

Materiały termoizolacyjne przyjazne środowisku naturalnemu ([źródło](#))

1. Izolacja celulozowa

Termoizolacje celulozowe produkowane są z włókien celulozowych odzyskanych w procesie recyklingu makulatury gazetowej i zabezpieczanych impregnatem w postaci związków boru.

Materiał stosowany jest w postaci luźnej bez lepiszczy (rys. 1). Właściwości gotowego produktu są ściśle związane z cechami surowca.



Rys. 1 Izolacja celulozowa

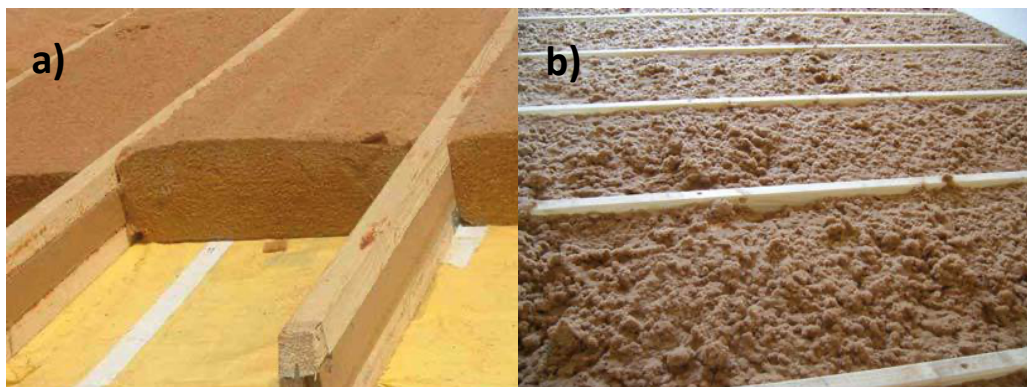
Proces produkcji izolacji celulozowej wymaga zużycia energii ok. 30-krotnie mniejszej w porównaniu z produkcją wełny mineralnej. Główne składniki są w pełni ekologiczne, a materiał nie zawiera dodatków substancji szkodliwych.

Celuloza otrzymywana jest z drzew, które w czasie wzrostu pobierają i wiążą dwutlenek węgla z atmosfery. 1 kg celulozy może zmagazynować ok. 1,4 kg CO₂.

Materiał układa się w postaci sypkiej metodą wdmuchiwania, nie wymaga zatem docinek będących odpadami technologicznymi. Po rozbiórce, demontażu izolacji produkt może być wykorzystany ponownie w tym samym celu. Granulat pakowany jest w worki papierowe, które mogą być następnie przerobione. Dobre właściwości termoizolacyjne związane są z wysoką zawartością powietrza zarówno we włóknach, jak i w przestrzeniach między nimi (ok. 70–80% objętości). Naturalną cechą celulozy jest zdolność do regulacji poziomu wilgotności. Materiał wiąże wilgoć, ale również umożliwia wymianę gazową i naturalnie wyrównuje stężenia, co zapobiega zatrzymywaniu nadmiernej ilości wody w warstwie izolacji. Wilgoć obecna we włóknach celulozy nie pogarsza izolacyjności cieplnej materiału, gdyż pory wypełnione powietrzem pozostają wolne od wody. Impregnacja związkami boru zabezpiecza przed rozwojem pleśni i grzybów, a higroskopijny charakter włókien wchłania wilgoć z przylegającej konstrukcji, co pozwala na jej szybsze odparowanie. Właściwości te pozwalają na wyeliminowanie konieczności stosowania folii paroizolacyjnej.

2. Włókno drzewne

Włókno drzewne wykorzystywane jest jako **materiał izolacyjny** w postaci mat (rys. 2a) służących do ocieplenia ścian i dachów oraz w postaci luźnych włókien z drewna sosnowego do bezpośredniego wdmuchiwania w przegrodę (rys. 2b).



Rys. 2 Włókno drzewne w postaci: a) mat, b) luźnych włókien

Oprócz wysokich parametrów izolacyjnych, materiały izolacyjne z włókna drzewnego mają dużą pojemność cieplną decydującą o zwiększeniu bezwładności cieplnej przegród. W związku z tym pomieszczenia są chronione przed nagrzewaniem w lecie, a także przed nagłymi zmianami temperatury w zimie.

