

Zastosowanie perlitu w budownictwie

inż. Gabriela Gajewska, dr inż. Anna Szymczak-Graczyk, Katedra Budownictwa i Geoinżynierii, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

1. Wprowadzenie

Perlit jest materiałem pochodzenia naturalnego, który ma szerokie zastosowanie w budownictwie. Jest produktem bazowym lub dodatkiem do wyrobu materiałów izolacyjnych – termicznych i akustycznych oraz materiałów konstrukcyjnych.

Perlit jest skałą magmową zbudowaną z kwaśnego wulkanicznego szkliwa ryolitowego, która powstała w wyniku szybkiego stygnięcia lawy wulkanicznej w środowisku wodnym. W strukturze zastygłej lawy znajdują się zamknięte krople wody, które stanowią od 2 do 5% objętości. Pod kątem chemicznym perlit to uwodniony glinokrzemian sodowo-potasowy zawierający 68–73% krzemionki SiO_2 , 10–12% tlenku glinu Al_2O_3 oraz z pozostałej części tlenki sodu, potasu, magnezu, wapnia i żelaza [1, 2, 13].

Złoża perlitu znajdują się głównie w rejonie Morza Śródziemnego, strefy około pacyficzej Azji oraz obu Ameryk. Do światowych liderów produkcyjnych perlitu należą Turcja, Grecja, USA i Chiny. Do Polski najczęściej sprowadzany jest z Turcji, Węgier lub Słowacji. Wydobywany jest głównie metodą odkrywkową. Po wydobyciu skała jest rozdrabniana przez kruszarki do odpowiedniej granulacji, tworząc rudę perlitową, która następnie zostaje poddana obróbce termicznej w temperaturze 800–1000°C w procesie ekspansji. W tym procesie ruda perlitowa zostaje poddana na kilka sekund wysokiej temperaturze i zaczyna pęcznieć, zwiększając objętość nawet dwudziestokrotnie. Pęcznienie spowodowane jest przejściem związanej wody w stan pary, wywołując rozkruszenie materiału wraz z jednoczesnym spiekaniem, tworząc puste w środku, szkliste granulki w białym lub szarym kolorze. Powstały produkt nosi nazwę perlitu ekspandowanego [1, 2, 13].

Perlit ekspandowany jest:

- odporny na działanie środków chemicznych,
- biologicznie obojętny, odporny na działanie mikroorganizmów i grzybów,

Rys. 1. Perlit w formie skały, rudy perlitu oraz ekspandowany [1]



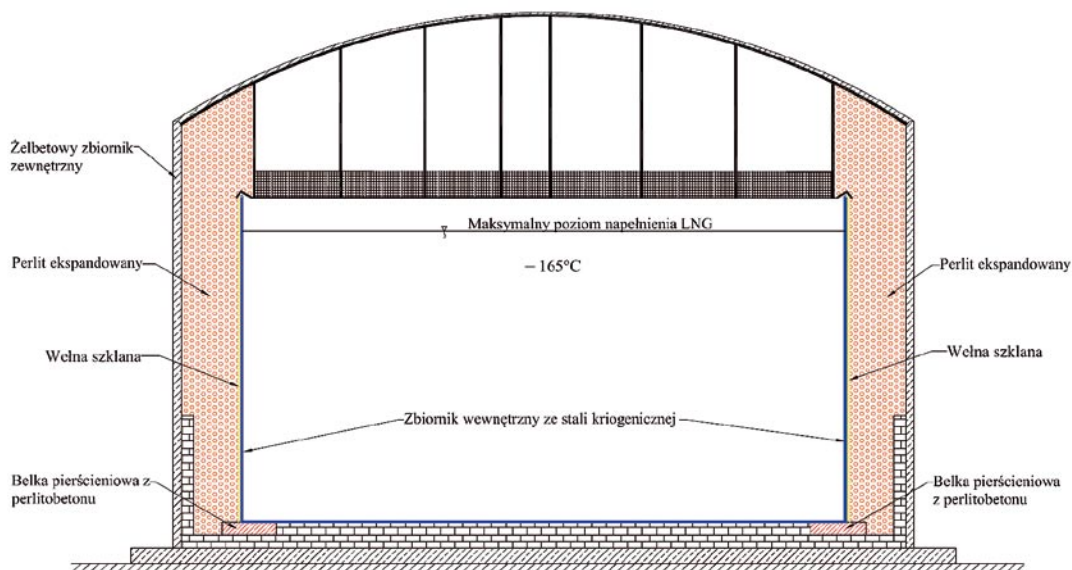
- niepalny, klasa ognioodporności A1,
- mrozoodporny, zakres temperatur od -200 do +900°C,
- ma niski współczynnik przewodzenia ciepła λ (0,045–0,059 [W/m·K]),
- dźwiękochłonny,
- produkt całkowicie naturalny, podczas produkcji nie są dodawane żadne chemikalia,
- nietoksyczny i nieszkodliwy dla zdrowia,
- materiał porowaty, lekki [1, 2, 13].

