

05.01.2022

## TEMAT: MATERIAŁY TERMOIZOLACYJNE

Bardzo proszę o zapoznanie się z materiałami źródłowymi poniżej.

Po uważnym przeczytaniu bardzo proszę odpowiedzieć na poniższe pytania.

Odpowiedzi (w wordzie lub pdf – skany notatek ręcznych) proszę dzisiaj przesłać na adres:

[wzdz.ratuszny@gmail.com](mailto:wzdz.ratuszny@gmail.com)

Przypominam, że przesłanie odpowiedzi w dniu dzisiejszym jest dla mnie potwierdzeniem obecności na zajęciach.

Odpowiedzi będą oceniane – zależy mi na odpowiedziach własnymi słowami - tak jak to nauczyliście się, nie na przekopiowywaniu wprost z materiałów – to też będę oceniał.

Pytania do tematu:

1. Po co stosuje się izolacje termiczne w budynkach (termoizolacje)?
2. W których elementach budynku stosuje się izolacje termiczne?
3. Napisz z jakim materiałem termoizolacyjnym spotkałeś się w czasie nauki zawodu (na praktykach) – napisz jak i w którym miejscu budynku był zastosowany?
4. Podstawowym parametrem materiałów izolacyjnych jest współczynnik  $\lambda$   
Jak będziesz kupował materiał izolacyjny i będziesz miał do wyboru dwa materiały o tej samej grubości ale jeden będzie miał  $\lambda=0,033 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , a drugi  $\lambda=0,047 \text{ W/m}\cdot\text{K}$  – to który z tych materiałów wybierzesz?  
Uzasadnij odpowiedź.

Życzę przyjemnej i owocnej nauki 😊

## MATERIAŁY TERMOIZOLACYJNE



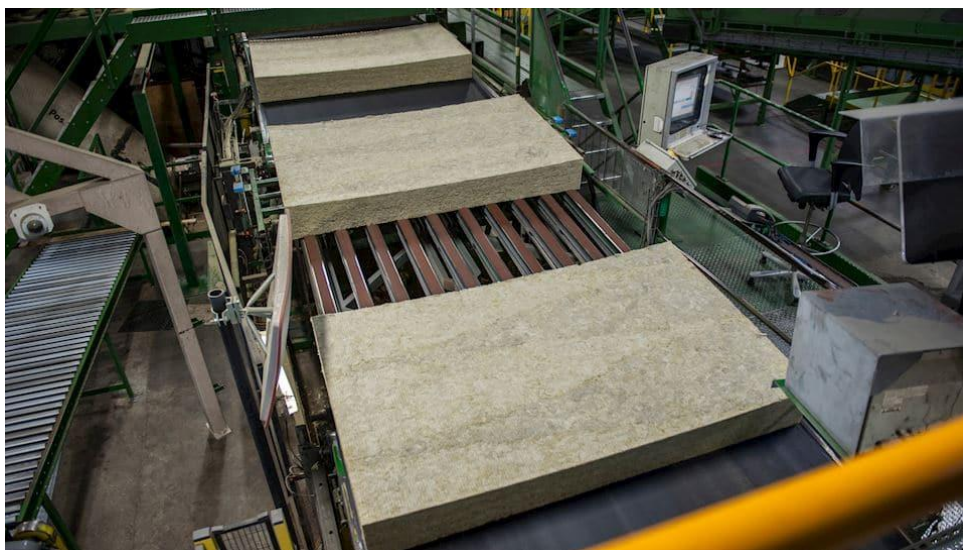
1. Wełna mineralna
2. Wełna szklana
3. Styropian (polistyren ekspandowany, EPS)
4. Styrodur (polistyren ekstrudowany, XPS)
5. Pianka poliuretanowa (PUR)
6. Keramzyt
7. Perlit
8. Pollytag
9. Szkło piankowe (Foamglas)
10. Izolacyjne płyty mineralne (multipor)

### Wyroby pochodzenia roślinnego

1. Płyty wiórkowo-cementowe
2. Płyty pilśniowe porowate
3. Ekofiber
4. Korek ekspandowany



**wełna mineralna**



#### **Produkcja płyt z wełny mineralnej i szklanej**

Wełna szklana wytwarzana jest z mieszanki stłuczki szklanej, piasku kwarcowego oraz sody, które w piecu (tzw. wannie szklarskiej) są roztapiane w temperaturze 1200°C – 1500°C. Następnie tworzywo kierowane jest do maszyn rozwłókniających, gdzie strumień ciepłego szkła trafia na dysk rozwłókniający tworząc włókno szklane. Opada ono na bębny formujące. Włókna przelatują przez pierścień spryskujący, z którego podawane jest lepiszcze. Bębny strefy formowania obracają się przeciwbieżnie, formując kobierzec wełny. Tak uformowana wełna trafia do komory polimeryzacyjnej, gdzie następuje utwardzenie lepiszcza. Gęstość produktu reguluje się, dobierając prędkość przenośników linii produkcyjnej.

### Wetna mineralna skalna

Proces produkcji wełny skalnej wygląda podobnie. – Surowce – bazalt, gabbro, dolomit lub kruszywa wapienne – trafiają do silosów dobowych, skąd pod kontrolą komputerowego systemu trafiają do pieca szybowego. Pod wpływem gorącego powietrza koks się zapala i następuje roztopienie tłuczni skalnego. Lawa trafia na maszyny rozwłókniające. Podobnie, jak w przypadku wełny szklanej, włókna pokrywane są lepiszczem. Następnie wpadają do komory osadczącej, gdzie zostają równomiernie rozłożone i uformowane w kobierzec. Tak przygotowana wełna skalna poddawana jest procesowi zmiany kierunku włókien – ten zabieg udoskonala właściwości mechaniczne produktu.



### Wetna szklana

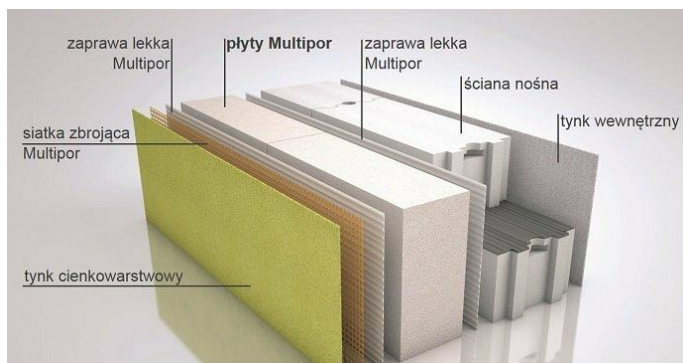




Styropian (EPS)



Styrodur (XPS)



