach budynków mieszkalnych temperatura i wilgotność powietrza są podobne przez cały rok. Natomiast zewnętrzne warstwy dachów są przez większą część roku zimniejsze od powietrza wewnętrznego. Prawie zawsze są zimniejsze nocą, a zjawisko to potęguje się w zimnych porach roku. W Polsce do takich okresów możemy zaliczyć 3 pory roku: jesień, zimą i wiosną. Ma to bardzo duże znaczenie w technice dachowej również z powodu konieczności starannego ocieplania dachu i całego budynku.

Miejsce usytuowania termoizolacji, jej rodzaj i grubość bardzo mocno rzutują na budowę całego dachu i jego pokrycia. W tym wszystkim ogromną rolę odgrywa również przeznaczenie budynku i region, w jakim został zbudowany. Od regionu zależy bowiem klimat i tradycja budowy dachów. Przeznaczenie określa wielkość i konstrukcję budynku, jego termoizolacyjność, wyposażenie i parametry powietrza wewnętrznego. To wszystko ma wpływ na dachy, ich budowę i działanie.

Wszystkie zjawiska, jakie zachodzą pod wpływem różnicy temperatury i wilgotności, mają zmienny przebieg, który wynika z relacji między zmiennymi warunkami wewnętrznymi i zewnętrznymi. Z tych powodów śmiało można stwierdzić, że **woda i wilgoć to najważniejsze czynniki oddziałujące na dachy**.

Woda ma specyficzną budowę [1] i jest jedną z niewielu substancji, które mogą występować w przyrodzie jednocześnie w trzech stanach skupienia: lotnym – jako para wodna; ciekłym i stałym – jako lód lub śnieg. Woda zmienia swoje stany skupienia pod wpływem zmiany temperatury i ciśnienia. To ma ogromny wpływ na działanie dachów, które budowane są tak, aby wszystkie te zjawiska nie spowodowały ich dysfunkcji i wszelkiego rodzaju strat. Właściwości wody w każdym stanie skupienia, a szczególnie w stanie ciekłym, odbiegają od standardowych właściwości podobnych związków chemicznych. Ta specyfika wynika z jej budowy molekularnej, gdyż cząsteczka wody ma wyjątkowy kształt: jeden z wierzchołków stanowi atom tlenu, a dwa pozostałe to atomy wodoru. Powoduje to efekt dipola, gdyż wolne pary elektronów przy atomie tlenu są po jednej stronie cząsteczki, a dodatni wodór po drugiej. To jest powodem powstania wielu specjalnych cech wody. Wśród anomalii istotnych dla techniki dachowej należy wymienić przede wszystkim nieliniową rozszerzalność cieplną wody. Ogólnie znane zjawisko polegające na zwiększaniu objętości przy ochładzaniu, zamieniające wodę w lód, stanowi szczególne zagrożenie dla pokryć dachowych i całego dachu. Ma to ogromny wpływ na trwałość pokryć i ich połączeń z różnymi elementami przechodzącymi przez dach. Inną niezwykłą i ważną cechą wody jest jej **duże ciepło właściwe**. Ponadto duże wartości ciepła parowania i topnienia