2. Zastosowanie perlitu do budowy zbiorników

Dzięki doskonałym parametrom izolacyjnym perlit znalazł zastosowanie jako izolacja w niskotemperaturowych zbiornikach magazynowych na gaz ziemny (LNG) na całym świecie. W tych zbiornikach ciekły gaz ziemny przechowywany jest w temperaturze ok. -165°C. W tej temperaturze gaz ziemny jest cieczą, która zajmuje 600 razy mniejszą objętość niż w warunkach normalnych, tj. w temperaturze 0°C i ciśnieniu atmosferycznym 760 mm Hg, natomiast paruje już powyżej temperatury -162°C i z tego względu zbiorniki magazynowe LNG wymagają zastosowania materiałów izolacyjnych posiadających najwyższe parametry izolacyjne. W Polsce perlit ekspandowany jako materiał izolacyjny został zastosowany w dwóch istniejących zbiornikach magazynowych LNG o pojemności 160 tys. m³ oraz w nowo budowanym zbiorniku o pojemności 180 tys. m³ w Świnoujściu [3–9].

Zastosowanie perlitu jako materiału izolacyjnego w zbiornikach kriogenicznych wymaga sporządzenia bardzo rozbudowanej specyfikacji technicznej, która obejmuje właściwości materiału, warunki dostawy, kontrolę jakości, badania, warunki przechowywania i wykonania izolacji. Ruda perlitu po ekspandowaniu musi mieć właściwości

Rys. 2. Schemat zbiornika do magazynowania gazu (rysunek własny autora)



kriogeniczne, co oznacza, że nie zmienia swoich parametrów w bardzo niskich temperaturach.

Materiał na budowę dostarczany jest w postaci rudy perlitu, która podczas załadunku, transportu, rozładunku i magazynowania musi zachować maksymalną wilgotność wagową 0,5%. W przypadku gdy materiał miałby kontakt z wilgocią, musi zostać wysuszony przed procesem ekspandowania. Przywożony jest w wodoszczelnych kontenerach lub w specjalnych workach z wkładką z tworzywa sztucznego, zabezpieczających przed wniknięciem wody. Na terenie budowy ruda perlitu zostaje poddana analizie sitowej oraz badaniom, w celu uzyskania charakterystyki ekspandowanego perlitu. Badania są wykonywane metodą stożkową i dzielenia na ćwiartki oraz metodą Riffle. Analiza sitowa przeprowadzona jest zgodnie z ASTM C 136 (*Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*) oraz przy uwzględnieniu czasu przesiewania i rodzaju urządzenia zgodnie z dokumentem Instytutu Perlitu PI 115 (*Sieve analysis of expanded perlite – weight basis*). Materiał, którego wyniki nie mieszczą się w granicach tolerancji, jest uznany za niezgodny z wymaganiami i należy go usunąć [3–9].

Po przeprowadzonych badaniach ruda perlitu zostaje poddana ekspandowaniu. Wymagania, jakie musi spełniać perlit ekspandowany, przeznaczony do izolacji termicznej zbiorników to:

- gęstość materiału po zagęszczeniu: 48–65 kg/m³,
- uziarnienie zgodne z wymogami podanymi w tabeli 1,
- przewodność cieplna zagęszczonego perlitu w temperaturze 0°C: < 0,04 W/m·K,
- wilgotność wagowa: nie może przekraczać 0,4% [12].