## Multipor



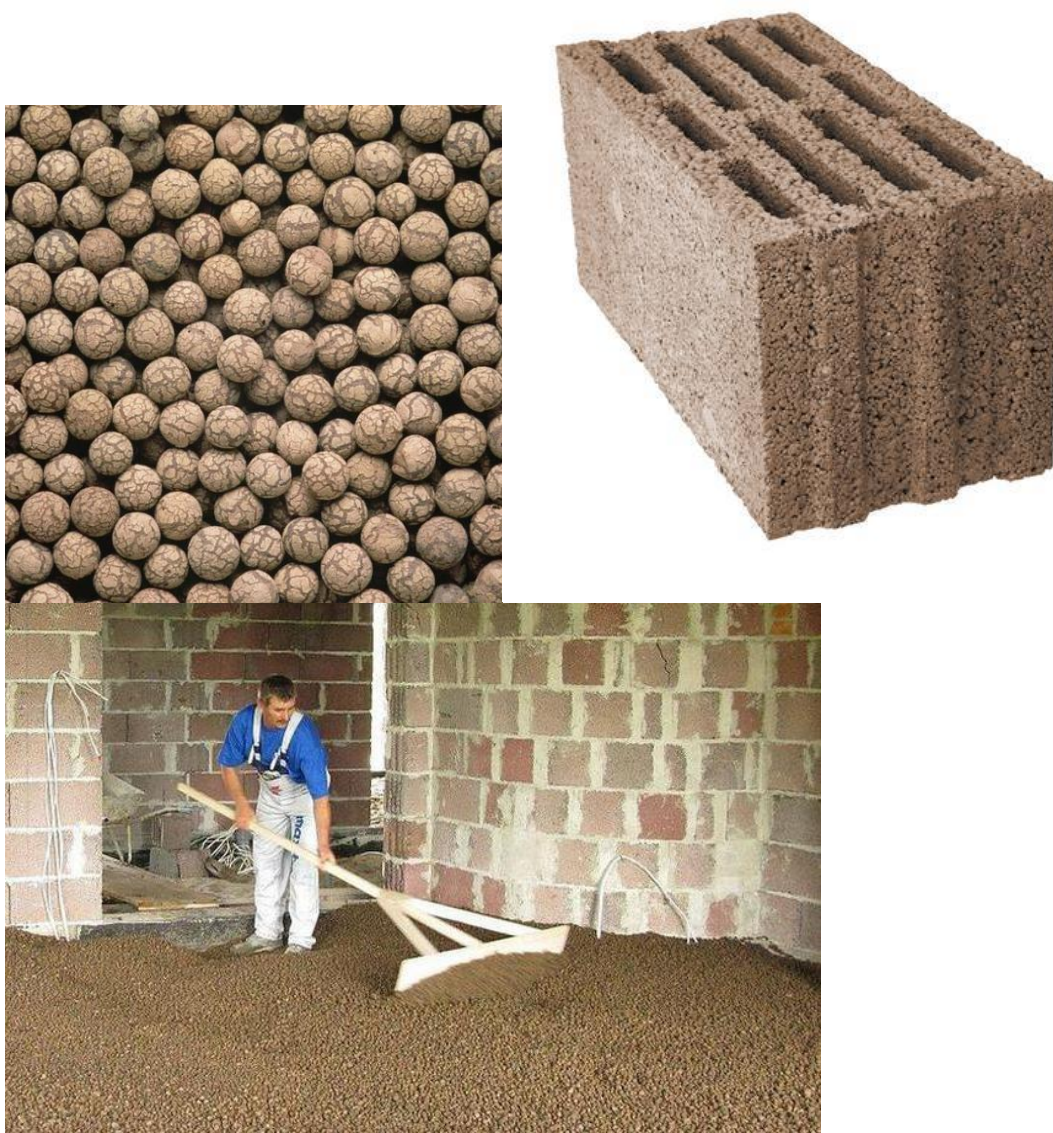


**Pianka poliuretanowa**



**Perlit**





**Keramzyt**





### Materiały izolacyjne z włókien drewnianych



### Płyta pilśniowa

**Materiały źródłowe:****Wiadomości podstawowe:****Izolacje termiczne****Wiadomości ogólne**

Izolacje termiczne spełniają ważne funkcje w budynkach. Przede wszystkim zmniejszają straty ciepła, dzięki czemu obniżają się koszty ogrzewania budynków. Ponadto dobrze wykonane izolacje termiczne zapewniają utrzymanie prawidłowych warunków zdrowotnych w pomieszczeniach, bo zapobiegają takim szkodliwym zjawiskom jak wykraplanie wilgoci i rozwój pleśni na wewnętrznych powierzchniach przegród.

Pleśnie rozwijają się najczęściej tylko w niektórych miejscach, gdzie izolacja termiczna jest źle wykonana, np. na połączeniu stropów ze ścianami lub w narożnikach pomieszczeń. Miejsca te nazywamy mostkami termicznymi, bo przez nie traci się bardzo dużo ciepła.

Wymagania odnośnie do izolacji termicznych w budynkach obecnie wznoszonych są o wiele większe niż dawniej, dlatego najpierw omówione zostaną zasady wykonywania tych izolacji w budynkach nowo wznoszonych, a następnie problemy termomodernizacji istniejących zasobów budowlanych.

**14.2.2. Pojęcia podstawowe (definicje i symbole)**

Właściwości termoizolacyjne materiałów określa współczynnik przewodzenia ciepła, który jest oznaczony symbolem  $\lambda$  (lambda), a jego jednostką jest  $W/(m \cdot K)$ . Materiały termoizolacyjne charakteryzują się niskim współczynnikiem  $\lambda$ . Wraz ze wzrostem wartości tego współczynnika pogarszają się właściwości termoizolacyjne materiału. Na rysunku 14.15 zestawiono właściwości termoizolacyjne niektórych materiałów. Z porównania wynika, że warstwa dobrego materiału termoizolacyjnego, np. styropianu lub wełny mineralnej grubości 1 cm, jest równoważna pod względem izolacyjnym ścianie z cegły pełnej grubości około 20 cm.

Właściwości termoizolacyjne przegród określa współczynnik przenikania ciepła, który do niedawna był oznaczany symbolem  $k$ , a obecnie symbolem  $U$ . Współczynnik ten określa gęstość strumienia ciepłego przenikającego przez 1 m<sup>2</sup> przegrody, przy założeniu, że temperatury po obydwu jej stronach nie zmieniają się, a ich róż-

nica wynosi jeden stopień. Miara współczynnika przenikania ciepła jest  $W/(m^2 \cdot K)$ .

W celu obliczenia współczynnika  $U$  trzeba znać obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  materiału, z którego jest lub będzie wykonana przegroda, a jeśli składa się ona z kilku warstw, to trzeba znać obliczeniowe wartości współczynnika  $\lambda$  wszystkich warstw. Obliczeniowe wartości współczynnika  $\lambda$  warstwy materiału jednorodnego cieplnie są określone w PN-EN ISO 6946:1999 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.

W normie tej są podane obliczeniowe wartości współczynników przewodzenia ciepła materiałów stosowanych w budownictwie oraz zasady obliczania oporów cieplnych i współczynników przenikania ciepła przez przegrody. Natomiast nie zawarto w niej wymagań dotyczących współczynnika przenikania ciepła  $U$ , jakie powinny być spełnione przez poszczególne przegrody budynków. Zamiast współczynnika  $U$  został wprowadzony wskaźnik sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków oznaczony symbolem  $E$ . Wartość tego wskaźnika powinna być mniejsza od wartości granicznej  $E_0$ .

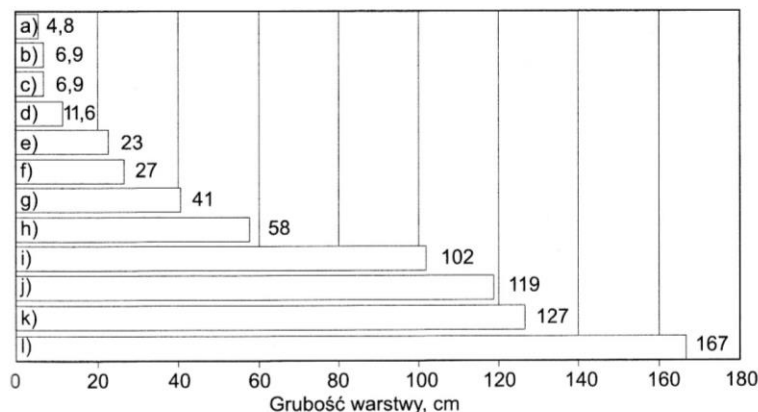
Wskaźnik  $E$  oblicza się i przyjmuje zgodnie z wymaganiami PN-B-02025:1999 „Obliczanie sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków mieszkalnych”.

