

Opracował: dr inż. Włodzimierz Kończewicz
mgr inż. Sylwia Bazychowska



100 LAT
1920-2020



KOMPOZYTY





100 LAT
1920-2020

Wprowadzenie



Materiał kompozytowy jest kombinacją dwóch lub więcej materiałów różniących się rodzajem lub składem chemicznym w skali makroskopowej.

Składniki materiałów kompozytowych zachowują swoją tożsamość, ponieważ całkowicie nie rozpuszczają się w sobie, jak również nie łączą się w inne elementy, natomiast oddziałują wspólnie.

Jest materiałem zewnętrznie jednolitym, jednakże z widocznymi granicami pomiędzy składnikami

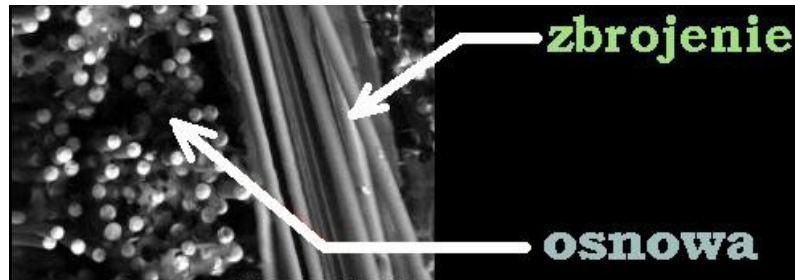
Dlaczego stosuje się kompozyty?

- Zmniejszenie masy
- Zwiększenie sztywności i/lub wytrzymałości
- Podniesienie odporności korozyjnej
- Zwiększenie odporności na pękanie
- Zwiększenie stabilności rozmiarów
- Łatwość wprowadzania zmian konstrukcyjnych
- Duża swoboda projektowania
- Obniżenie kosztów produkcji krótkich serii



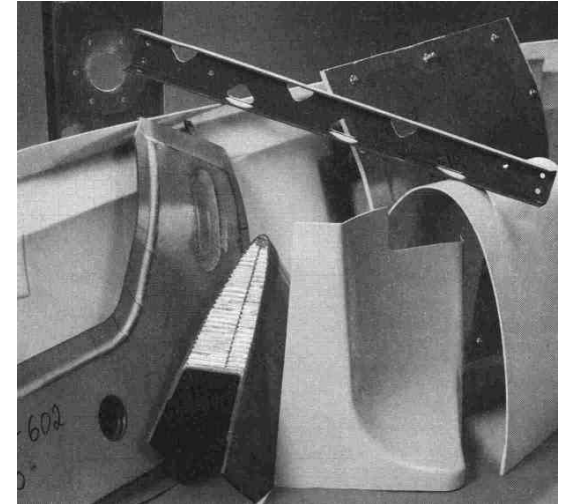
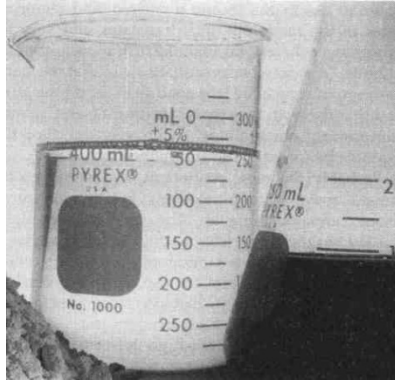
Skład kompozytów

Kompozyty składają się z osnowy i rozmieszczonych w nich drugiego składnika – zwanego wzmocnieniem - o znacznie wyższych właściwościach wytrzymałościowych, lub większej twardości.



Jak powstają kompozyty?

100 LAT
1920-2020



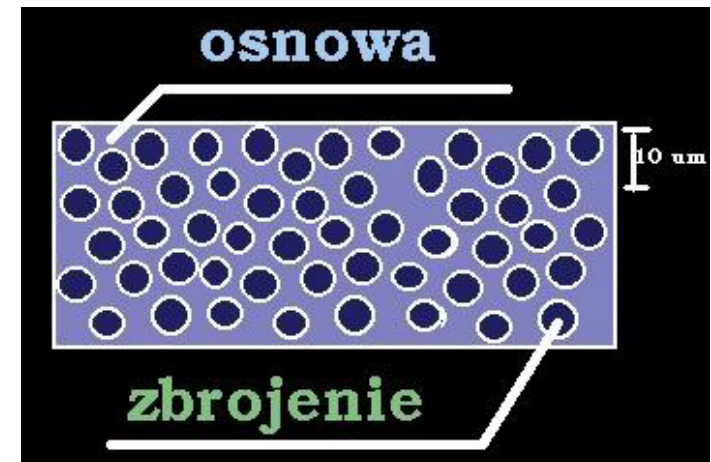
Osnowa kompozytów

Jako osłonę najczęściej stosuje się polimer (poliepoksyd, poliester) ale również mogą to być:

- metal (Ti, Ni, Fe, Al, Cu),
- stopy metalu,
- ceramika.

Osnowy mają za zadanie:

- Zlepić wzmocnienie,
- Nadawać żądany kształt,
- Silnie wiązać się ze wzmocnieniem,
- Przenoszenia naprężeń na włókna,
- Nadawać właściwości chemicznych i cieplnych.