Dzięki tej właściwości nie dochodzi również do kondensacji wilgoci na elewacji, co wyklucza rozwój pleśni i grzybów. Naturalny materiał drzewny ma wysokie zdolności absorpcyjne i dyfuzyjne, co pozwala na regulację poziomu wilgotności w pomieszczeniach.

Materiał ten jest biodegradowalny, ale również nadaje się do powtórnego użytku. Głównym składnikiem są włókna drzewne. Materiałem łączącym włókna drzewne jest włókno poliolefinowe (podczas utylizacji poliolefinu nie są emitowane szkodliwe substancje) oraz substancja zapobiegająca rozprzestrzenianiu się ognia – sól mineralna – fosforan amonowy. Składniki nie są szkodliwe dla zdrowia, nie wywołują alergii.

Proces produkcyjny nie powoduje **emisji gazów cieplarnianych**, natomiast użyte składniki wpływają pozytywnie na redukcję globalnej ilości CO₂ w atmosferze, który magazynowany jest we włóknach drzewnych.

Ekologicznym aspektem jest także wpływ na gospodarkę odpadami, gdyż do produkcji wykorzystywane są głównie odpady drzewne z tartaków, co przyczynia się do możliwie najefektywniejszego wykorzystania zasobów leśnych.

Produkowane są również płyty z włókna drzewnego wiązane cementem. Materiał ten stosowany jest głównie jako okładzina dźwiękochłonna ścian i sufitów.

Z uwagi na obecność spoiwa cementowego materiał charakteryzuje się większą wytrzymałością mechaniczną kosztem izolacyjności cieplnej (0,07 W/(m·K)), dlatego też materiał ten jest zalecany izolacji pomieszczeń technicznych.

3. Wełna konopna

Izolacja termiczna z konopi składa się z włókien konopnych (83–87%), krochmalu ryżowego lub kukurydzianego jako środka wiążącego (10–12%) oraz sody jako ochrony przeciwpożarowej (3–5%). Są to surowce w pełni naturalne, odnawialne i biodegradowalne (konopie).

W związku z tym w przypadku rozbiórki, demontażu izolacji można je kompostować i w ten sposób kontynuować pozytywny wpływ tego materiału na środowisko. Izolacja produkowana jest obecnie w postaci płyt (rys.3), pasów oraz luzem.



Rys. 3 Płyty wykonane z wełny konopnej

Materiał charakteryzuje się niską wartością współczynnika przewodzenia ciepła oraz zdolnością akumulowania ciepła. Właściwość ta zapewnia wolniejsze przenikanie temperatury zewnętrznej (wysokiej latem i niskiej zimą) do pomieszczeń.

Dzięki organicznemu charakterowi izolacja może wchłaniać wilgoć oraz oddawać ją bez zjawiska skraplania pary wodnej wewnątrz izolacji. Cecha ta pozwala na regulowanie poziomu wilgotności w pomieszczeniach.

Niezwykle ważnym aspektem ekologicznym jest duża zdolność roślin konopi do magazynowania CO₂ w czasie wzrostu. Zastosowanie tego materiału jako izolacji termicznej zastępuje wykorzystanie powszechnie stosowanych syntetycznych materiałów opartych na paliwach kopalnych, które zużywają więcej energii oraz emitują w procesie produkcji substancje toksyczne.

4. Perlit ekspandowany

Perlit jest szklistą skałą pochodzenia wulkanicznego zawierającą cząsteczki wody krystalizacyjnej. Głównym składnikiem jest krzemionka (SiO_2) (ok. 70-80%).

W wyniku obróbki termicznej (ok. 1200°C) uwięziona woda zamienia się w parę wodną, która powoduje rozszerzenie ziarna przez wytworzenie pustych, zamkniętych mikroporów, co zwiększa objętość wyjściowego ziarna ok. 20-krotnie. W ten sposób powstaje perlit ekspandowany (rys. 4). W wyniku tego procesu fizycznego materiał nie traci pierwotnych właściwości.



Rys. 4 Ekspandowany perlit

Podczas cyklu życia perlitu dostrzec można kilka aspektów wywierających pozytywny wpływ na zrównoważony rozwój. Jest to materiał w pełni naturalny - nie zawiera ani nie emituje toksycznych i szkodliwych substancji. Jest produktem niepalnym i nierozprzestrzeniającym ognia. Ulega destrukcji w temp. $>1000^\circ\text{C}$.

