

W systemach ociepleń zarówno bezspoinowych jak i metodą lekką suchą podstawową warstwę stanowi materiał izolacyjny. Pozostałe mają znaczenie konstrukcyjne (mocowanie izolacji, jej ochrona) lub estetyczne (tynk, siding), co – oczywiście – też jest ważne. W praktyce zastosowanie mają dwa materiały izolujące cieplnie: wełna mineralna (skalna) i spieniony polistyren. Najbardziej rozpowszechnioną postacią tego drugiego jest tzw. styropian. Do zastosowań specjalnych wykorzystuje się swego rodzaju odmianę tego materiału – polistyren ekstrudowany.

Alina Kwapisz i Stanisław Stupkiewicz



czym zatrzymać

CIEPŁO

Najważniejszą cechą materiału, użytego do ocieplenia ścian zewnętrznych, jest jego **izolacyjność cieplna**. Określa ją współczynnik przewodzenia ciepła λ . Informuje on, ile energii przepływa przez jednostkową powierzchnię materiału grubości 1 m, jeśli temperatura po jednej stronie warstwy jest o 1°C (lub 1 stopień Kelvina K, co w tym przypadku na jedno wychodzi) wyższa niż po drugiej. Stąd jednostka tego współczynnika: W/mK. Im jego wartość niższa, czyli im mniej ciepła przepływa, tym lepsza izolacyjność. W wypadku materiałów stosowanych do ocieplania ścian zewnętrznych współczynnik ten ma wartość poniżej 0,05.

Istotne są też inne cechy materiału termoizolacyjnego. **Wytrzymałość mechaniczna** jest konieczna, by dobrze się on trzymał powierzchni ściany, nie miał skłonności do rozwarstwiania się i nie odkształcał się nadmiernie pod wpływem obciążeń pochodzących np. od wiatru. **Odporność na ogień** ma wpływ na pożarowe bezpieczeństwo budynku. **Podatność na pochłanianie wilgoci** sprzyja obniżeniu właściwości izolacyjnych.

W niektórych przypadkach może także spowodować, że w warstwie materiału będą się rozwijały drobnoustroje. **Odporność na działanie czynników chemicznych**, zwłaszcza rozpuszczalników, rozszerza zakres stosowania.

Przepuszczalność pary wodnej wpływa na stosunki wilgotnościowe wewnątrz ściany, obłożonej materiałem izolacyjnym. Jeśli jest duża, potocznie się mówi, że ściana „oddycha”. Należy podkreślić, że wbrew częstemu przekonaniu, w znikomym stopniu wpływa to na stan powietrza we wnętrzu domu. Nawet w przypadku ścian najlepiej „oddychających” para, przedostająca się przez nie, stanowi zaledwie kilka procent tego, co jest usuwane przez wentylację.

Z punktu widzenia wykonawczego liczy się też **łatwość obróbki i mocowania** elementów termoizolacyjnych.

■ Wełna mineralna

Wełnę mineralną otrzymuje się przez rozwłóknienie stopionego kamienia bazaltowego ■ w temperaturze powyżej 1400°C. Uzyskane włókna nasąca się le-

Utarło się mówić o dwóch rodzajach materiałów izolacyjnych tego typu, używanych w budownictwie: **wełnie mineralnej** i **wełnie szklanej**. To rozróżnienie jest nielogiczne i mylące, bo przecież szkło to także produkt mineralny. Toteż pojawił się inny układ nazewniczy, logiczny. Według niego są dwa rodzaje wełny mineralnej: **skalna**, przez niektórych zwana też kamienną, oraz **szklana**. Do ocieplania ścian zewnętrznych używa się tylko tej pierwszej. Niestety, w większości katalogów, cenników, a nawet w niektórych certyfikatach nadal się na nią używa zakorzenionej nazwy „mineralna”. Co więcej, jej skrót MW występuje w symbolach wielu systemów ocieplania. Dlatego w tym tekście używamy tej nazwy, choć zdajemy sobie sprawę, że wkrótce może w tym znaczeniu wyjść z użycia. Czytelnikom radzimy, by usłyszawszy od dostawcy czy wykonawcy termin „wełna mineralna” upewnili się, w jakim znaczeniu go użył.