**Obliczanie oporu cieplnego  $R$  i współczynnika przenikania ciepła  $U$ .** Obliczeniowe wartości cieplne wyrobów budowlanych są podawane w dwojaki sposób: jako obliczeniowe współczynniki przenikania ciepła oznaczone symbolem  $U$  lub jako obliczeniowe opory cieplne oznaczane symbolem  $R$ . W PN-EN ISO 6946:1999 znajduje się współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  danego materiału i oblicza się opór cieplny wg wzoru

$$R = \frac{d}{\lambda}, \quad m^2 \cdot K/W$$

w którym:  $d$  – grubość warstwy materiału w przegrodzie jednorodnej cieplnie,  $\lambda$  – obliczeniowy współczynnik przewodzenia ciepła przyjęty z PN-EN ISO 6946:1999.

Współczynnik przenikania ciepła  $U$  przegród wykonanych z jednej warstwy jednorodnej cieplnie oblicza się ze wzoru



| Material   | $\lambda$ , W/(m·K) |
|--|---------------------|
| a) pianka poliuretanowa                                  | 0,025               |
| b) styropian   | 0,042               |
| c) płyty z wełny mineralnej                              | 0,042               |
| d) płyty trzciniowe                                      | 0,070               |
| e) płyty wiórkowo-cementowe (suprema)                    | 0,140               |
| f) drewno sosnowe  | 0,160               |
| g) bloczki z betonu komórkowego M500 na ciepłej zaprawie | 0,170               |
| h) bloczki z betonu komórkowego M700 na ciepłej zaprawie | 0,250               |
| i) cegła dziurawka                                       | 0,620               |
| j) keramzytobeton $\gamma=1400 \text{ kg/m}^3$           | 0,720               |
| k) cegła ceramiczna pełna                                | 0,770               |
| l) cegła silikatowa pełna                                | 1,100               |

**Rys. 14.15.** Właściwości termoizolacyjne niektórych materiałów budowlanych, wyrażone grubością, jaką musiałyby mieć wykonane z nich ściany o współczynniku przenikania ciepła  $U = 0,55 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ : u góry – grubość ścian z różnych materiałów (nazwy jak na rysunku niżej) o współczynniku  $U = 55 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ , u dołu – wartość współczynnika  $\lambda$  różnych materiałów

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}, \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

w którym:  $R$  – opór cieplny warstwy materiału jednorodnego cieplnie,  $R_{si}$ ,  $R_{se}$  – opory przejmowania ciepła przy zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni przegrody podane w tabl. 14.1.

**Tablica 14.1.** Opory przejmowania ciepła przy powierzchniach płaskich

| Opór przejmowania ciepła, $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ | Kierunek strumienia cieplnego |         |       |
|---|-------------------------------|---------|-------|
|   | w górę                        | poziomy | w dół |
| $R_{si}$  | 0,10                          | 0,13    | 0,17  |
| $R_{se}$  | 0,04                          | 0,04    | 0,04  |

Jeśli przegroda składa się z kilku warstw jednorodnych cieplnie, to współczynnik  $U$  jest sumą odwrotności ich oporów cieplnych

$$U = \frac{1}{R_{si} + R_1 + R_2 + R_j + R_{se}}, \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

gdzie:  $R_1, R_2, R_j$  są oporami cieplnymi poszczególnych warstw wykonanych z materiałów jednorodnych cieplnie.

Projekt ocieplenia powinien być opracowany przez projektanta budynku. Przy obliczaniu wskaźnika  $E$  (tj. sezonowego zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynku) projektant określa optymalną wartość współczynnika ciepła  $U$  dla każdej przegrody, przez którą traci się ciepło. Przegroda ta może być jednorodna cieplnie lub warstwowa, zbudowana z warstw nośnych i warstw termoizolacyjnych (ocieplających). Zależnie od oporu cieplnego warstw nośnych musi być dobrana odpowiednia wartość oporu cieplnego warstw ocieplających.

Ograniczanie wymiarów, a także przestrzeganie omówionych wyżej zasad mocowania okien i drzwi z tworzyw sztucznych do konstrukcji budynku oraz uszczelniania spoin ma duże znaczenie praktyczne, gdyż tylko w ten sposób można zapobiegać deformacjom ościeżnic i ram, a w skrajnych przypadkach pękaniu szyb. Z tego powodu do montażu tych wyrobów należy używać odpowiednich elementów mocujących i materiałów uszczelniających.

Produkowane obecnie okna (zarówno z tworzyw sztucznych, jak i drewniane) są bardzo szczelne, w związku z czym trzeba stosować wyroby ze specjalnymi nawiewnikami lub przewietrzać pomieszczenia w określonych odstępach czasu, zwłaszcza kuchnie podczas gotowania posiłków. O sposobach postępowania trzeba poinformować użytkowników pomieszczeń.

#### 14.2.11. Wyroby termoizolacyjne

Według przyjętego podziału rozróżnia się trzy grupy wyrobów termoizolacyjnych:

- pochodzenia mineralnego (wyroby z wełny mineralnej i szklanej oraz szkło piankowe),
- spienione tworzywa sztuczne (styropian, pianka poliuretanowa, pianka krylaminowa),
- pochodzenia roślinnego, z których najbardziej są znane płyty pilśniowe porowate i płyty wiórkowo-cementowe.

Asortyment jest tu bardzo różnorodny, gdyż nawet wyroby z jednej grupy są produkowane o różnych nazwach handlowych przez poszczególnych producentów i różnią się niektórymi właściwościami technicznymi.

Przy obliczaniu kosztu ocieplania trzeba brać pod uwagę cenę  $1 \text{ m}^3$  i współczynnik przewodzenia ciepła wyrobu. Iloczyn tych dwóch wartości jest prawidłowym wskaźnikiem, natomiast sama cena  $1 \text{ m}^3$  wyrobów prowadzi do błędnej kalkulacji kosztów, jeśli występują różne współczynniki przewodzenia ciepła.

**Wyroby z wełny mineralnej i szklanej.** Wyroby termoizolacyjne z włókien mineralnych zajmują dominującą pozycję w budownictwie. W wielu krajach produkuje się wełnę mineralną i wełnę szklaną. Wyroby te mają bardzo dobre właściwości ciepłochronne, odznaczają się dużą trwałością i są produkowane z łatwo dostępnych surowców. W Polsce wytwarza się głównie wyroby z wełny mineralnej w postaci płyt mię-

kich, półtwardych i twardych. Ponadto produkuje się maty, wełnę granulowaną oraz otuliny do izolacji rur. W zależności od stopnia zagęszczenia włókien produkuje się płyty w wielu odmianach, które określa się według nominalnych gęstości objętościowych.

Filce są wytwarzane na lepiszczu organicznym, maty zaś są wykonywane z warstwy wełny mineralnej ułożonej na welonie szklanym lub na papierze laminowanym i przesyte niemi. Filce występują w arkuszach długości od 2000 do 5000 mm, szerokości 500 lub 1000 mm i w kilku grubościach. Maty z wełny mineralnej mają długość 3000 mm, szerokość 500 mm i różne grubości. Filce i maty są to wyroby ściśliwe, dlatego zwija się je w rulony, co ułatwia transport i składowanie.

