

dr inż. Aleksander Byrdy¹⁾

Wpływ zastosowania izolacji termicznej o wysokiej sprawności na funkcjonalność dachów skośnych

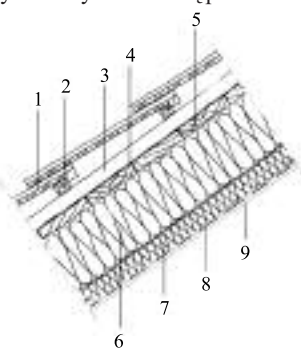
DOI: 10.15199/33.2016.04.23

Zastosowanie materiałów termoizolacyjnych bardzo dobrej jakości do wykonywania ocieplonych stropodachów poddaszy ogrzewanych wpływa na znaczne podwyższenie ich walorów użytkowych i eksploatacyjnych. Dobór materiałów stosowanych na warstwy termoizolacyjne dachów stromych jest uwarunkowany ich konstrukcją i warunkami eksploatacji.

Konstrukcje izolowanych termicznie dachów skośnych

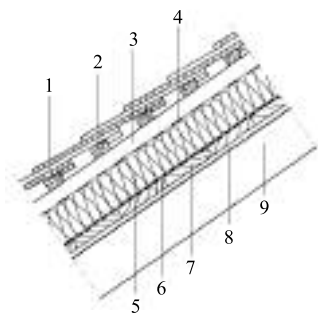
Położenie warstw w dachach skośnych powinno uwzględniać wszystkie zjawiska ciepłno-wilgotnościowe zachodzące w przegrodach zewnętrznych, tj. zjawisko przepływu pary wodnej oraz ciepła. Ze względu na drewnianą konstrukcję dachu stromego należy zwrócić uwagę nie tylko na właściwą izolację cieplną, ale również na ochronę przegrody przed wilgocią wewnętrzną i zewnętrzną (rysunki 1 i 2). Termoizolacja może być ułożona nad krokiewiami oraz między krokiewiami i pod krokiewiami dachowymi (system tradycyjny).

Warstwy izolacji termicznej w dachach stromych nie tylko chronią przed nadmier-



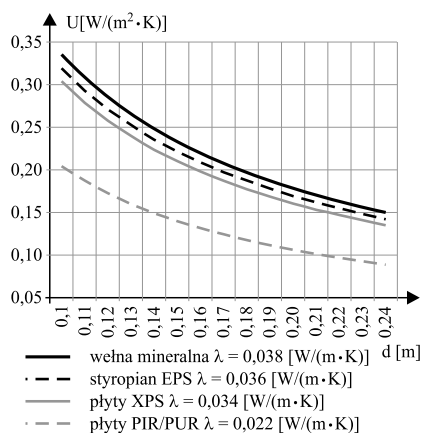
Rys. 1. Fragment przekroju stropodachu szczelnego poddasza mieszkalnego ocieplonego między krokiewiami i pod krokiewiami: 1 – dachówka; 2 –łaty dachowe; 3 – szczelina wentylująca (kontrflata); 4 – wiatroizolacja; 5 – deskowanie na krokiewiach; 6 – izolacja termiczna między krokiewiami; 7 – izolacja termiczna pod krokiewiami; 8 – paroizolacja; 9 – płyty g-k

¹⁾ Politechnika Krakowska; Wydział Inżynierii Łąkowej; e-mail: abyrdy@pk.edu.pl



Rys. 2. Fragment stropodachu z termoizolacją nakrokwiową: 1-4 jak na rysunku 1; 5 – twarde płyty termoizolacyjne; 6 – paroizolacja; 7 – deskowanie pełne; 8 – płyty suchego tynku; 9 – krokiew dachowa

nymi stratami energii w okresie zimowym, ale także mają zapewnić komfort użytkowania poddasza w okresie letnim. W pomieszczeniach mieszkalnych temperatura na poddaszu powinna wynosić ok. 20 °C. W warunkach polskich projektowana średnia temperatura zewnętrzna w zimie wynosi do -5 °C, natomiast latem temperatura powierzchni pokrycia dachowego często osiąga 60 °C (rysunek 3), a okresowo nawet 80 °C [1]. Tak duża różnica temperatury wymaga stosowania termoizolacji bardzo dobrej jakości układanej w sposób ciągły bez mostków termicznych.