1 Kostka bazaltowa – wyjściowy surowiec do produkcji wełny mineralnej (skalnej) (fot. Rockwool)

piszczem z żywicy fenolowo-formaldehydowej i formuje z nich wyrób gotowy. W przypadku nas interesującym są to płyty grubości od kilku do przeszło dwudziestu centymetrów. Standardowy wymiar wynosi 50×100 cm **2**. W przypadku niektórych nowszych wyrobów może być inny.

2 Standardowe płyty z wełny mineralnej; przygotowywanie do przyklejenia (fot. Henkel)



Zagęszczenie i układ włókien można kształtować w szerokim zakresie. Np. ciężar właściwy (poprawnie: gęstość) wełny przybiera wartości w przedziale od 12 do 180 kg/m³. **Do ocieplania metodą BSO nadają się płyty zwane elewacyjnymi lub fasadowymi**, z wełny o gęstości powyżej 110 – najczęściej 140-160 kg/m³. Lżejsza ma zbyt małą wytrzymałość mechaniczną. Od zagęszczenia włókien i ich układu zależy też izolacyjność płyt. Współczynnik, niegdyś sięgający nawet 0,065 W/mK, obecnie obniżono do około 0,04 w przypadku płyt elewacyjnych i nawet 0,03 w wyrobach do innych zastosowań.

Względnie niedawno uzyskano **płyty lamelowe**, w których nieregularny (zaburzony) układ włókien **3** został zastąpiony uporządkowanym: są one zorientowane prostopadle do powierzchni płyty **4**. Nadaje to jej większą wytrzymałość. Potrzeba więc mniejszej liczby punktów mocowania (łączników mechanicznych, zwanych też dyblami). Do mocowania wełny mineralnej wymaga się łączników metalowych, które dobrze przewodzą ciepło. Duże ich zagęszczenie obniża zatem ogólną izolacyjność warstwy. Użycie płyt lamelowych pozwala uniknąć tej niedogodności. Płyty te są elastyczne. W pewnym zakresie dostosowują się do krzywizny podłoża. Można nimi zatem okładać powierzchnie łukowe **5**.

Do powierzchni płaskich, ale nierównych, jest przystosowana inna nowość z ostatnich lat: **płyty dwuwarstwowe**. Warstwę, która ma przylegać do ściany, stanowi wełna o mniejszej gęstości, a więc podatniejsza na odkształcenia. Dobrze dopasowuje się do wgłębień i wybrzuszeń. Wełna warstwy zewnętrznej ma większą gęstość i dodatkowo jest utwardzona. Tworzy więc mocne i równe podłoże dla warstw wykończeniowych. Stosowanie takiej wełny pozwala pominąć dość uciążliwy etap prac – wyrównywanie ściany.

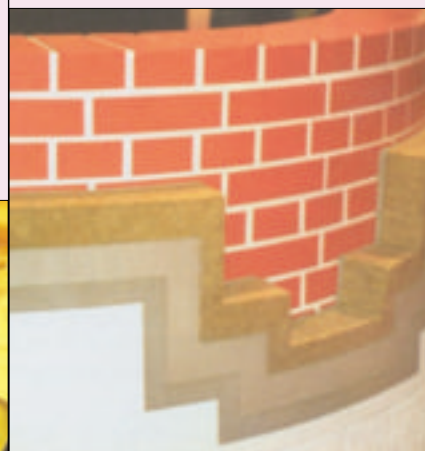


3 Płyta z wełny mineralnej o nieregularnym układzie włókien



4 Płyty lamelowe; warto zwrócić uwagę na nietypowe ich rozmiary (fot. Paroc)

5 Płytami lamelowymi można okładać powierzchnie łukowe



Przed kupieniem styropianu wyprodukowanego metodą tradycyjną trzeba się upewnić, czy był wystarczająco długo sezonowany

W nowym budynku, co prawda, z takim podłożem mamy rzadko do czynienia.

Bardzo ważną zaletą wełny mineralnej jest **niepalność**. Same włókna topią się w temperaturze powyżej 1000°C. Są więc praktycznie niezniszczalne. Jednakże przy znacznie niższej temperaturze rozkładowi ulega lepszemu. Tak więc rzeczywista wytrzymałość płyt jest mniejsza. Wystarcza jednak, by przez dwie godziny stanowić zaporę przeciwogniową. Zazwyczaj w tym czasie można skutecznie przeprowadzić akcję gaśniczą, wyprowadzić z budynku ludzi i wynieść co cenniejsze przedmioty. Co także istotne: pod działaniem ognia wełna nie wydziela żadnych substancji szkodliwych.