Płyty odznaczają się różnymi gęstościami objętościowymi – od 35 do  $180 \text{ kg/m}^3$  i w związku z tym ich właściwości techniczne różnią się, co dotyczy zwłaszcza ściśliwości. Lekkie odmiany są miękkie, dlatego nie należy ich stosować w miejscach, gdzie będą poddane obciążeniu, natomiast płyty o dużych gęstościach są twarde i mogą przenosić obciążenia. I tak np. płyty Rockmin o gęstości  $35 \div 45 \text{ kg/m}^3$  są przeznaczone do ocieplania stropów poddasza nieużytkowego, a także innych stropów, jeśli podłoga jest wykonana z desek na legarach. Nadają się także do ocieplania lekkich ścian osłonowych. Płyty Rockton o gęstości  $50 \text{ kg/m}^3$  są odpowiednie do ocieplania nowo wznoszonych ścian szczelinowych z cegły, płyty Wentrirrock lub Polmin T-ZH o gęstości  $100 \text{ kg/m}^3$  – do ocieplania ścian istniejących budynków z zastosowaniem okładziny elewacyjnej z blachy fałdowej, a płyty Panelrock oraz Polmin PT-ZH pod okładzinę typu siding. Płyty bardzo twarde, o gęstości nie mniejszej niż  $145 \text{ kg/m}^3$  i nazwie handlowej Dachrock, są odpowiednie do ocieplania stropodachów pod bezpośrednie krycie papą, zaś o nazwie Fasrock do ocieplania ścian zewnętrznych metodą lekką (zamiast styropianu).

Wyroby z wełny mineralnej są zróżnicowane cenowo. Na przykład lekkie płyty Rockmin są około 5 razy tańsze od płyt Fasrock.

**Szkło piankowe** (ang. *Foamglas*). Szkło piankowe było produkowane w kraju w dwóch odmianach – koloru białego i czarnego, lecz z powodu niezadowalających właściwości technicznych i wysokiej ceny nie znajdowało szer-



**Tablica 14.4.** Właściwości techniczne szkła piankowego (Foamglas T4) deklarowane przez producenta

| Właściwości techniczne   | Wartość liczbową  |
|--|---|
| Wymiary płyt, mm   | 300 × 450 grubość 25 ÷ 50<br>600 × 450 grubość 40 ÷ 180 |
| Gęstość, kg/m <sup>3</sup>   | około 120   |
| Wytrzymałość na ściskanie, N/mm <sup>2</sup>                               | około 0,8   |
| Współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda$ – wartość obliczeniowa, W/(m·K) | 0,045   |
| Opór dyfuzyjny   | całkowicie szczelne                                     |
| Nasiąkliwość wodą  | 0 (woda zwilża tylko powierzchnię)                      |

sze go zastosowania. Na początku 1995 r. zostało dopuszczone do stosowania w Polsce szkło piankowe o nazwie Foamglas T4 (decyzja ITB nr 631/94) produkcji belgijskiej. Jest to wyrób koloru czarnego o strukturze porów zamkniętych.

Deklarowane przez producenta właściwości techniczne płyt Foamglas T4 podano w tablicy 14.4.

Szkło piankowe jest bardzo dobrym materiałem termoizolacyjnym. Odznacza się dużą wytrzymałością mechaniczną, małym współczynnikiem przewodzenia ciepła, całkowitą odpornością na nasiąkliwość wodą i dyfuzję pary wodnej. Jest niepalne i obojętne dla środowiska. Płyty mogą być produkowane o innych wymiarach niż podano w tablicy 14.4.

Szkło piankowe jest materiałem dość droгим, dlatego powinno być używane tam, gdzie występują duże naciski na warstwę ocieplającą oraz możliwość zawilgocenia. Zaleca się je stosować do ocieplania stropodachów pełnych, zwłaszcza na warstwie nośnej z blach fałdowych, nad pomieszczeniami o dużej wilgotności powietrza oraz do ocieplania podłogi i podłóg na gruncie, na których występują duże naprężenia ściskające.

#### **Wyroby ze spienionych tworzyw sztucznych.**

Wyroby termoizolacyjne ze spienionych tworzyw sztucznych są bardzo lekkie, charakteryzują się doskonałymi właściwościami termoizolacyjnymi oraz znaczną wytrzymałością mechaniczną i odpornością na zawilgocenie. Ich wadą jest palność.

Wprawdzie są produkowane wyroby samogasnące, lecz w ogniu spalają się, a w temperaturach podwyższonych ulegają rozkładowi.

Asortyment tworzyw sztucznych piankowych jest duży, ale w Polsce szerokie zastosowa-

nie w budownictwie znalazł tylko styropian. W znacznie mniejszych ilościach są używane pianki: poliuretanowa, krylaminowa i mocznikowa.

Styropian jest produkowany w postaci płyt jako palny i samogasnący. Odmiana samogasnąca pali się również w zetknięciu z ogniem, ale płomień nie rozszerza się i po chwili gaśnie. Styropian palny jest oznaczony literą S, samogasnący FS.

Zgodnie ze znowelizowaną PN-B-20130:1997 styropian jest produkowany w pięciu odmianach, różniących się gęstością i współczynnikiem przewodzenia ciepła  $\lambda$ . Są to odmiany:

10 – gęstość  $\geq 10$  kg/m<sup>3</sup>, współczynnik  $\lambda = 0,045$  W/(m·K),

12 – gęstość  $\geq 12$  kg/m<sup>3</sup>, współczynnik  $\lambda = 0,043$  W/(m·K),

15 – gęstość  $\geq 15$  kg/m<sup>3</sup>, współczynnik  $\lambda = 0,040$  W/(m·K),

20 – gęstość  $\geq 20$  kg/m<sup>3</sup>, współczynnik  $\lambda = 0,040$  W/(m·K),

30 – gęstość  $\geq 30$  kg/m<sup>3</sup>, współczynnik  $\lambda = 0,040$  W/(m·K).

Im większa gęstość styropianu, tym powinna być większa wytrzymałość mechaniczna i mniejsza ściśliwość, ale nie zawsze tak jest, gdyż właściwości te zależą także od stopnia spienienia. Jeśli perełki polistyrenowe nie są dostatecznie spienione i połączone ze sobą, to płyty styropianowe mają zwiększoną gęstość objętościową, lecz małą wytrzymałość mechaniczną.

Cenną właściwością styropianu jest odporność na zawilgocenie (po zanurzeniu na całą dobę w wodzie wykazuje małą nasiąkliwość). Wadą jest natomiast palność, niszczenie przez gryzonie i mała odporność na temperaturę – już od 80°C rozpoczyna się „topienie”, dlatego nie na-

leży go stosować tam, gdzie istnieje obawa, że temperatura ta zostanie przekroczona.

Styropian rozpuszcza się w zetknięciu z rozpuszczalnikami, olejami i smołą, wskutek czego niektórzy twierdzą, że sublimuje lub znika. Po prostu tak wygląda, gdyż rozpuszczony zamienia się w ciekłą, prawie niewidoczną warstwę polistyrenu. Jeżeli na styropian nałoży się papę na lepiku asfaltowym lub smołowym na zimno (a więc zawierającym rozpuszczalnik), to spowoduje się zniszczenie styropianu. Natomiast lepik asfaltowy na gorąco nie działa szkodliwie na styropian i nadaje się do jego przyklejania, pod warunkiem jednak, że będzie rozgrzany do temperatury nie wyższej niż ok. 120°C.

Styropian jest stosowany przede wszystkim do ocieplania stropodachów pełnych oraz ścian zewnętrznych istniejących budynków metodą lekką moką. Należy wtedy używać wyrobów o ciężarze objętościowym nie mniejszym niż 20 kg/m<sup>3</sup> – przy ocieplaniu ścian metodą lekką – odmiany 15 lub 20. Styropian może też stanowić warstwę termoizolacyjną podłóg oraz ścian betonowych wielkopłytowych, pod warunkiem jednak, że w czasie nagrzewania prefabrykatów temperatura nie przekroczy 80°C.

Styropianu nie należy używać do ocieplania stropów pod poddaszem nieogrzewanym, ze względu na palność oraz możliwość gnieźdzenia się w nim gryzoni. Nie zaleca się także stosowania tego materiału w ścianach szczelinowych, ponieważ tu bardziej odpowiednie są płyty z wełny mineralnej.

Styropian jest produkowany w Polsce w kilkunastu wytwórniach.