Rys. 3. Zależność między grubością termoizolacji d i współczynnikiem przenikania ciepła U stropodachów szczelninowych izolowanych różnymi materiałami wg rozwiązań materiałowych pokazanych na rysunkach 1 i 2, zgodnie z [2]

Materiały termoizolacyjne

Obecnie najczęściej do ocieplania stropodachów stromych wykorzystuje się **wełnę mineralną**, której struktura zapewnia dobrą izolacyjność termiczną i akustyczną dzięki temu, że tylko 1,5% objętości wyrobu stanowią włókna mineralne, a 98,5% powietrze zamknięte między tymi włóknami, będące zaporą dla przepływu ciepła i rozprzestrzeniania się fal dźwiękowych. Wełna mineralna ma bardzo mały współczynnik oporu dyfuzyjnego i bardzo dużą odporność na wysoką temperaturę, dzięki czemu może służyć jako zabezpieczenie przeciwpożarowe. Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ różnych rodzajów produktów z wełny mineralnej, stosowanych na dachy skośne, wynosi 0,035 – 0,044 [W/(mK)], a masa objętościowa 12 ÷ 35 [kg/m³].

Wadą wełny mineralnej jest spadek izolacyjności cieplnej w przypadku jej zawilgocenia, które może powstać np. w wyniku pojawienia się kondensacji wewnątrzwarstwowej. Natomiast wadą filców i mat z wełny mineralnej jest tendencja do osiadania, czego konsekwencją może być powstawanie mostków cieplnych.

Styropian EPS (ekspandowany). Deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła λ produktów ze styropianu EPS stosowanych na dachy skośne wynosi 0,031 – 0,042 [W/(mK)], a masa objętościowa 11 ÷ 15 [kg/m³]. Wady styropianu, to mała odporność na działanie wysokiej temperatury oraz brak odporności na działanie rozpuszczalników organicznych. Styropian najczęściej stosowany jest jako izolacja pod krokiewiami (rysunek 1).

Płyty z polistyrenu ekstrudowanego XPS stosowane na dachy skośne mają deklarowany współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda = 0,032 – 0,036$ [W/(mK)], a masę objętościową 30 ÷ 39 [kg/m³].

Płyty z pianki PUR/PIR na dachy skośne charakteryzują się współczynnikiem przewodzenia ciepła $\lambda = 0,022 – 0,024$ [W/(mK)] i masą objętościową 30 ÷ 32 [kg/m³].

Pianki poliuretanowe PUR są odporne chemicznie, a także na pleśń, bakterie,

owady i gryzonie. Mogą być stosowane w temperaturze od $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+135\text{ }^{\circ}\text{C}$. Powinny być chronione przed promieniowaniem UV. Płyty z pianki poliizocyanurowej PIR mają lepsze właściwości termizolacyjne i lepszą odporność ogniową niż z pianki PUR. Mogą być stosowane w temperaturze od $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Niewielki ciężar objętościowy oraz duża wytrzymałość na ściskanie wynosząca $120 \div 175\text{ [kPa]}$ powodują, że materiał ten może być powszechnie stosowany w budownictwie, szczególnie jako nakrokwiowa i podkrokwiowa warstwa izolacji termicznej dachów skośnych.

Grubość izolacji termicznej

Podstawowym kryterium określania izolacyjności cieplnej stropodachów jest obliczeniowy współczynnik przenikania ciepła U . W przypadku przegrody jednorodnej lub warstwowej złożonej z materiałów o jednakowej grubości i współczynniku przewodzenia ciepła, wg normy PN-EN ISO 6946:2008 współczynnik przenikania ciepła $U\text{ [W/(m}^2\text{K)]}$ przegród bez tzw. mostków termicznych należy obliczać wg wzoru:

$$U = 1/R_T \quad (1)$$

gdzie:

R_T oznacza, zgodnie z [3] całkowity opór cieplny płaskiego komponentu budowlanego składającego się z termicznie jednorodnych warstw prostopadłych do kierunku przepływu ciepła, który należy obliczać ze wzoru:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad (2)$$

gdzie:

R_{si} – opór przejmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni przegrody $[\text{m}^2\text{K/W}]$;
 R_1, R_2, \dots, R_n – obliczeniowe opory cieplne każdej warstwy przegrody;
 R_{se} – opór przejmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przegrody $[\text{m}^2\text{K/W}]$.

Opór cieplny przegrody lub warstwy jednorodnej R oblicza się ze wzoru:

$$R = d/\lambda \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}] \quad (3)$$

gdzie:

d – grubość przegrody lub warstwy $[\text{m}]$;
 λ – współczynnik przewodzenia ciepła materiału przegrody $[\text{W/(mK)}]$.

W aktualnym Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny podlegać budynki i ich usytuowanie [4], maksymalne wartości współczynników przenikania ciepła U_{max} stropodachów nie powinny przekraczać $U_{\text{max}} = 0,20\text{ [W/(m}^2\text{K)]}$. Zgodnie z [4], dopuszczalny współczynnik U_{max} będzie wynosił od 2017 r. $U_{\text{max}} = 0,18\text{ [W/(m}^2\text{K)]}$, a od 2021 r. $U_{\text{max}} \leq 0,15\text{ [W/(m}^2\text{K)]}$.