Luźna, porowata struktura materiału nadaje mu doskonałą **przepuszczalność pary wodnej** (około 480×10^{-6} g/mhPa – przez warstwę grubości 1 m, pod wpływem różnicy ciśnień 1 hPa przenika prawie pół miligrama pary). Ta sama porowatość jednak powoduje, że wełna łatwo wchłania wodę. Trudno natomiast wysycha. Samemu minerałowi wilgoć nie szkodzi. Jednak mokra wełna w dużym stopniu traci właściwości izolacyjne. Trzeba ją więc chronić przed zamoczeniem – na etapie transportowania, przechowywania, podczas prac i w toku użytkowania. Chłonięciu wody przez materiał w znacznym stopniu zapobiega nasączenie go w całym przekroju oleistym koncentratem żywicznym, który nadaje właściwości hydrofobowe. Takich impregnowanych płyt powinno się używać do ocieplania metodą BSO, choć są droższe.

Dobra **izolacyjność akustyczna** to kolejna cecha wełny mineralnej (każdej; nie tylko skalnej). W ociepleniu ścian zewnętrznych ma ona jednak znaczenie drugorzędne. One nie są podstawowym miejscem przenikania do wnętrza hałasów z zewnątrz.

Płyty z wełny mineralnej są łatwe do obróbki mechanicznej, np. cięcia. Powstaje jednak przy tym pył. Nie stwierdzono, by sama wełna była szkodliwa, np. rakotwórcza. Jednakże osoby szczególnie uczulone mogą odczuwać skutki takie, jak przy zetknięciu się np. z kurzem: kaszel, swędzenie skóry na dłoniach i twarzy. Dlatego do prac szczególnie pyłących, np. szlifowania, należy zakładać maseczki przeciwpyłowe, okulary ochronne, rękawice, używać luźnego kombinezonu.

Właściwości płyt oznacza się dość skomplikowanym kodem. W przypadku płyt elewacyjnych może on mieć np. postać: MW-EN13162-T5-CS(10)40-TR15-WS-DS(TH)-MU1. Znaczenie poszczególnych jego członów:

- MW – skrót od wełna mineralna;
- EN13162 – numer normy europejskiej (polska jest z nią identyczna);
- T5 – klasa tolerancji grubości; dopuszczalny jej niedomiar – 1% lub -1 mm; nadmiar +3 mm;
- CS(10)40 – wskazuje, że dopiero naprężenie ściskające 40 kPa powoduje odkształcenie o 10%;
- TR15 – wytrzymałość na rozciąganie prostopadle do powierzchni czołowych wynosi co najmniej 15 kPa;
- DS(TH) – w warunkach normowych (temperatura 70°C, wilgotność względna 90%) wyrób zachowuje stabilność wymiarową, czyli zmiany wymiarów liniowych nie przekraczają 1%.

Styropian

Surowcem do wytwarzania styropianu (inaczej: polistyrenu spienionego) są granulki tego tworzywa, wielkości od 0,2 do 3 mm, napełnione węglowodorem o nazwie pentan. Umieszcza się je w urządzeniu zwanym spieniarką i doprowadza gorącą parę wodną. Pod wpływem ciepła polistyren ulega zmiękczeniu. Pentan zaś przechodzi w stan lotny, powodując „rozdęcie” granulek. Ich rozmiary zwiększają się nawet 60-krotnie. W miejscach styku granulek nadtopione tworzywo ulega częściowemu wymieszaniu, co powoduje ich

sklejenie. Pożądane właściwości, przede wszystkim gęstość i spoistość, nadaje się wyrobowi przez dobór ciśnienia pary i czasu jej oddziaływania; zwykle trwa to 2-5 minut.

Chłodzenie styropianu przebiega również pod kontrolą. Gotowy blok, opuszczający formę, jeszcze musi zostać uwolniony od resztek pentanu. W jego miejsce wchodzi powietrze; w niektórych wyrobach stanowi ono 98% objętości. Podczas tego procesu materiał się kurczy. Nieznacznie, ale jednak wystarczająco, by znacznie pogorszyć jakość okładziny ocieplającej.

W technologii tradycyjnej uzyskanie pełnej stabilności następowało w wyniku tzw. sezonowania: gotowe bloki oczekiwały dwa miesiące. Surowsze normy niemieckie stawiały nawet wymóg, by styropian używany do ocieplania ścian był sezonowany trzy miesiące.