Gotowy materiał izolacyjny wtlaczany jest pneumatycznie pomiędzy zewnętrzny zbiornik żelbetonowy a wewnętrzny zbiornik ze stali kriogenicznej, w którym magazynowany jest ciekły gaz ziemny. Wypełnianie pustej przestrzeni materiałem musi być wykonywane równomierne na całym obwodzie zbiornika z uwzględnieniem dopuszczalnych różnic

Tabela 1. Uziarnienie perlitu ekspandowanego stosowanego do izolacji zbiorników [15]

Wymiar oczka sita [mm]	% Sumaryczny przesiew	
	Minimalny	Maksymalny
1,18	90	100
0,85	65	100
0,60	30	95
0,30	10	75

poziomów. Zagęszczanie wibracyjne należy wykonać warstwami co 3–4 metry zasyпки przez czas, który określany jest na budowie, aby uzyskać zagęszczenie zgodne ze specyfikacją. Zagęszczenie zasyпки jest wykonywane za pomocą wibratorów płytowych. Ważne jest, aby poprzez wibracyjne zagęszczenie nie uszkodzić izolacji z wełny szklanej i stalowego płaszcza zbiornika wewnętrznego. W zbiornikach magazynujących LNG wykonuje się pierścień pod stalowy zbiornik z perlitobetonu [3]. Przykładowy schemat zbiornika przedstawiono na rysunku 2.

3. Zastosowanie perlitu do budowy budynków

Perlit stosowany jest do wykonywania elementów konstrukcyjnych z perlitobetonu przez dodanie do mieszanki betonowej lub zapraw, zamiast piasku, zmniejszając masę mieszanki z jednoczesnym zwiększeniem izolacyjności. W niewielkiej ilości dodany do kleju lub tynku gipsowego zmniejsza ich masę, zwiększa przyczepność produktu do podłoża oraz charakteryzuje się dobrą przepuszczalnością pary wodnej [10, 11].

W budownictwie energooszczędnym pustaki ceramiczne wypełnione perlitem uznawane są za doskonałą alternatywę do wznoszenia przegród zewnętrznych. Jako materiał izolacyjny pochodzenia naturalnego zachowuje swoje właściwości fizykochemiczne nieporównywanie dłużej

niż tradycyjne materiały izolacyjne, takie jak styropian czy wełna [13, 14].

W innych gałęziach gospodarczych zastosowanie perlitu wraz z żywicą i różnymi wypełniaczami można znaleźć przy produkcji farb i tynków, elementów konstrukcji dachowych, armatury łazienkowej i instalacyjnej, sprzętu AGD, elementów mebli, klejów używanych w chemii meblarskiej, budowlanej oraz środków ściernych i polerujących. Dzięki dobrej dźwiękochłonności stosowany jest do produkcji ekranów dźwiękochłonnych przy autostradach [13].

4. Podsumowanie

Perlit znajduje zastosowanie w wielu obszarach budownictwa. Jego właściwości sprawiają, że jest coraz częściej stosowany jako materiał izolacyjny lub do produkcji materiałów izolacyjnych. Przedstawiony w pracy przykład zastosowania perlitu jako materiału izolacyjnego przy budowie zbiorników na skroplony gaz jest rozwiązaniem zalecanym przez normę PN-EN 14620-4, stosowanym w Polsce od niedawna. Wszelkie informacje bardziej szczegółowe stanowią zastrzeżone dane producenta, stąd przytoczenie w pracy jedynie idei tego rozwiązania.