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

oraz krzepnięcia powodują, że woda ogrzewa się bardzo wolno, ale za to długo utrzymuje ciepło. Z powodu wysokich wartości ciepła topnienia lodu proces ten zachodzi bardzo wolno. Ma to duże znaczenie, gdyż lód topiąc się, pochłania bardzo duże ilości energii cieplnej i dlatego na dachach proces ten zachodzi powoli, a jeszcze wolniej pod pokryciami. Spowalnia to wszystkie procesy zachodzące pod pokryciami. Czasami jest to zjawisko korzystne, a czasami nie. Śnieg, jaki dostaje się pod pokrycie, może tam długo topnieć, zamieniając się w zatory śniegowo-lodowe na skutek topienia się w ciągu dnia i zamarzania w nocy. Ważne dla dachów są również inne cechy wody jak: duże napięcie powierzchniowe skutkujące zjawiskiem określanym jako menisk wklęsły; znaczny wzrost lepkości, gdyż przy obniżeniu temperatury zmniejsza się ruchliwość cząsteczek wody. Wszystkie cechy wody są ważne dla funkcjonowania dachów, ponieważ przemiany fazowe wody oraz jej przemieszczanie się są ściśle związane ze zjawiskami fizycznymi towarzyszącymi wymianie energii cieplnej stale zachodzącej w dachach. Ma to szczególnie duże znaczenie w Polsce, ponieważ z naszym położeniem geograficznym wiąże się duża zmienność klimatyczna, która skutkuje częstymi przejściami przez punkt rosy w dachach [2].

Wszystkie sposoby oddziaływania wody na dachy są związane z wymianą energii cieplnej między wodą i materiałami tworzącymi dach. W trakcie tych procesów dwa stykające się ośrodki podlegają ogrzaniu lub ochłodzeniu w zależności od tego, skąd napływa albo dokąd odpływa ciepło. Dwa podstawowe źródła ciepła, które dostarczają energii potrzebnej do tych przemian, to Słońce oraz energia cieplna budynku osłanianego przez dach. Słońce działa tylko w dzień i ilość energii, jakiej dostarcza, zależy od zachmurzenia, czyli od warunków atmosferycznych. Dodatkowo Słońce dostarcza energię w postaci promieniowania lub za pośrednictwem powietrza ogrzewającego się w stopniu zależnym od pory roku i miejsca usytuowania budynku. Energia, którą dostarcza, jest magazynowana w dachu, rozchodząc się od pokrycia we wszystkich możliwych kierunkach. Przekaznikiem ciepła słonecznego jest więc pokrycie, które stopniowo ogrzewa się w ciągu dnia, a pozyskane ciepło oddaje głównie na drodze konwekcji i przewodzenia oraz w mniejszym stopniu promieniowania. Duża część promieniowania słonecznego jest odbijana od pokrycia do atmosfery. Ilość odbitego promieniowania zależy od rodzaju materiału, z jakiego wykonane jest pokrycie oraz od stopnia gładkości i koloru pokrycia.

Każdej nocy cały dach ochładza się, oddając ciepło do zimniejszej od niego atmosfery. Nad ranem, szczególnie w bezchmurne noce, pokrycie jest chłodniejsze od atmosfery z powodu działania zjawiska nazwanego chłodzeniem radiacyjnym, które zachodzi, gdy nie ma chmur na niebie i polega na wzmożonym promieniowaniu cieplnym wszystkich powierzchni płaskich i nachylnych. To zjawisko jest powodem powstawania przygruntowych przymrozków i gołolodzi na jezdniach, a na dachach szronu zimą i rosy latem. Im mniejsze jest nachylenie dachu, tym promieniowanie radiacyjne jest większe. Dodatkowo rano, kiedy wschodzi Słońce, pokrycie jest jeszcze zimniejsze od atmosfery, gdyż nie zdążyło się jeszcze ogrzać tak jak atmosfera. W rezultacie latem na pokryciu powstaje rosa, a zimą szron, natomiast pod nim prawie każdego ranka występuje skroplona para wodna lub szron. Wszystkie te poranne procesy wzmacnia jeszcze zjawisko ochłodzenia pokrycia wywołane poborem ciepła parowania wody lub szronu. Do odparowania woda potrzebuje określonej porcji energii cieplnej z pokrycia.