Piankę poliuretanową produkuje się w dwóch postaciach – jako miękką (sprężystą) i sztywną. Pianka miękka jest stosowana do produkcji wielu wyrobów, m.in. materaców i siedzeń oraz uszczelek, natomiast z pianki twardej wyrabia się płyty termoizolacyjne oraz otuliny na rury. W znacznych ilościach produkuje się płyty warstwowe o symbolu PW-8, w których rdzeń jest wykonany z pianki, a okładziny z blachy stalowej powlekanej.

Pianka poliuretanowa sztywna ma właściwości podobne do styropianu. Jej gęstość – w zależności od odmiany – wynosi od 30 do 60 kg/m<sup>3</sup>. Od gęstości zależą właściwości mechaniczne – im większa gęstość, tym mniejsza ścisłość. Współczynnik przewodzenia ciepła zależy od

czynnika spieniającego i sposobu wbudowania materiału. Jeżeli nie zastosowano szczelnej osłony, to środek spieniający ulatnia się, na jego miejsce wchodzi powietrze, a współczynnik  $\lambda$  zwiększa się do około 0,030 W/(m·K). Natomiast przy szczelnej osłonie, jak np. w płytach PW-8, współczynnik  $\lambda = 0,025$  W/(m·K).

Pianka poliuretanowa jest produkowana jako palna i samogasnąca. Wykazuje odporność na zawilgocenie oraz na temperaturę nie wyższą niż 100°C.

Pianka poliuretanowa jest znacznie droższa niż styropian, dlatego jest stosowana w budownictwie w dużo mniejszym zakresie. Można założyć, że w przyszłości stropodachy będą ocieplane pianką spienianą bezpośrednio na budowie. Potrzebna jest do tego kosztowna aparatura oraz bardzo dokładnie przeszkoleni pracownicy.

Z żywicy mocznikowo-formaldehydowej jest produkowana pianka krylaminowa o gęstości objętościowej około 12 kg/m<sup>3</sup> (są też produkowane pianki o gęstości 20, a nawet 30 kg/m<sup>3</sup>). Przewodność cieplna  $\lambda$  pianki krylaminowej jest taka sama jak styropianu i wynosi 0,040 W/(m·K), ale jej wytrzymałość mechaniczna jest bardzo mała. Pod niewielkim naciskiem ulega zgnieceniu, w zetknięciu z wodą bardzo szybko zawilgaca się, jest trudno palna. Pianka krylaminowa wydzielą formaldehyd, który jest szkodliwy dla zdrowia. Wprawdzie z upływem czasu związek ten ulatnia się, ale świeżo wyprodukowana pianka jest niebezpieczna i dlatego może być stosowana tylko tam, gdzie istnieje pewność, że formaldehyd nie zagrazi ludziom.

Pianka krylaminowa o nazwie Lumar została dopuszczona jako materiał do ocieplania stropów betonowych pod poddaszami nieużytkowymi (jest spieniania bezpośrednio na miejscu) (świadcstwo ITB nr 1046/95). Dawniej wykonana w ten sposób warstwa termoizolacyjna ulegała spękaniu, a nawet rozkruszała się. Obecnie pianka ta została ulepszona i jest używana z dobrym skutkiem do ocieplania trudno dostępnych (niskich) poddaszy, natomiast nie zaleca się jej stosować do ocieplania ścian.

Podobne właściwości wykazuje pianka mocznikowa o nazwie Izopiana MB, dopuszczona do stosowania na podstawie aprobaty technicznej AT-15-2185, wydanej przez ITB.

**Wyroby pochodzenia roślinnego.** Materiały termoizolacyjne pochodzenia roślinnego, dość powszechnie stosowane w ubiegłych latach, nie wytrzymują konkurencji z wyrobami z włókien mineralnych. Są wytwarzane z surowców łatwo dostępnych lub odpadowych i znajdują zastosowanie w wielu dziedzinach, ale ich produkcja nie wzrasta.

**Płyty wiórkowo-cementowe,** nazywane supremą, są produkowane z wełny drzewnej połączonej spoiwem cementowym. Gęstość objętościowa tych płyt i ich właściwości techniczne są uzależnione od stopnia sprasowania. Zaletą płyt wiórkowo-cementowych jest dość duża wytrzymałość mechaniczna, umożliwiającą ich stosowanie do ocieplania ścian bezpośrednio pod tynk oraz na podsufitki i inne elementy o funkcji konstrukcyjnej. Wadą jest natomiast duża przewodność cieplna, około trzykrotnie większa niż płyt z wełny mineralnej (warstwa termoizolacyjna z supremy musi być trzykrotnie grubsza, a zatem znacznie droższa). Płyty wiórkowo-cementowe są produkowane w wielu małych wytwórniach. Jakość tych płyt wytwarzanych w kraju jest niska, zdecydowanie gorsza od jakości podobnych wyrobów zagranicznych.

**Płyty pilśniowe porowate** są od dawna znanym wyrobem termoizolacyjnym produkowanym z odpadów drzewnych. Podobnie jak drewno są podatne na zagrzybienie i gnienie, ale tylko wtedy, gdy ulegną zawilgoceniu. Natomiast utrzymane w stanie suchym i niewystawione na działanie czynników atmosferycznych nie ulegają prawie żadnym zmianom.

Płyty pilśniowe nadają się do ocieplania lekkich ścian osłonowych, stropów poddasza, połaci dachowych, a także na ścianki pomieszczeń poddasza ogrzewanego.

**Ekofiber** jest nowością na naszym rynku (aprobata techniczna ITB nr K-2021/95). Jest to materiał luźny, produkowany z makulatury gazetowej z dodatkiem soli boru, preparatu bio i ogniochronnego. Wyrób ten jest trudno zapalny, a ułożony warstwowo na powierzchniach poziomych nie rozprzestrzenia ognia. Współczynnik przewodzenia ciepła wynosi około 0,040 W/(m·K). Ekofiber jest przydatny do ocieplania stropów poddasza, zwłaszcza niedostępnych, gdyż wdmuchuje się go specjalnymi dmuchawami. Wadą tego materiału jest jego stosunkowo wysoka cena.

## Bibliografia

- [1] PN-EN ISO 6946:1999 „Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania”.
- [2] Dom z betonu komórkowego. Warszawskie Centrum Wacetob, Warszawa 1993.
- [3] Płoński W.: Energooszczędne technologie i innowacyjne wyroby w budownictwie mieszkaniowym. Izba Projektowania Budowlanego – Wiadomości, nr 6 (113) 2000.
- [4] Dzierżewicz Z.: Instrukcja montażu i ocieplania ścian zewnętrznych budynków przy zastosowaniu winylowych okładzin elewacyjnych. American Building Products.
- [5] Domińczyk W., Pogorzelski J.A.: Termomodernizacja budynków. Poradnik – Informator. Centralny Ośrodek Informacji Budownictwa, Warszawa 1997.
- [6] Kamiński W.: Befestigungssysteme für Kunststoff – Fenster. Internationaler Kunststoff Kongress, Berlin 1995.

### Szczegółowy opis materiałów termoizolacyjnych

## Wyroby pochodzenia mineralnego

### Wełna mineralna

Wełna mineralna jest produktem naturalnym. Otrzymuje się ją w wyniku stopienia mieszaniny skał: bazaltu, gabra i margla w piecach wysokotemperaturowych. Następnie do otrzymanych włókien dodaje się substancje wiążące, formuje się je i przycina w płyty.