Odpady perlitowe są neutralne dla środowiska. Mogą służyć rekultywacji zdegradowanych gleb. Perlit ekspandowany jest lekki. Jego gęstość objętościowa wynosi $50-125 \text{ kg/m}^3$.

Ze względu na niską gęstość wykorzystuje się go jako lekkie kruszywo w produkcji lekkiego betonu (perlitobeton). Obecność zamkniętych porów wypełnionych powietrzem w dużym stopniu ogranicza wymianę ciepła na drodze przewodzenia, promieniowania i konwekcji.

Ze względu na właściwości izolacyjne perlit ekspandowany wykorzystywany jest w budownictwie głównie jako **materiał termoizolacyjny** lub jako wypełniacz poprawiający właściwości izolacyjne materiałów konstrukcyjnych oraz tynków (tynki ciepłochronne).

Perlit wykorzystywany jest jako wewnętrzna izolacja termiczna ścian oraz stropów w postaci płyt. Materiał ten za sprawą wysokiej porowatości ma zdolności do regulacji poziomu wilgotności względnej w pomieszczeniach, dlatego zalecany jest do ocieplania starych budynków, w których pojawiają się problemy zawilgocenia i zagrzybienia ścian. Dzięki wysokiemu pH (równemu 10) chroni przed powstawaniem korozji biologicznej.

5. Szkło piankowe

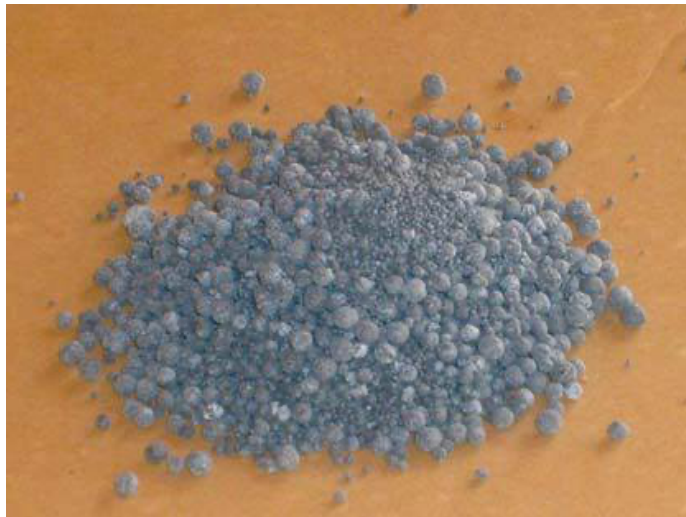
Materiał ten produkowany jest w procesie recyklingu starego szkła przez roztopienie go oraz dodanie środków pianotwórczych. W wyniku tego procesu powstaje porowaty materiał o dobrych właściwościach izolacji termicznej i akustycznej.

Środek pianotwórczy powoduje wytworzenie zamkniętych komórek wypełnionych powietrzem, rozdzielonych cienkimi błonami szkła. Szczelnie zamknięte pory decydują o małej nasiąkliwości. Wchłanianie wody następuje tylko przez warstwę powierzchniową zniszczonych komórek.

Materiał nie traci właściwości cieplnych ani mechanicznych przy maksymalnym nasyceniu, co sprzyja żywotności tej izolacji. Jest to materiał niepalny. Podczas ogrzewania nie dochodzi do emisji gazów, a podczas użytkowania nie wydzielają się szkodliwe substancje.

Skład chemiczny szkła piankowego zbliżony jest do materiału wyjściowego, czyli szkła, a więc odpady mogą być ponownie wykorzystane do produkcji tego samego materiału.

Materiał wykorzystywany jest w budownictwie jako izolacja termiczna i akustyczna w postaci granulatu o różnych frakcjach (rys. 5) oraz płyt.



Rys. 5 Szkło piankowe w postaci granulatu

Jego wytrzymałość na ścisnienie (1-2 MPa) świadczy również o możliwości wykorzystywania go jako wypełniacza kompozytu o przeznaczeniu konstrukcyjno-izolacyjnym, a także jako izolacja podłóg na gruncie.