Oddawanie ciepła skutkuje obniżeniem temperatury pokrycia i powstawaniem skroplin. Ma to duży wpływ na termoizolację, którą z powodu częstego funkcjonowania tych zjawisk trzeba chronić przed zawilgoceniem. Powstawanie skroplin uzasadnia stosowanie powłok uszczelniających pokrycia zasadnicze dachów. Są one układane pod pokryciami i nazywane warstwami wstępnego krycia (papa na deskowaniu, folie lub membrany wstępnego krycia). Ilość powstających skroplin zależy od bezwładności termicznej materiałów, z których jest wykonane pokrycie zasadnicze. Skropliny powstające na zewnątrz pokrycia tworzą się z pary wodnej zawartej w powietrzu atmosferycznym, natomiast te pod pokryciem z powietrza znajdującego się pod tym pokryciem. W przypadku, gdy pokrycie jest wentylowane, powietrze znajdujące się pod nim pochodzi z atmosfery, ale ma zwiększoną ilość pary wodnej o tę, która napłynęła z wnętrza dachu.

Para wodna przemieszcza się w przegrodach razem z ciepłem z ośrodka cieplejszego do zimniejszego. Wynika to z różnicy ciśnienia pary wodnej między ośrodkiem cieplejszym (wyższe ciśnienie) a zimniejszym (niższe ciśnienie). Przebieg tych procesów jest jednak zmienny, ponieważ wszystkie zjawiska występujące w i na dachu związane z wymianą ciepła komplikują te procesy. W każdym dachu, zależne od siebie procesy cieplno-wilgotnościowe zmieniają się w każdej chwili. Okresy o wyraźnie określonym kierunku przepływu pary wodnej (dyfuzji) są uzależnione od pory roku (zima – lato) oraz od pory dnia (noc – dzień). Do tego dołączają czynniki pogodowe: zmiana temperatury; opady; wiatr oraz wpływ warunków wewnętrznych panujących w budynku (zależnych od przeznaczenia budynku i działalności mieszkańców). W przypadku, gdy do tych wszystkich zjawisk dołączymy wpływ wiatru oraz zmiany wymiarów liniowych materiałów wykorzystywanych do budowy pokryć dachów, to uzyskamy obraz obciążeń, jakie działają na dachy, charakteryzujących się bardzo dużą zmiennością. Ta zmienność obciążeń powoduje, że dachy są wyjątkowo trudnym elementem każdego budynku, szczególnie w Polsce.

Para wodna przemieszcza się w przegrodach razem z ciepłem z ośrodka cieplejszego do zimniejszego. Wynika to z różnicy ciśnienia pary wodnej między ośrodkiem cieplejszym (wyższe ciśnienie) a zimniejszym (niższe ciśnienie). Przebieg tych procesów jest jednak zmienny, ponieważ wszystkie zjawiska występujące w i na dachu związane z wymianą ciepła komplikują te procesy. W każdym dachu, zależne od siebie procesy cieplno-wilgotnościowe zmieniają się w każdej chwili. Okresy o wyraźnie określonym kierunku przepływu pary wodnej (dyfuzji) są uzależnione od pory roku (zima – lato) oraz od pory dnia (noc – dzień). Do tego dołączają czynniki pogodowe: zmiana temperatury; opady; wiatr oraz wpływ warunków wewnętrznych panujących w budynku (zależnych od przeznaczenia budynku i działalności mieszkańców). W przypadku, gdy do tych wszystkich zjawisk dołączymy wpływ wiatru oraz zmiany wymiarów liniowych materiałów wykorzystywanych do budowy pokryć dachów, to uzyskamy obraz obciążeń, jakie działają na dachy, charakteryzujących się bardzo dużą zmiennością. Ta zmienność obciążeń powoduje, że dachy są wyjątkowo trudnym elementem każdego budynku, szczególnie w Polsce.

Literatura

- [1] Patoka K. Co warto wiedzieć o wodzie i jej działaniu na dachach. Materiały Budowlane. 2021; 583 (3): 34 ÷ 35.
- [2] Patoka K. Skropliny w dachach. Materiały Budowlane. 2020; 574 (6): 32 ÷ 34.

Partner działu:

Fakro Sp. z o.o.
www.fakro.pl