Wyroby z wełny mineralnej zawierają w sobie do 95% powietrza, i to właśnie sprawia, że mają bardzo dobre właściwości izolacyjne nawet w bardzo wysokich temperaturach, dochodzących do 1000°C. Wełna mineralna ma bardzo wiele zalet. Odznacza się dużą elastycznością, więc dokładnie przylega nawet do nierównego podłoża. Płyty i maty wełniane łatwo jest ułożyć szczelnie, tak aby między nimi nie tworzyły się mostki termiczne. W przeciwieństwie do styropianu jest materiałem całkowicie niepalnym, przez co chroni pomieszczenia przed rozprzestrzenianiem się ognia. Posiada doskonałą paroprzepuszczalność, gdyż włóknista struktura praktycznie nie stwarza żadnego oporu dla pary wodnej. Może ona swobodnie przenikać przez wełnę, dlatego nie gromadzi się w przegrodzie i nie stwarza warunków do rozwoju pleśni oraz grzybów. Kolejną zaletą wełny mineralnej jest jej trwałość i duża odporność na działanie środków chemicznych (np. rozpuszczalniki) i biologicznych (np. gryzonie, insekty, grzyby). Żaden inny materiał izolacyjny nie ma tak dobrych właściwości tłumie-

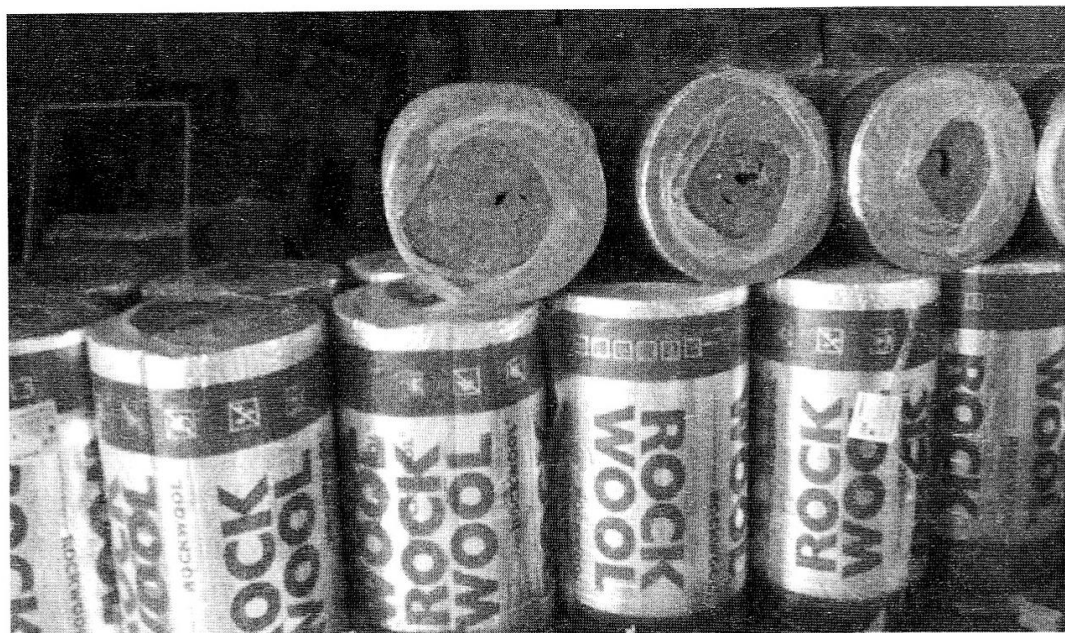


nia dźwięków uderzeniowych i powietrznych jak wełna. Zmniejsza poziom hałasu nawet do 20%.

Jak każdy materiał budowlany wełna mineralna nie jest pozbawiona wad. Jedną z nich jest stosunkowo duży ciężar w porównaniu z innymi materiałami termoizolacyjnymi, co dodatkowo obciąża konstrukcję domu. W miejscach ocieplanych wełną trzeba pozostawić szczelinę wentylacyjną, by umożliwić wysychanie ewentualnych zawilgoceń. Przy obróbce i montażu trzeba używać odzieży ochronnej, gdyż pyli podczas przycinania płyt. Najistotniejszą wadą jest jej cena. Niestety, jest znacznie droższa od styropianu, dlatego często właśnie cena przesądza o wyborze materiału izolacyjnego na korzyść styropianu.

Wełna produkowana jest w postaci płyt, mat oraz granulatu. Płyty mają długość 1000-1200 mm, szerokość 200-600 mm oraz grubość 40-240 mm. Ich gęstość zależy od stopnia sprasowania włókien i wynosi 31-150 kg/m<sup>3</sup>. Maty występują w belach o szerokości 600-1200 mm i grubości 50-220 mm. Granulaty służą do izolowania miejsc trudno dostępnych, gdzie są wdmuchiwane za pomocą specjalnych urządzeń. Sprzedawane są w workach 20-kg.

Współczynnik przewodności cieplnej  $\lambda$  dla wyrobów z wełny mineralnej wynosi od 0,034 do 0,042 W/m·K.



*Rys. 5.1. Maty i płyty z wełny mineralnej*

### 5.1.3. Perlit

Perlit jest minerałem pochodzącym ze zwietrzałej lawy wulkanicznej prażonej w piecach zawieszinowych w temperaturze około 1000°C. W wyniku tego procesu otrzymuje się granulaty w postaci szklistych, porowatych banieczek o nieregularnych kształtach i silnie rozwiniętej powierzchni. Podstawowe właściwości perlitu ekspandowanego to: bardzo niski współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda = 0,042 \div 0,058 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , znakomita odporność fizyczna, chemiczna i biologiczna oraz niewielki ciężar nasypowy, od 70 kg/m<sup>3</sup> dla drobnego perlitu do 106 kg/m<sup>3</sup> dla najgrubszego. Pozostałe zalety tego materiału to: odporność na działanie mrozu i wilgoci oraz trwałość. Ponieważ jest on stosunkowo kruchy, więc przy wykonywaniu różnych materiałów budowlanych z udziałem perlitu należy go dodawać na końcu, po wymieszaniu pozostałych składników.

Perlit ma szerokie zastosowanie w budownictwie. Jest istotnym składnikiem murarskich zapraw ciepłochronnych, które wykorzystywane są do wykonywania ścian budynków z betonu komórkowego lub ceramiki poryzowanej. Stosuje się go także do produkcji tynków ciepłochronnych, zarówno wewnętrznych, jak i zewnętrznych. Coraz częściej używa się go także do celów związanych z termoizolacyjnością. Może być stosowany jako podsypka z luźnego granulatu oraz jako składnik perlitobetonu, używanego do wykonywania ciepłych wylewek podłogowych i stropowych. W perlitobetonie jako kruszywa drobnego zamiast piasku daje się właśnie perlit.

### 5.1.4. Pollytag

Pollytag jest obok keramzytu i perlitu kolejnym materiałem ciepłochronnym, który ma postać granulatu. Otrzymywany jest przez spiekanie popiołów lotnych, miału węglowego i bentonitu w temperaturze 1000÷1300°C. Posiada nieco gorsze właściwości termoizolacyjne, gdyż jego współczynnik przewodzenia ciepła wynosi  $\lambda = 0,14 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Dlatego izolacja wykonana z pollytagu powinna mieć znaczną grubość, np. w podłodze na gruncie nawet 40 cm. Pollytag może być także stosowany do ociepleń stropów. Układa się wówczas na stropie warstwę kruszywa, zagęszcza, a na-

Wyroby z wełny mineralnej można podzielić na 3 typy:

- **wypełniające**, które szczelnie wypełniają wolną przestrzeń pomiędzy elementami konstrukcyjnymi, takimi jak krokwie, legary czy szkielety ścianek działowych. Cechą charakterystyczną tych wyrobów jest to, że przenoszą jedynie swój ciężar własny;
- **obciążone**, które przenoszą nieznaczne obciążenia oprócz ciężaru własnego. Stosuje się je pod elewacyjne okładziny kamienne oraz jako warstwę ociepleniową dachów płaskich;
- **specjalne**, przenoszące znaczne obciążenia. Są stosowane przy ociepleniach ścian budynków bądź jako płyty dachowe wierzchnie układane bezpośrednio pod powłokowe pokrycia dachowe.