Dla wytwórcy stanowiło to dużą niedogodność: zajmowało znaczną powierzchnię magazynową, a ponadto na długi czas zamrażało kapitał. Obecnie wprowadzono nowe technologie, m. in. z wykorzystaniem odsysania próżniowego, pozwalające stosować styropian niemal natychmiast po wyprodukowaniu. Na ich wykorzystanie mogą sobie pozwolić tylko firmy duże. Dlatego **przed kupieniem styropianu trzeba się upewnić, czy został wytworzony taką metodą, a jeśli nie – czy był wystarczająco długo sezonowany**.

Bloki, które już wymiarów nie zmieniają, tną się na **płyty** 6. Do zastosowania w ocieplaniu ścian ich standardowym wymiarem jest 50×100 cm. Grubość zale-

6 Płyty styropianu; przygotowanie do przyklejenia (fot. Henkel)



ży od wymaganej izolacyjności. Obecnie praktycznie się nie stosuje płyt 5-cm, niedużo podstawowych. Za rozsądne minimum uważa się 8 cm, ale są także płyty grubości kilkunastu centymetrów.

Płyty mogą mieć wszystkie **krawędzie proste**. Stosuje się również płyty **frezowane**, z krawędziami uformowanymi w zakładki. Pomaga to układać je szczelnie, bez prześwitów, którymi mogłyby przenikać ciepło (tzw. mostki cieplne). Tradycyjnie bloki cięto naprzężonym drutem. Powstawała powierzchnia szorstka, o dobrej przyczepności do zaprawy klejącej. To ważne, bo właśnie klejenie jest podstawowym sposobem mocowania styropianu do ocieplanej ściany. Łączniki mechaniczne, przeciwnie niż w przypadku wełny, mają znaczenie uzupełniające. Niektórzy wytwórcy ułatwiali cięcie, przepuszczając przez drut prąd. Nagrzany wnikał z mniejszym oporem, bo nadtopiał tworzywo. Powstawała powierzchnia gładka, o mniejszej przyczepności. Takie płyty są mniej wartościowe.

Obecnie wchodzi na rynek płyty od razu **kształtowane w formach**, nie powstające przez cięcie bloków. Z powodu podwyższonej wytrzymałości mechanicznej i wodoodporności są wykorzystywane do izolowania podziemnych części budynku.

Warunki wytwarzania pozwalają uzyskać styropian o niemal dowolnej gęstości; w pewnym zakresie, oczywiście. Przyjęto jednak ograniczenie do kilku odmian, oznaczanych symbolami 12, 15, 20 i 30. Liczby te określają minimalny ciężar 1 m³ wyrobu podany w kilogramach. **Do BSO nadaje się styropian odmian 15 i 20**, czyli o gęstości nie mniejszej niż odpowiednio 15 i 20 kg/m³. Jak widać, jest znacznie lżejszy niż wełna mineralna (przypomnijmy: powyżej 110 kg/m³).

Podobnie jak w przypadku wełny, od gęstości zależy izolacyjność materiału. Dla odmian 15 i 20 wartość współczynnika λ mieści się w granicach 0,04-0,038 W/mK.

Do ociepleń stosuje się wyłącznie styropian samogasnący. Nie zapala się on od iskry czy żaru, np. od niedopałka papierosa. W zetknięciu z ogniem tli się, topi i zwęglą, lecz po odjęciu płomienia gaśnie i nie zapala się ponownie. Zalicza się go do materiałów nierozprzestrzeniających ognia. Cechę tę oznaczano symbo-

lem FS. Obecnie następują zmiany, o których w ramce obok.

Styropian stawia duży opór dyfuzyjny, czyli ma bardzo małą **paroprzepuszczalność** (12×10^{-6} g/mhPa). Z cechą tą łączy się znikoma nasiąkliwość. Bez względu zatem na warunki atmosferyczne zachowuje właściwości izolacyjne. Jest natomiast wrażliwy na działanie rozpuszczalników organicznych. Stąd zapewne biorą się opowieści o tym, że z biegiem czasu się on ulatnia. Mogło się zdarzyć, że po rozebraniu ściany warstwowej, którą ocieplono styropianem, nie stwierdzono jego obecności. To jednak zapewne skutek tego, że bitumiczną izolację wodoszczelną przyklejano do niego lepikiem na zimno, zawierającym rozpuszczalnik. Jeśli podziałał on na polistyren, to rzeczywiście niewiele pozostało; pamiętajmy, że styropian w dziewięćdziesięciu kilku procentach składa się z powietrza. Obecnie w ogóle, z powodów ekologicznych, odchodzi się od materiałów zawierających rozpuszczalniki organiczne. Toteż i styropian jest coraz mniej narażony na takie „ulatnianie się”.