Przy obliczaniu współczynnika ciepła U stropodachu nie uwzględnia się warstw nad warstwami wentylowanymi oraz izolacyjności szczelin wentylacyjnych. Także warstwy wykończeniowe nie mają większego udziału w izolowaniu termicznym stropodachów. Najważniejsza jest warstwa izolacji termicznej. Zestawienie zależności pomiędzy grubością różnych izolacji termicznych a współczynnikiem przenikania ciepła stropodachów pokazano na rysunku 3.

Ograniczenia stosowania izolacji termicznych w dachach skośnych

Wełna mineralna swoją popularność w tradycyjnych stropodachach szczelinowych zawdzięcza łatwości dostosowywania się do kształtu przestrzeni między krokiewiami (rysunek 1). Ze względu na małą wytrzymałość na ściskanie nie należy jej stosować jako izolacji nakrokwiowej. Coraz większe wymagania dotyczące ochrony cieplnej budynków powodują, że niedługo grubość izolacji tradycyjnych będzie wynosić nawet do 24 cm. Tak gruba izolacja termiczna wymaga dodatkowej warstwy izolacji pod krokiewiami, która jest pracochłonna w realizacji oraz zmniejsza kubaturę poddasza. Zastosowanie izolacji termicznej z płyt PIR/PUR pozwala na zredukowanie grubości stropodachu o ok. 30% (rysunek 3).

Dachy z izolacją nakrokwiową wymagają materiału termoizolacyjnego odpornego na wilgoć, o dużej sztywności, niezmiennego wymiarów i łatwego w obróbce. Do tego typu dachów doskonale nadają się płyty XPS i płyty PUR/PIR z fabrycznie frezowanymi krawędziami (np. na wpust i pióro), dzięki czemu szczelnie izolują połączyć dachową. Płyty XPS, ze względu na znacznie gorszą izolacyjność cieplną niż płyty PUR/PIR, muszą mieć grubość ok. 16 cm (rysunek 3), która wymaga zagęszczenia łączników o zwiększonym przekroju w celu zapewnienia skutecznego mocowania warstw stropodachu. Dodatkowo wysoki przekrój w strefie okapowej pogarsza walory estetyczne dachu. Płyty PUR/PIR pozwalają na realizację dachów z najmniejszą grubością termoizolacji (obecnie do ok. 10 cm). Są produkowane w dużych formatach (np. $120 \times 250\text{ cm}$) z fabryczną warstwą membrany dachowej, co znacznie poprawia jakość i szybkość prac podczas realizacji dachów.

Płyty PUR/PIR znakomicie sprawdzają się również jako izolacja podkrokwiowa. Dodatkowo niektórzy producenci płyt

PUR/PIR oferują je jako warstwę wykończeniową z fabryczną warstwą płyt g-k, które można mocować bezpośrednio do krokwi bez stosowania konstrukcji wsporczych.

Podsumowanie

Ze względu na coraz większe wymagania izolacyjności cieplnej, w najbliższym czasie do izolacji dachów szczelinowych w tradycyjnym układzie warstw konieczne będzie stosowanie rozwiązań redukujących grubość izolacji pod krokiewiami. Zwiększanie wysokości krokwi z drewna litego w celu mocowania pomiędzy nimi termoizolacji o dużej grubości jest nieuzasadnione ekonomicznie. Stosowanie coraz grubszych warstw pod krokiewiami utrudni montaż warstw wykończeniowych i spowoduje obniżenie wysokości użytkowej poddasza. Z tego powodu izolacje PIR/PUR, zastosowane jako warstwa izolacji pod krokiewiami, będą coraz powszechniejsze.

Zastosowanie płyt XPS wymaga znacznie większego dystansu pomiędzy warstwami konstrukcyjnymi i warstwami pokrycia w porównaniu z płytami PIR/PUR. W przypadku obecnych wymagań izolacyjności cieplnej [4], różnica grubości izolacji nakrokwiowych wynosi ok. 6 cm, co przekłada się bezpośrednio na możliwość obniżenia kosztów mocowania kolejnych zewnętrznych warstw stropodachu. System izolacji dachów skośnych od strony zewnętrznej ma wiele zalet, m.in. chroni konstrukcję drewnianą dachu przed wilgocią i wahaniami temperatury oraz zapobiega powstawaniu mostków cieplnych. W nowych realizacjach odkryta konstrukcja dachu może stać się elementem wystroju wnętrza, natomiast w remontowanych stropodachach metoda ta pozwala na zachowanie istniejących wewnętrznych warstw wykończeniowych.

Literatura

- [1] Byrdy Czesław. 2003. *Dachy i stropodachy ocieplone i nieocieplone. Podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych*. Kraków. Politechnika Krakowska.
- [2] Karty techniczne materiałów izolacyjnych.
- [3] PN-EN ISO 6946:2008 Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
- [4] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z 12 kwietnia 2002 (Dz.U. nr 75, poz. 690) z późniejszymi zmianami.

Przyjęto do druku: 19.01.2016 r.