### 5.1.2. Keramzyt

Keramzyt ma postać porowatych kulek o barwie jasno- i ciemnobrazowej. Otrzymuje się go w procesie wypalania pęczniejących glin w temperaturze około 1200°C. Średnice tego kruszywa mają wymiary od 2 do 20 mm. Keramzyt jest bardzo lekki, gdyż jego gęstość waha się w granicach od 270 kg/m<sup>3</sup> dla frakcji najwyższej do 600 kg/m<sup>3</sup> dla frakcji najniższej. Posiada bardzo dobrą izolacyjność termiczną, ponieważ jego średni współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  wynosi 0,10 W/m·K. Ta zaleta oraz duża wytrzymałość na ściskanie sprawia, że może on zastąpić aż 3 warstwy podłogowe: warstwę odsączającą, wykonywaną zwykle z piasku, podkład betonowy oraz izolację termiczną, którą zazwyczaj stanowi styropian. Minimalna grubość warstwy keramzytu w pomieszczeniach mieszkalnych powinna wynosić 25 cm, o ile ściany fundamentowe nie będą dodatkowo docieplane. Kruszywo układa się warstwowo. Każdą warstwę grubości około 15 cm należy ubić, stosując do tego celu mechaniczną zagęszczarkę płytową lub ubijak ręczny.

Keramzyt stosuje się także jako kruszywo do wykonywania bloczków keramzytobetonowych. Ich świetne walory termoizolacyjne sprawiają, że można z nich budować ściany zewnętrzne jednowarstwowe, a więc nie wymagające dodatkowego ocieplenia. Do murowania takich ścian należy użyć specjalnej zaprawy ciepłochronnej.

stępnie wykańcza wylewką. Z drobniejszych frakcji kruszywa robi się ciepłe zaprawy wykorzystywane do ocieplania ścian i podłóg.

### **5.1.5. Szkło piankowe – Foamglas**

Szkło piankowe jest bardzo dobrym materiałem izolacyjnym dzięki strukturze wewnętrznej składającej się z porów zamkniętych. Ma bardzo mały współczynnik przewodności cieplnej,  $\lambda = 0,045 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Jest całkowicie szczelne, a więc nienasiąkliwe. Jest niepalne, obojętne dla środowiska oraz odporne na obciążenia. Wytrzymałość na ściskanie wynosi 0,8 MPa. Szkło piankowe produkuje się w postaci płyt o długości 300-600 mm, szerokości 450 mm i grubości 25-180 mm. Doskonale nadaje się w konstrukcjach, gdzie występują duże obciążenia działające na warstwę ocieplającą oraz możliwość zawilgocenia. Zaleca się je stosować do ocieplania stropodachów pełnych, zwłaszcza na warstwie nośnej z blach fałdowych, nad pomieszczeniami o dużej wilgotności powietrza. Nadaje się także do ocieplania podłóg wykonywanych na gruncie silnie obciążonym. Wadą szkła piankowego jest jego wysoka cena, która w znaczny sposób ogranicza jego zastosowanie.

## **5.2. Spienione tworzywa sztuczne**

### **5.2.1. Styropian**

Styropian (polistyren ekspandowany) jest materiałem sztucznym. Otrzymuje się go podczas spieniania granulek polistyrenu. Bardzo dobrą izolacyjność termiczną zawdzięcza zamkniętym porom oraz znajdującemu się w nich powietrzu, które stanowi około 98% jego objętości. Współczynnik przewodności cieplnej zależy od gęstości styropianu. Im jest ona większa, tym przewodność cieplna jest mniejsza, a więc zwiększa się izolacyjność przegrody. W porównaniu z wełną mineralną styropian ma nieco korzystniejszą wartość współczynnika  $\lambda$ , która wynosi 0,032-0,033 W/m·K.

Do głównych zalet styropianu należy zaliczyć jego lekkość, praktyczną nienasiąkliwość oraz niską cenę, w porównaniu np. z wełną mineralną. Gęstość pozorna styropianu waha się w granicach od 12 do 40 kg/m<sup>3</sup> i jest niższa niż wełny mineralnej, dzięki czemu transport



i montaż płyt styropianowych jest prosty i niemęczący. Płyty te nie stanowią także dodatkowego obciążenia konstrukcji. Można je mocować do podłoża przy użyciu niewielkiej liczby kotew lub w ogóle bez nich. Stosowanie styropianu na szeroką skalę w dociepleniach zawdzięcza on jednak przede wszystkim stosunkowo niskiej cenie. W zależności od rodzaju wyrobu płyty styropianowe są około 2 razy tańsze od swojego najgroźniejszego konkurenta, wełny mineralnej. Co więc sprawia, że z roku na rok wzrasta zainteresowanie wełną mineralną, a maleje styropianem? Przede wszystkim jego wady, znacznie ograniczające zakres jego zastosowania.

Zasadniczą wadą styropianu jest palność i mała odporność na temperaturę. Już od 80°C rozpoczyna się jego „topienie”, dlatego nie należy go stosować tam, gdzie istnieje obawa, że temperatura ta zostanie przekroczona. W budownictwie może być stosowany tylko styropian samogasnący, tzn. taki, który pali się po zetknięciu z ogniem, ale gaśnie po jego usunięciu. W czasie pożaru styropian topi się, a jego krople mogą wzbudzać i rozprzestrzeniać ogień. Nie należy zatem stosować go na sufity. Kolejną jego istotną wadą jest brak odporności chemicznej na działanie związków zawierających smołę, rozpuszczalników bitumicznych, olejów czy benzyny. W zetknięciu z nimi styropian rozpuszcza się i zamienia w cienką, prawie niewidoczną warstwę polistyrenu. Jeżeli na płytę styropianową nałoży się papę na lepiku na zimno, to nastąpi jej zniszczenie, gdyż lepik zawiera rozpuszczalnik. Ponadto styropian niszczą nawet same opary rozpuszczalników organicznych, takich jak aceton, benzen, ksylen, terpentyna itp. Jednym z nielicznych związków bitumicznych, który nie działa szkodliwie, jest lepik asfaltowy na gorąco. Można go stosować pod warunkiem, że temperatura nie przekroczy 120°C. Naturalnym „wrogiem” styropianu są gryzonie, które chętnie się w nim gnieźdzą i powodują jego dewastację. Większość wyrobów ze styropianu, w przeciwieństwie do wełny mineralnej, nie ma właściwości tłumiących dźwięki. Jedynie specjalne płyty elastyczne chronią przed dźwiękami uderzeniowymi i nadają się do konstrukcji tzw. podłogi pływającej. Nie chronią jednak przed dźwiękami powietrznymi, takimi jak głośnie muzyka, rozmowa, śpiew, odgłosy przejeżdżających pojazdów.

dwuwarstwowe, w których górna warstwa wykonana jest ze styropianu o bardzo dobrych właściwościach termoizolacyjnych.

Do izolacji cieplnej dachów stosuje się płyty styropianowe odmiany EPS 100-038 DACH/PODŁOGA (dawniej FS 20), które są jedno- lub dwustronnie oklejone papą. Ma ona za zadanie nie dopuścić do przedostania się zaprawy pomiędzy płyty, a więc ochronę przegrody przed powstaniem mostków termicznych.

Płyt z warstwą papy można także używać do izolacji termicznej ścian fundamentowych.