Skoro zaś o legendach mowa, to warto wspomnieć o jeszcze jednym obiegowym przekonaniu, że jest on zjadany przez gryzonie. To oczywiście nieprawda. Niemniej, należy dbać o odcięcie tym zwierzętom dostępu do warstwy ocieplającej, m. in. przez opieranie jej na metalowych profilach startowych. Szczury bowiem wprawdzie się styropianem nie żywią, ale lubią w nim wygrzyzać korytarze i zakładać gniazda. Ocieplająca wartość takiej warstwy staje się wątpliwa.

Izolacyjność akustyczna styropianu jest niewielka. Niemniej istnieje. Wytwarza się wręcz odmiany (nie przeznaczone wprawdzie do ocieplania ścian zewnętrznych) o dość dużej zdolności tłumienia dźwięków. Warto to podkreślić, bo kilka lat temu wiele szumu powstało wokół pewnej instrukcji Instytutu Techniki Budowlanej. Fragment dotyczący styropianu był sformułowany tak niefortunnie, że można było wnioskować, iż styropian pogarsza akustyczne właściwości ścian. Czyli wzmacnia dźwięki?! Potem nastąpiły sprostowania, ale tymczasem notka zrobiła swoje.

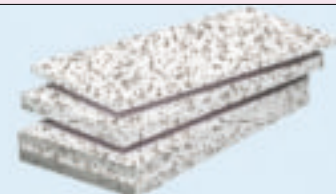
Jedną z zalet styropianu jest **łatwość i czystość obróbki**.

Podobnie jak w przypadku wełny mineralnej, wobec przystąpienia naszego kraju do Unii Europejskiej zaczęły obowiązywać nowe zasady oznaczania wyrobów, zgodne z normą PN-EN-13163. W odniesieniu do płyt nas interesujących dawne oznaczenie PS-E FS 15 zostało zastąpione oznaczeniem EPS 70 040 FASADA, natomiast PS-E FS 20 – oznaczeniem EPS 100 038 PODŁOGA/DACH. Litery EPS to skrót od Expanded PolyStyrene (polistyren ekspandowany, czyli styropian), liczba po nich określa w kPa (kilopaskalach) minimalną wytrzymałość na ściskanie przy odkształceniu 10%, następna liczba wskazuje najwyższą dopuszczalną wartość λ (czyli najmniejszą uzyskiwaną izolacyjność); jest to odpowiednio 0,040 i 0,038 W/mK.

Na zakończenie warto jeszcze wspomnieć o dwóch materiałach o szczególnych właściwościach.

Jeden to **styropian z kilkuprocentowym dodatkiem grafitu**, obniżającym jego przewodnictwo cieplne do 0,032 W/mK. Pojawił się na naszym rynku w zeszłym roku. Z powodu charakterystycznego wyglądu (czarne kropki grafitu) wytwórca, krakowska Termo Organika, nazwała ten materiał Dalmatyńczykiem **7**. Płyty z niego, nazwane Termo-Lambda, mogą być o 1/3 cieńsze niż ze zwykłego styropianu, przy tej samej izolacyjności. Ma to istotne znaczenie w szczególnych punktach budynku: ościeżach, loggiach. Przy ich ocieplaniu zastosowanie zwykłego styropianu o odpowiedniej izolacyjności oznaczałoby albo znaczne zmniejszenie prześwitu (loggie), albo byłoby wręcz niemożliwe (oścież); dlatego stosuje się w nich cienkie paski styropianu, nie zapewniające właściwej izolacyjności).

7 Styropian Dalmatyńczyk
(fot. Termo Organika)



Drugi wyrób jest znany od dość dawna, ale dopiero przed kilku laty podjęto jego produkcję w Polsce i od tego czasu



8 Różnica między litą piankową strukturą polistyrenu ekstrudowanego (po lewej, kremowy) i granulową (agregacyjną) styropianu

się upowszechnia. To **polistyren ekstrudowany** (nie mylić z ekspandowanym, czyli styropianem). W odróżnieniu od styropianu, powstającego przez spojenie (zagregowanie) spienionych osobnych granulek, powstaje on przez spienienie masy tworzywa, a następnie formowanie w płyty przez wytłaczanie (czyli ekstrudowanie właśnie) **8**.