BIBLIOGRAFIA

- [1] [https://www.izolacje.com.pl/artykul/sciany-stropy/184233,wlasciwosci-i-zastosowanie-perlitu/](https://www izolacje.com.pl/artykul/sciany-stropy/184233,wlasciwosci-i-zastosowanie-perlitu/) - data dostępu 10.05.2022 r.
- [2] Gajewska G., Badania współczynnika przewodzenia ciepła w różnych warunkach wilgotnościowych dla wybranych materiałów izolacyjnych, Praca inżynierska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, 2021
- [3] Gajewski B., Czarny-Kropiwnicki R., Czasopismo Nowoczesne budownictwo inżynierskie – Budowa ścian zbiorników LNG w Świnoujściu w technologii deskowania ślizgowego, marzec-kwiecień 2012, str. 30–33
- [4] EN 1160:1996: Instalacje i urządzenia do skroplonego gazu ziemnego – Ogólna charakterystyka skroplonego gazu ziemnego
- [5] PN-EN 14620-1:2010: Projektowanie i budowa na miejscu użytkowania pionowych, walcowych zbiorników stalowych o płaskim dnie do magazynowania oziębionych, skroplonych gazów o temperaturach roboczych pomiędzy 0°C i -165°C – Część 1: Postanowienia ogólne, Warszawa
- [6] PN-EN 14620-2:2010: Projektowanie i budowa na miejscu użytkowania pionowych, walcowych zbiorników stalowych o płaskim dnie do magazynowania oziębionych, skroplonych gazów o temperaturach roboczych pomiędzy 0°C i -165°C – Część 2: Metalowe części składowe, Warszawa
- [7] PN-EN 14620-3:2010: Projektowanie i budowa na miejscu użytkowania pionowych, walcowych zbiorników stalowych o płaskim dnie do magazynowania oziębionych, skroplonych gazów o temperaturach roboczych pomiędzy 0°C i -165°C – Część 3: Betonowe części składowe, Warszawa
- [8] PN-EN 14620-4:2010: Projektowanie i budowa na miejscu użytkowania pionowych, walcowych zbiorników stalowych o płaskim dnie do magazynowania oziębionych, skroplonych gazów o temperaturach roboczych pomiędzy 0°C i -165°C – Część 4: Części składowe izolacji, Warszawa
- [9] PN-EN 14620-5:2010: Projektowanie i budowa na miejscu użytkowania pionowych, walcowych zbiorników stalowych o płaskim dnie do magazynowania oziębionych, skroplonych gazów o temperaturach roboczych pomiędzy 0°C i -165°C – Część 5: Badanie, suszenie, przedmuchanie i oziębianie, Warszawa
- [10] Kapelusznia E. i in., Cementy powszechnego użytku z dodatkiem mielenego odpadu perlitu ekspandowanego, Monografie technologii betonu: IX Konferencja Dni Betonu: tradycja i nowoczesność, Stowarzyszenie Producentów Cementu, tom 1, Kraków 2016, str. 645–657
- [11] Żukowski M., Wykorzystanie pustaków szczelinowych wypełnionych ekspandowanym perlitem w technologiach energooszczędnych, „Materiały Ceramiczne/Ceramic Materials” 63(1)/2011, str. 195–200
- [12] <https://gulfperlite.com/perlite-cryogenic-insulation/> - data dostępu 10.05.2022 r.
- [13] <https://polskiprzemysl.com.pl/utrzymanie-ruchu/antykorozyja-i-izolacje/perlit-ekspandowany/> - data dostępu 10.05.2022 r.
- [14] Szymczak-Graczyk A., Gajewska G., Laks I., Kostrzewski W., Influence of Variable Moisture Conditions on the Value of the Thermal Conductivity of Selected Insulation Materials Used in Passive Buildings Energies 2022, 15, 2626, <https://doi.org/10.3390/en15072626>
- [15] <https://www.dupreminerals.com/wp-content/uploads/2022/01/Silva-perlit-P3LW-Datasheet-stg8.pdf> - data dostępu 11.05.2022 r.

XXI KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

KONTRA' 2022

TRWAŁOŚĆ BUDOWLI I OCHRONA PRZED KOROZJĄ

Warszawa-Cedzyna 13-14 października 2022 r.



TEMATYKA KONFERENCJI

- odporność materiałów budowlanych na działanie agresywnych czynników zewnętrznych,
- trwałość i ochrona przed korozją konstrukcji żelbetonowych, stalowych, drewnianych i murowych,
- trwałość nawierzchni drogowych i mostów,
- modelowanie procesów degradacji materiału i konstrukcji, badania laboratoryjne,
- metody diagnostyki korozyjnej konstrukcji,
- wyroby antykorozyjne, systemy naprawcze, technologie prac antykorozyjnych i metody napraw,
- inne, związane z trwałością materiałów i konstrukcji.

ORGANIZATOR:

Komitet Trwałości Budowli Zarządu Głównego Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa

WSPÓLORGANIZATOR:

Wydział Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej

KONTAKT:

e-mail: kontra@il.pw.edu.pl, www.kontra.il.pw.edu.pl

Wydział
Inżynierii Lądowej