*Rys. 5.2. Płyty styropianowe*

### 5.2.2. Polistyren ekstrudowany

Materiał termoizolacyjny, który nazywany jest szlachetniejszą odmianą styropianu. Otrzymuje się go w wyniku zmieszania masy polistyrenowej ze środkiem pianotwórczym. Jest znacznie twardszy od styropianu, a przez to przewyższa go większą odpornością na ściskanie i odkształcenia. Ma lepsze właściwości izolacyjne niż styropian, gdyż jego współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  wynosi zaledwie  $0,027 \div 0,038 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . Natomiast nasiąkliwość szacowana na  $0,5 \div 1,5\%$  sprawia, że jest on także dobrym izolatorem wilgoci.

Niestety po swoim „krewniak” odziedziczył także wady. Przede wszystkim podatność na działanie wysokiej temperatury, niektórych chemikaliów oraz promieniowania słonecznego. Już w temperaturze  $75^\circ\text{C}$  zaczyna ulegać destrukcji.

nia ścian działowych oraz wypełniania szczelin między płytami styropianowymi przy ocieplaniu ścian zewnętrznych.

Oprócz doskonałej termoizolacyjności pianka poliuretanowa jest także odporna na korozję biologiczną (działanie grzybów, pleśni, owadów, gryzoni). Do jej wad należy wydzielanie szkodliwych substancji podczas pożaru, takich jak: tlenek węgla, dwutlenek węgla czy tlenek azotu. Podobnie jak wełna mineralna pianka poliuretanowa jest materiałem znacznie droższym od styropianu, dlatego jej zastosowanie w budownictwie jest stosunkowo niewielkie.

#### **5.2.4. Pianka krylaminowa**

Pianka krylaminowa jest produkowana z żywicy mocznikowo-formaldehydowej. Jej mała gęstość objętościowa, wynosząca około  $12 \text{ kg/m}^3$ , sprawia, że jest dobrym materiałem izolacyjnym. Przewodność cieplna pianki zbliżona jest do przewodności wełny mineralnej, gdyż wynosi  $0,040 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ . Jest trudno palna, ale w zetknięciu z wodą szybko ulega zawilgoceniu. Ma bardzo małą wytrzymałość i łatwo ulega zgnieceniu. Wprawdzie została dopuszczona jako materiał do ocieplania stropów betonowych pod poddaszami nieużytkowymi, lecz niestety nie jest materiałem przyjaznym człowiekowi. Wydziela bowiem formaldehyd, który jest szkodliwy dla zdrowia.

### **5.3. Wyroby pochodzenia roślinnego**

#### **5.3.1. Płyty wiórkowo-cementowe**

Płyty wiórkowo-cementowe, potocznie zwane supremą, są materiałem naturalnym. Do ich produkcji stosuje się sprasowane wiórki drzewne i cement. Gęstość objętościowa i właściwości techniczne płyt zależą od stopnia sprasowania. Dawniej były chętnie stosowane z powodu dużej wytrzymałości mechanicznej. Najczęściej stosowano je do ocieplania nadproży okiennych. Obecnie są rzadko stosowane, ponieważ mają dużą przewodność cieplną. Ich współczynnik przewodności ciepła  $\lambda$  wynosi  $0,15 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ , co dyskwalifikuje je jako materiał termoizolacyjny.

Wyroby z polistyrenu ekstrudowanego mają symbol XPS. Produkowane są w postaci płyt o krawędziach gładkich lub profilowanych i powierzchni gładkiej, szorstkiej bądź ryflowanej. Dodatkowo mogą być wzbogacone o warstwę fazeliny lub geowłókniny filtracyjnej. Wymiary płyt najczęściej wynoszą: długość 1200 lub 1250 mm, szerokość 600 mm, natomiast grubość waha się w granicach od 20 mm do 180 mm.

Polistyren ekstrudowany ma podobne zastosowanie jak styropian. Jednak ze względu na swoje walory używany jest także tam, gdzie potrzebna jest duża wytrzymałość i odporność zarówno na obciążenia mechaniczne, jak i na działanie parcia wody. Stosuje się go do ocieplania ścian fundamentowych i piwnicznych budynku oraz ścian w pomieszczeniach wilgotnych. Świetnie nadaje się do izolacji podłóg na gruncie i w garażach. Można nim także ocieplać tarasy, stropodachy oraz dachy o konstrukcji odwróconej.

### **5.2.3. Pianka poliuretanowa**

Piankę poliuretanową otrzymuje się ze spienionej żywicy poliesterowej. Produkuje się ją w dwóch postaciach: miękką i sztywną. W budownictwie ma zastosowanie sztywna, z której wyrabia się pianki, płyty, maty i otuliny na rury.

Pianka poliuretanowa sztywna ma właściwości podobne do styropianu. Ma gęstość od 30 do 60 kg/m<sup>3</sup>, natomiast współczynnik przewodności ciepła w zależności od czynnika spieniającego i sposobu wbudowania materiału w płytę wynosi około 0,030 W/m·K. Jest produkowana jako palna i samogasnąca. Można ją stosować w zakresie temperatur od -60°C do +100°C.

Wyroby z pianki są łatwe w transporcie, obróbce i montażu. Płyty wykonane z poliuretanu stosuje się do izolacji ścian, dachów, podłóg oraz tarasów. Mają szerokość od 500 do 1250 mm i długość od 1200 do 2500 mm. Można je łączyć na zakładkę lub na pióro i wpust. Płyty warstwowe PW-8 wykonane z pianki, która jest rdzeniem, i blachy stalowej powlekanej, która stanowi okładzinę płyty, były chętnie stosowane w robotach dociepleniowych. Pianki używa się głównie do prac montażowych i uszczelniających. Przeznaczona jest do montowania drzwi i okien, klejenia i izolowania paneli ściennych, wygłusza-



### 5.3.2. Płyty pilśniowe porowate

Płyty pilśniowe są materiałem produkowanym z odpadków drewna, które rozdrabnia się na masę włóknistą. Z niej wyrabia się płyty o szerokości 1220 i 1525 mm i długości od 2000 do 3366 mm. Ich grubość wynosi od 9,5 do 25 mm. Dużą zaletą płyt pilśniowych jest ich niska cena. Obecnie są stosowane w bardzo ograniczonym zakresie, ponieważ są nieodporne na zawilgocenie i podatne na korozję biologiczną. Utrzymywane w stanie suchym i nienarażone na działanie wilgoci nie tracą swoich właściwości izolacyjnych.

Płyty pilśniowe nadają się do ocieplania stropów poddasza, połaci dachowych, podłogi, a także na konstrukcję lekkich ścianek działowych.

### 5.3.3. Ekofiber

Ekofiber jest stosunkowo nowym materiałem termoizolacyjnym. Produkowany jest z makulatury gazetowej z dodatkiem soli boru, które pełnią rolę impregnatu. Dzięki temu ekofiber jest trudno zapalny i nierozprzestrzeniający ognia. Ma dobre właściwości izolacyjne, gdyż jego współczynnik przewodzenia ciepła wynosi około 0,040 W/m·K. Stosowany jest do ocieplania stropów poddaszy, stropodachów, a nawet ścian, zwłaszcza w miejscach niedostępnych. Wadą tego materiału jest konieczność użycia specjalistycznego sprzętu do wdmuchiwania celulozowych włókien ekofibru oraz stosunkowo wysoka cena.

### 5.3.4. Korek ekspandowany

Materiał izolacyjny i dekoracyjny znany od wieków dopiero od niedawna znajduje zastosowanie w technologiach ociepleniowych. Otrzymuje się go w procesie prażenia, gdzie granulaty korkowe spaja się przy pomocy naturalnego lepiszcza zwanego suteryną. Korek dzięki swej budowie strukturalnej wykazuje doskonałe właściwości izolacyjne, zarówno termiczne, jak i akustyczne. Jego współczynnik przewodzenia ciepła  $\lambda$  wynosi  $0,037 \div 0,040$  W/m<sup>2</sup>·K. Wspaniale pochłania dźwięki i jest nieprzepuszczalny dla cieczy i gazów.