Mechanicznie jest znacznie bardziej wytrzymały niż polistyren. Dużo lepiej też izoluje ($\lambda=0,021$ do $0,026$). Jest jeszcze mniej nasiąkliwy. Dlatego stosuje się go do ocieplania ścian piwnicznych, narażonych na silne oddziaływanie wody.

Trudna decyzja

Wybór materiału izolacyjnego do ocieplania wywołuje spore emocje. Istnieją argumenty i za jednym, i za drugim opisanym materiałem. W zasadzie jedyne, czym się nie różnią (lub różnią nieznacznie), to wartość współczynnika λ – ok. $0,040$ W/mK.

Wełna

■ Wełna jest zdecydowanie polecana do ocieplania ścian w domach drewnianych, szkieletowych. Jest również bezkonkurencyjna do ocieplania dachu.

■ Ocieplanie wełną warto zalecić do budynków stojących w strefach o wysokim natężeniu hałasu, oraz do obiektów o podwyższonym pożarowym zagrożeniu ludzi.

■ Wełna jest odporna na wysoką temperaturę (przypomnijmy: jej włókna bez jakichkolwiek zmian wytrzymują temperaturę 1000°C), ale gorzej jest z odpornością łączącego je lepiszczka. Niemniej jest uznana za materiał niepalny.

■ Wykazuje dużą odporność na większość substancji chemicznych.

■ Dobrze przepuszcza parę wodną; zapewnia to swobodę „oddychania” ocieplonych ścian.

■ Płyty wełny elewacyjnej mają duży ciężar, małą sztywność i stosunkowo niewielką wytrzymałość. Jednakże dzięki włóknistej strukturze stanowią dobrą izolację akustyczną.

■ W systemie wełnianym, aby zachować niski opór dyfuzyjny i odporność ogniową, należy stosować tynki mineralne, ze spoiwem cementowym. Dają one skąpy wybór kolorystyczny: głównie są białe; pastelowe wymagają sporego doświadczenia wykonawcy. Użycie atrakcyjniejszych tynków żywicznych spowodowałoby, że utracilibyśmy część korzyści płynących z wełny, ponosząc wszystkie niedogodności.

■ Dzięki wprowadzeniu lamelowej odmiany wełny mineralnej zachowano wszystkie zalety materiału i wzbogacono je o lepsze parametry mechaniczne. Jest lżejsza: 120 kg/m³. Na nośnym podłożu i do 20 m wysokości nie wymaga łączników mechanicznych. Przy tym wszystkim jest o około 30% tańsza niż zwykła, o nieregularnym układzie włókien.

■ Łączniki mechaniczne do wełny muszą mieć trzpienie metalowe. Są droższe od tych z tworzywa.

Styropian

■ Styropian nie jest nasiąkliwy i pod wpływem wilgoci nie traci cech izolacyjności cieplnej. Dobrze więc chroni ściany przed zamakaniem z zewnątrz.

■ Jest bardzo lekki i ma dużą wytrzymałość mechaniczną.

■ Nie wykazuje dobrej izolacyjności akustycznej.

■ Temperatura powyżej $+80^{\circ}\text{C}$ oddziałuje na styropian niszcząco, podobnie jak wszelkie rozpuszczalniki aromatyczne. W ciągu dwudziestu kilku lat stosowania styropianu nie odnotowano przypadków rozprzestrzeniania ognia w budynkach nim ocieplanych **9**.

■ Nie ma obawy, że ściana ocieplona styropianem zostanie niebezpiecznie obciążona; 1 m² BSO z jego warstwą grubości 10 -cm waży nie więcej niż 10 - 15 kg. Masa odpowiedniego systemu z wełną elewacyjną podobnej grubości to ponad 30 kg.

■ Praca ze styropianem jest łatwiejsza. Jego drobiny, w odróżnieniu do włókienek wełny, nie wywołują podrażnień skóry i błon śluzowych. Wszystko to sprawia, że koszt robocizny z jego stosowaniem jest co najmniej o 20 - 30% niższy.

■ W wielu przypadkach do mocowania styropianu nie są konieczne dodatkowe łączniki mechaniczne, nieodzwonne przy mocowaniu wełny. Jeśli są wymagane, można stosować tańsze łączniki z tworzywa.

