mgr inż. Krzysztof Patoka[1)]

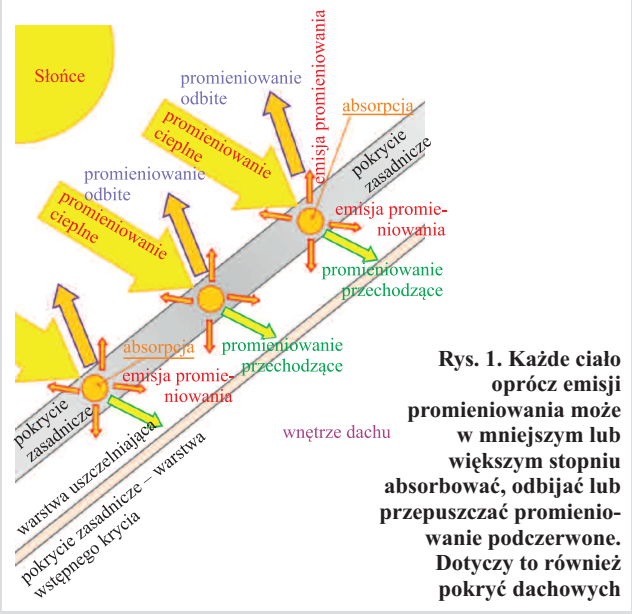
Materiały refleksyjne tylko na pokrycia dachowe

Dążenie do ograniczenia zużycia energii we wszelkiego rodzaju budynkach zwiększyło zainteresowanie odblaskowymi (refleksyjnymi) materiałami do stosowania na dachach. W efekcie powstała tendencja polegająca na automatycznym wybieraniu takich materiałów do budowy dachów bez względu na miejsce ich zastosowania. Warto zastanowić się nad zasadnością tego typu decyzji. Wiadomo, że na całym świecie, w tym i w Europie, wzrasta popularność tzw. dachów chłodnych (*cool roofs*), które są pokrywane materiałami odblaskowymi i z tego powodu znacznie ograniczają zużycie energii na klimatyzację. Jest to szczególnie zauważalne w klimacie ciepłym i gorącym oraz w budynkach o dużej kubaturze. W regionach chłodniejszych, w tym w Polsce, tego typu pokrycia dachowe też mogą przynosić oszczędności [1]. O ich wielkości decydują proporcje między energią zaoszczędzoną latem na klimatyzacji, dzięki odbitemu promieniowaniu słonecznemu i energią straconą zimą, która gdyby nie odbijanie promieniowania, zwiększyłaby temperaturę dachu. **Określenie *cool roofs*** (zdefiniowane w [1]) **odnosi się do dachów z refleksyjnymi powłokami stanowiącymi pokrycia dachowe**, które w dużym stopniu odbijają promieniowanie słoneczne. Nie dotyczy więc dachów, w których zastosowano wewnętrzne powłoki odblaskowe, np. odblaskowe warstwy wstępnego krycia, uszczelniające pokrycia dachów pochyłych leżące na łatach. Moim zdaniem, ich zastosowanie w naszym klimacie może być nawet niekorzystne.

O promieniowaniu

Wymiana ciepła na drodze promieniowania odbywa się według zasad, które najlepiej obrazuje prawo Stefana – Boltzmanna mówiące, że **ilość energii wypromieniowanej przez ciało doskonale czarne jest proporcjonalna do czwartej potęgi temperatury bezwzględnej tego ciała**. W przyrodzie nie ma ciał doskonale czarnych. Są one wyłącznie modelem myślowym umożliwiającym lub ułatwiającym rozważania naukowe. Ciała rzeczywiste (nazywane w tej teorii szarymi) nie są ciałami doskonale czarnymi i w tej samej temperaturze wypromieniowują mniej energii niż ciała doskonale czarne. Zależność ilości wypromieniowanej energii od temperatury jest jednak zdecydowanie dominująca wśród innych czynników. Można wręcz powiedzieć, że w praktyce **promieniowanie ciepła w dużej ilości jest możliwe tylko przez ciała bardzo mocno rozgrzane** [2].