6. Kompozyt wapienno-konopny

Na zachodzie Europy opracowano lekki kompozyt na bazie spoiwa wapiennego oraz wypełniacza organicznego w postaci pociętych paździerzy konopnych (rys. 6).



Rys. 6. Kompozyt wapienno-konopny w postaci paździerzy

Kompozyt pełni funkcję konstrukcyjno-izolacyjną i w zależności od proporcji spoiwa do wypełniacza może być wykorzystywany jako wypełnienie ścian w konstrukcji szkieletowej drewnianej monolitycznie (rys. 7) lub w postaci bloczków oraz jako warstwa dachu lub podłogi.



Rys. 7. Kompozyt wapienno-konopny jako wypełnienie ścian

Porowata struktura materiału decyduje o jego niskim przewodnictwie cieplnym (przykładowo $\lambda = 0,09\text{--}0,15 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) i niskiej gęstości objętościowej (ok. $500\text{--}800 \text{ kg}/\text{m}^3$). Substytutem konopi mogą być też paździerze oraz włókna lniane, co było przedmiotem badań własnych.

Wykorzystanie naturalnych składników wiąże się z wieloma ekologicznymi aspektami w ciągu całego cyklu życia materiału. Konopie są surowcem odnawialnym, w pełni biodegradowalnym, a w kompozytach wykorzystuje się jej zdrewniałe części, które można uznać za odpad.

Uprawa konopi może być ekologiczna, gdyż rośliny te nie mają dużych wymagań glebowych, a także wykazują dużą odporność na choroby (zminimalizowane stosowanie herbicydów).

Jest również korzystna dla gleby – może służyć rekultywacji terenów pogórnicych. Zużycie energii do posadzenia, zbioru i przetworzenia konopi jest dość niska. Dużą zaletą wykorzystania konopi jest jej pozytywny wpływ na gospodarkę dwutlenku węgla. 1 tona paździerzy konopnych może zmagazynować ok. 1800 kg CO_2 zabsorbowanego podczas wzrostu konopi.

Składnikiem wiążącym jest naturalne spoiwo – wapno budowlane. Produkcja wapna obciąża środowisko – uwalnia znaczne ilości dwutlenku węgla w wyniku termicznego rozkładu węglanu wapnia oraz zawartego w spalinach powstających z paliwa kopalnego, za pomocą którego wypalane jest wapno.

Jednak w cyklu życia spoiwa CO_2 w pewnym stopniu pochłaniany jest z atmosfery w wyniku karbonatyzacji wapna i prowadzi do przeobrażenia spoiwa do pierwotnej, naturalnej postaci.

Do wypalania kamienia wapiennego można stosować również biomasę jako paliwo i w ten sposób neutralizować wpływ CO_2 na środowisko oraz wpływać korzystnie na poszanowanie zasobów energetycznych surowców nieodnawialnych.

Kompozyt jest materiałem paroprzepuszczalnym. Pozwala kontrolować poziom wilgotności w pomieszczeniach, a tym samym zapobiegać rozwojowi pleśni (również dzięki silnej alkalicy wapna).

Zbędne jest zatem zabezpieczanie paździerzy konopnych przed wilgocią oraz rozkładem. W razie rozbiórki materiał po rozdrobnieniu można wykorzystać ponownie w tym samym celu.

7. Podsumowanie

Przedstawione materiały termoizolacyjne mają wiele cech wspólnych. Przede wszystkim produkowane są z materiałów pochodzenia naturalnego lub przetworzonych w **procesie recyklingu**.

W związku z tym nie występuje problem dotyczący składowania lub utylizacji materiału po rozbiórce. Może być on wykorzystany ponownie lub ulec biodegradacji.

Właściwości termoizolacyjne, porównywane współczynnikiem przewodzenia ciepła, nie odbiegają od standardowych izolacji, jak styropian lub wełna mineralna. Wykorzystanie naturalnych surowców wymagających minimalnego przetworzenia skutkuje obniżeniem zużycia energii do wytworzenia gotowego produktu.

Korzystną cechą ekologicznych materiałów termoizolacyjnych jest zdolność do przepuszczania pary wodnej i regulowania poziomu wilgotności w izolowanym pomieszczeniu. Wytworzenie produktów na bazie naturalnych składników generuje najmniejszą ilość gazów cieplarnianych i substancji szkodliwych.