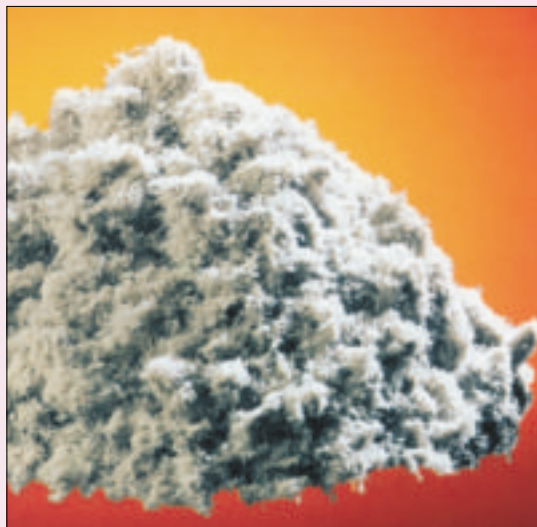
■ Elewację mogą pokrywać tynki żywiczne, ze spoiwem organicznym. Są bardziej elastyczne i łatwiej się je fakturuje. Pozwalają uzyskiwać bogatszą kolorystykę elewacji - począwszy od bieli, a skończywszy na barwach bardzo intensywnych. Trzeba jednak oddać, że są kilkakrotnie droższe od mineralnych i ulegają procesom starzenia.

Włókna celulozowe

Docieplanie miejsc trudno dostępnych lub o skomplikowanych kształtach wymaga stosowania materiałów, dopasowujących się kształtem do izolowanej powierzchni: płynnych lub sypkich (inaczej: zasypowych). Do tych drugich można zaliczyć m. in. włókna celulozowe **10**. Podstawowym surowcem do ich wytwarzania jest makulatura gazetowa. Poddaje się ją rozwłóknieniu

9 Porównanie pożarowego zachowania BSO z użyciem wełny mineralnej (stanowisko MWR) i styropianu (stanowisko EPS); próbę przetrwały oba, ale przewaga wełny po poddaniu działaniu ognia jest wyraźna (fot. Rockwool)





10 Odpowiednio przetworzona celuloza jest znakomitym materiałem termoizolacyjnym (fot. Ecoservice)

niu, a powstała rozdrobnioną masę impregnuje. W handlu znajdują się dwa produkty – **Ekofiber** i **Thermocel** – różniące się głównie stosowanymi impregnatami. W pierwszym przypadku są to związki boru – kwasem borowym i czteroboranem sodu (boraksem), w drugim receptura impregnatu jest chroniona patentem producenta.

Impregnaty spełniają kilka funkcji. Zapobiegają rozwojowi mikroorganizmów – nie tylko, trzeba dodać, w samym materiale izolacyjnym. Przed rozwojem grzybów (w tym pleśni) chronią także stykające się z izolacją drewniane elementy budynku, nawet już zaatakowane przez te organizmy. Powodują, że zasypka staje się nieprzyjazna dla gryzoni i owadów.

Dodatek ten modyfikuje wilgotnościowe cechy włókien celulozy. Zyskują one zdolność podciągania kapilarnego, a jednocześnie wiązania i przemieszczania wilgoci do miejsc, gdzie jej zagęszczenie jest mniejsze. Dzięki temu warstwa izolacyjna „oddycha”. Jeśli się zapewni wentrowanie, wydalanie nadmiaru wilgoci przebiega bardzo szybko; bo niezwykle duża jest powierzchnia parowania. Ta zdolność niezatrzymywania nadmiaru wody ma ścisły związek z izolacyjnością materiału. Wiadomo, że zawilgocony lepiej przewodzi ciepło. Toteż pomiary przeprowadzone w dwóch domach identycznych, lecz różniących się materiałem izolacyjnym wykazały, że ten ocieplony celulozą zużył w ciągu roku o 27% energii mniej niż ocieplony wełną szklaną (oczywiście, przy

uzyskaniu takich samych warunków cieplnych wewnątrz).

Łatwość odprowadzania wilgoci powoduje, że izolacji z włókien celulozowych nie trzeba zabezpieczać folią paroszczelną. W połączeniu z doskonałą przepuszczalnością gazów pozwala to uzyskać we wnętrzu mikroklimat znacznie bardziej przyjazny niż w mieszkaniu otoczonym paroizolacją, konieczną przy tradycyjnych włóknistych materiałach ocieplających, podatnych na niekorzystny wpływ zawilgocenia.