Promieniowanie, padając na pewne ciało, może zostać przez nie pochłonięte, przepuszczone lub odbite (rysunek 1). Ta porcja energii, która zostanie pochłonięta (absorpcja), zwiększa poziom energii wewnętrznej ciała napromieniowanego, a więc również emisji promieniowania. Ciała rzeczywiste



Rys. 1. Każde ciało oprócz emisji promieniowania może w mniejszym lub większym stopniu absorbować, odbijać lub przepuszczać promieniowanie podczerwone. Dotyczy to również pokryć dachowych

(szare) mają bowiem taką samą zdolność emitowania energii cieplnej, jak zdolność jej pochłaniania (absorbowania). Ilość energii absorbowanej zależy od rodzaju materiału, kąta padania promieniowania na ich powierzchnię oraz od długości fal promieniowania. Innymi słowy: emisja, absorpcja, odbicie i transmisja (przekazywanie-przechodzenie) promieniowania zależą od temperatury oraz stopnia obróbki powierzchni materiałów.

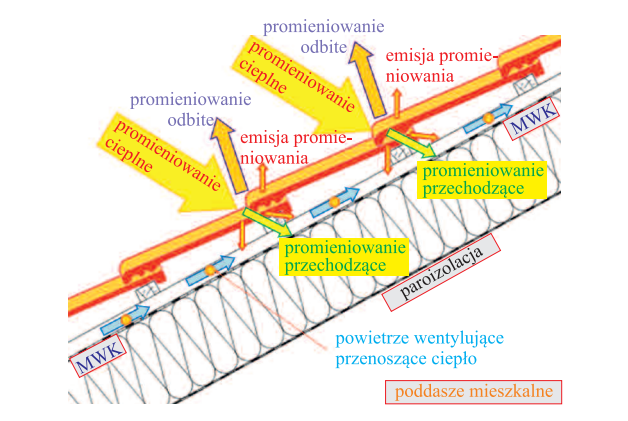
Promieniowanie a pokrycia dachowe

W skali światowej dachy płaskie mają dużo częściej pokrycia odblaskowe niż dachy pochyłe. Szczególnie w regionach usytuowanych bliżej strefy równikowej. Zjawisko odbijania promieniowania cieplnego zależy przede wszystkim od gładkości i koloru powierzchni. W dachach pochyłych jest to bardzo wyraźnie zauważalne. Różnica między temperaturą powierzchni gładkich i srebrzystych a ciemnych i porowatych wynosi przy tym samym nasłonecznieniu przeszło 40ºC. Zgodnie z [3], latem uśredniona maksymalna temperatura powierzchni pokryć może wynosić w przypadku: połysków metalicznych 40ºC; pokryć jasnoszarych 50 – 60ºC; czerwonych (ceglastych) 60 – 70ºC; ciemnobrązowych 70 – 80ºC; czarnych (antracytowych) 80 – 85ºC. W przypadku pokryć blaszanych w kolorach czarnym lub antracytowym, ułożonych na połaciach skierowanych dokładnie na południe i o nachyleniu ok. 55°, maksymalna temperatura może sięgać 150ºC. Mimo to ilość promieniowania z takiego rozgrzanego pokrycia jest znikoma w porównaniu z promieniowaniem, jakie je rozgrzewa. Z tego powodu stosowanie odblaskowych warstw znajdujących się pod pokryciami nie jest efektywne.

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

W dachach pochyłych, z pokryciami na łatach, układa się pod nimi warstwy uszczelniające, najczęściej wysoko paroprzepuszczalne membrany wstępnego krycia (MWK) lub papy na poszyciu, wytwarzane z warstwami refleksyjnymi. MWK bywają metalizowane, a niektóre z oferowanych pap zawierają warstwę cienkich folii aluminiowych. Cienkie blachy z aluminium (rzadziej miedzi) blokują przepływ pary wodnej, co ma znaczenie, gdy papy są stosowane jako warstwy paroizolacyjne, a metalizowane MWK są produkowane dla tych, którzy zachwycili się odbijaniem promieniowania i nie potrzebują analizy, aby je stosować.

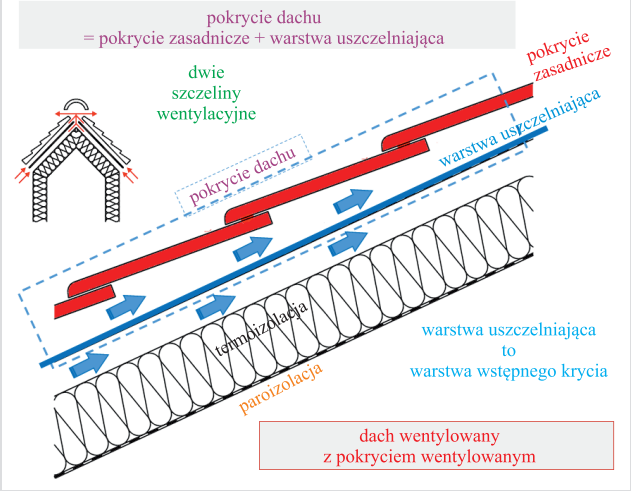
Promieniowanie cieplne transferowane przez pokrycie przechodzi przez powietrze przepływające pod tym pokryciem (rysunek 2). Cząsteczki pary wodnej i dwutlenku węgla oraz ozonu są tymi składnikami powietrza, które absorbują najwięcej energii promieniowania. Dodatkowo powietrze ogrzewa się bardzo intensywnie na drodze zwykłej wymiany ciepła (konwekcyjnie), co powoduje zmianę jego gęstości oraz ciężaru i w efekcie jest ono wypierane przez zimne powietrze atmosferyczne wpływające w okap. To generuje wzrost prędkości przepływu tego powietrza i bardzo dużo ciepła wypływa spod pokrycia. Jest to jedna z zalet wentylowania dachów i ich pokryć. Im różnica temperatury powietrza atmosferycznego i pokrycia jest większa, tym szybciej przepływa powietrze pod tym pokryciem, ponieważ wzrasta ciąg termiczny. Ten efekt bardzo skutecznie obniża temperaturę wnętrza dachu w czasie upałów.



Rys. 2. Dach z pokryciem uszczelnionym wysoko paroprzepuszczalną MWK. Promieniowanie cieplne docierające do MWK i termoizolacji jest niewielkie, ale potrzebne. Część jego energii jest absorbowana przez powietrze atmosferyczne przepływające pod pokryciem

Część promieniowania cieplnego dociera do MWK i stykającej się z nią termoizolacji. Ogrzewa je, powodując wzrost ciśnienia pary wodnej znajdującej się w tym miejscu dachu i proces migracji pary wodnej do powietrza wentylującego intensyfikuje się. Zjawisko to jest bardzo ważne zimą, gdy dachy, pod wpływem ciepła docierającego z wnętrza budynku (okres grzewczy) razem z parą wodną, zwiększają swoją wilgotność. Jednocześnie zimą występuje największy spadek temperatury i zwiększa się zagrożenie powstawaniem skroplin na zewnętrznej granicy termoizolacji. Wynika z tego, że każda energia podwyższająca temperaturę na tej granicy jest korzystna dla dachu. Z tego powodu nie warto stosować odblaskowych MWK.

Rozważmy, co dzieje się z promieniowaniem, gdy pokrycie jest uszczelnione papą leżącą na poszyciu. Promieniowanie ogrzewa drugą warstwę powietrza wentylującego przepływającego pod poszyciem (rysunek 3). Jest go oczywiście jeszcze mniej, ale proporcjonalnie do ilości ogrzewa i działa korzystnie. Nie warto więc odbijać tego promieniowania, tym bardziej że papy refleksyjne są drogie. W warstwach wewnętrznych dachów stosuje się również folie refleksyjne (fotografia) – najczęściej folie aluminizowane, czyli z warstwą napylanego aluminium. Gdyby była to warstwa prawdziwej folii aluminiowej (metalowa cienka blaszka), to można liczyć na maksymalne odbicie otrzymanej na drodze promieniowania energii w ilości ok. 90%. W przypadku, gdy zastosowana folia ma tylko napylone aluminium, to może odbić maksymalnie 10 – 30% promieni cieplnych. Resztę folia pochłania i przepuszcza dalej. Warto o tym pamiętać.



Rys. 3. Układ dachu z pokryciem uszczelnionym materiałem paroizolacyjnym. Najczęściej jest to papa na poszyciu z desek lub z płyt drewnopochodnych. Pod poszyciem powinna znajdować się szczelina wentylacyjna osuszająca termoizolację i więźbę

Błędnie zamocowana paroizolacja (bez zachowania szczelności jej powłoki). Z tego powodu większa jej część nie działa, czyli nie blokuje dopływu pary do dachu. Tak ułożona folia odblaskowa nie spełnia podstawowej funkcji

Literatura

[1] Monczyński Bartłomiej, Natalia Rzeszowska. 2018. „Opłacalność zastosowania chłodnych dachów w polskich warunkach klimatycznych". *Izolacje* (9): 96 – 101.

[2] Staniszewski Bogumił. 1980. *Wymiana ciepła. Podstawy teoretyczne.* PWN.

[3] Schunck Eberhard, Hans Jochen Oster, Rainer Bartel, Kurt Kiessl. 2005. *Atlas dachów. Dachy spadziste.* MDM Sp. z o.o.

Przyjęto do druku: 22.02.2019 r.

Partner działu: **Fakro Sp. z o.o.** FAKRO®