Impregnaty nadają też celulozie odporność ogniową. Mimo że ona sama pali się dobrze (co widać choćby na przykładzie papieru, którego stanowi ona przecież główny składnik), wykonany z niej materiał termoizolacyjny zalicza się do grupy materiałów trudnopalnych, nierozprzestrzeniających ognia. Nie spala się, nie ulega topnieniu. Zwęglą się tylko z szybkością 5-15 cm grubości warstwy na godzinę. Nie wydziela przy tym żadnych substancji trujących. Temperatura wewnątrz zwęgliny wynosi 90-95°C. To nawet nie wystarcza, by zagotować wodę. Co więc dopiero mówić o zapaleniu drewna, co następuje dopiero powyżej 200°C, czy osłabieniu elementów ze stali, która właściwości konstrukcyjne zaczyna tracić powyżej 300°C?

W zasypkach powietrze zajmuje 70 do 90% objętości. Jest to więc materiał bardzo lekki. Pozorna gęstość (czyli ciężar określonej jednostki objętości) zależy od przeznaczenia. W wypadku najlżejszego, stosowanego do ocieplania stropodachów lub poddaszy nieużytkowych, wynosi ona 32 kg/m³. Nieco cięższego używa się do łąci dachowych: 45 kg/m³. Najcięższy, 60-65 kg/m³, służy do wypełniania wolnych przestrzeni w tzw. ścianach warstwowych.

Magazynowanie i przewożenie tak lekkiego materiału jest drogie i kłopotliwe. Toteż do worków (papierowych, mieszczących 15 kg) zagęszcza się go do 100-150 kg/m³.

Przewodnictwo cieplne termoizolacji z włókien celulozowych wyraża się współczynnikiem $\lambda=0,039$ W/mK (Ekofiber) i $\lambda=0,043$ W/mK (Thermocel). Izolacyjnością cieplną nie odbiega więc od popularnych: wełny skalnej ($\lambda=0,038-0,05$), waty szklanej ($\lambda=0,030-0,039$), styropianu ($\lambda=0,031-0,042$ W/mK). Ma także wysoką zdolność tłumienia dźwięków.

Podstawową metodą wykonywania izolacji tym materiałem zasypowym jest na-

dmuchiwanie go w postaci suchej (ang. *blow-in*) **11**. Można w ten sposób dotrzeć z nim nawet do partii bardzo niskich. Jeśli nie ma sposobu dotarcia od wewnątrz, wykonuje się odpowiednie otwory w dachu lub ścianie kolankowej i materiał termoizolacyjny wdmuchuje przez nie, a następnie się je zaślepia odpowiednio do miejsca, w którym się znajdują.

Na płaszczyźnie pochyle lub poziome można termoizolację zwilżoną wodą, najczęściej z dodatkiem kleju, nanosić metodą natryskową. Jest to technika podobna do stosowanej przy tzw. tynku japońskim. W szczeliny w zewnętrznych ścianach warstwowych wprowadza się włókna celulozowe też na mokro, ale do wody dodaje się środków spieniających.

Choć co do zasady wykonywanie izolacji z tego materiału jest proste, powinny to wykonywać wyszkolone ekipy, zaopatrzone w odpowiedni sprzęt.

Przy wszystkich tych metodach powstaje szczelna warstwa izolująca. Przerwy w ciągłości nie wykazuje nawet przy bardzo skomplikowanym układzie elementów przeszkadzających, np. w stropodachu – słupów, przewodów wentylacyjnych czy rur odpowietrzających instalację kanalizacyjną. Natomiast przy układaniu termoizolacji w postaci płyt nie sposób uniknąć szczelin. W tych warunkach jest to praca bardzo żmudna.

Przy materiale zasypowym – nie ma mostków cieplnych, powstających wskutek mocowania płyt łącznikami metalowymi. To powód, dla którego izolacja tego typu bywa do 30% skuteczniejsza niż układana z płyt o tej samej izolacyjności. ■



11 Nadmuchiwanie termoizolacji w konstrukcję stropu (fot. NEF Polska)

*Dane teleadresowe wiodących producentów oraz orientacyjne ceny wybranych produktów przedstawiamy w rubryce **Info rynek** na następnej stronie.*