Typy i charakterystyka ogólna materiałów osnowy i elementów wzmacniających w materiałach kompozytowych



Rodzaj fazy	Rodzaj materiału	Charakterystyka
Osnowa	polimery utwardzalne	powszechnie stosowane są epoksydy i poliestry; innymi są fenoplasty, fluorowęglały, poliestrosulfony i poliamidy
	polimery termoplastyczne	polieterokeeton; bardziej ciągliwe niż duroplasty lecz o mniejszej odporności na temperaturę
	metale	aluminium, stopy aluminium-lit, magnez i tytan
	ceramika	węgiel krzemu, azotek krzemu, tlenek aluminium i mullit
Włókna lub inne elementy wzmacniające	szkło	wysoka wytrzymałość, mała sztywność, duża gęstość, najniższe koszty, zwykle stosowane typy: E (borokrzemianowe) i S (magnezowoglinokrzemianowe)
	węgiel	dostępny jako cechujący się wysokim modułem sprężystości lub wysoką wytrzymałością; niski koszt, mniejsza gęstość niż szkła
	bor	wysoka wytrzymałość i sztywność, najwyższa gęstość, największy koszt; wewnątrz ma włókno wolframowe
	aramidy	największy stosunek wytrzymałości do masy ze wszystkich włókien; wysoki koszt
	inne włókna	poliamid, węgiel krzemu, azotek krzemu, tlenek aluminium, węgiel boru, azotek boru, węgiel tantal, stal, wolfram, molibden



100 LAT
1920-2020

Włókna wzmacniające materiały kompozytowe



Materiały kompozytowe wzmacniane włóknami najczęściej są stosowane w celu zapewnienia zwiększonej wytrzymałości statycznej i zmęczeniowej oraz sztywności.

- Uzyskuje się to przez wprowadzenie włókien wytrzymałych, sztywnych lecz zwykle kruchych do miękkiej lecz ciągliwej osnowy.
- Osnowa przekazuje jedynie przyłożone obciążenie do włókien, które w większości je przenoszą.
- Materiały kompozytowe tej grupy mogą przy tym wykazywać wysokie własności wytrzymałościowe zarówno w temperaturze pokojowej jak i podwyższonej.



100 LAT
1920-2020

Polimery



Substancje chemiczne o bardzo dużej masie cząsteczkowej, które składają się z wielokrotnie powtórzonych jednostek zwanych merami. Przez „bardzo dużą masę cząsteczkową” rozumie się zwykle taką sytuację, gdy odjęcie lub przyłączenie jednego meru nie zmienia w zasadniczym stopniu ogólnych własności chemicznych i fizycznych związku chemicznego. Odróżnia to polimery od oligomerów, które mają jeszcze na tyle małą masę cząsteczkową, że dodanie do nich lub odjęcie jednego meru skutkuje zauważalną zmianą np. ich temperatury topnienia.

Polimery naturalne są jednym z podstawowych budulców organizmów żywych.

Polimery syntetyczne są podstawowym budulcem tworzyw sztucznych, a także wielu innych powszechnie wykorzystywanych produktów chemicznych takich jak: farby, lakiery, oleje przemysłowe, środki smarujące, kleje itp. Polimery syntetyczne otrzymuje się w wyniku łańcuchowych lub sekwencyjnych reakcji polimeryzacji ze związków posiadających minimum dwie grupy funkcyjne zwanych monomerami.



100 LAT
1920-2020

Charakterystyka polimerów



Polimery zawierające w łańcuchu grupę $-\text{CONH}-$, połączona z obydwu stron fragmentami aromatycznymi: fenyłowymi, naftalowymi, heterocyklicznymi.

- Mogą one zawierać również inne grupy, które nie są bezpośrednio związane z grupą amidową.
- Zastąpienie ugrupowań metylenowych $-\text{CH}_2-$ w polimerach alifatycznych segmentami aromatycznymi powoduje znaczne zwiększenie wytrzymałości mechanicznej i odporności cieplnej polimeru.
- Odznaczają się większą udurowalnością i odpornością na ścieranie oraz dużą zdolnością do tłumienia drgań.
- Bardzo dobra jest także ich odporność na czynniki atmosferyczne i chemiczne.



100 LAT
1920-2020

Kompozyty polimerowe



Poprawa trwałości związana jest ze wzrostem wymagań stawianych materiałom w zakresie właściwości mechanicznych, odporności na zmęczenie, oddziaływania cieplnego oraz właściwości fizykochemicznych związanych z korozyjnym atakiem środowiska. Właściwości materiałów oraz ich trwałość w dużej mierze zależą od stanu jej powierzchni (ściślej cienkiej mającej grubość kilkuset nanometrów warstwy wierzchniej materiału). Fizyczny i chemiczny stan warstwy wierzchniej może się bardzo różnić od właściwości materiału (rdzenia otoczonego warstwą wierzchnią), to jednak cały szereg użytkowych funkcji części maszyn jest określony tylko stanem ich powierzchni. W celu zwiększenia trwałości eksploatacyjnej, a także, aby umożliwić regenerację części maszyn i urządzeń, wytwarza się na ich powierzchniach specjalne warstwy o z góry założonych, powtarzalnych własnościach.

Do tych technik modyfikacji powierzchni różnych materiałów zaliczamy także technologie regeneracji oraz modernizacji powierzchni kompozytami firmy BELZONA, CHEESTER MOLECULAR.

Chester Molecular

Chester Metal Super to najbardziej popularny i najczęściej używany metal molekularny w postaci dwuskładnikowej tiksotropowej pasty.

Podstawowe zastosowania:

- usuwanie przecieków w liniach centralnego ogrzewania,
- odbudowa wybitych gniazd łożyskowych,
- odbudowa zużytych czopów pod łożyska toczne,
- usuwanie przecieków w zbiornikach, pękniętych korpusach np. silników oraz nieszczelności wszelkich spawów,
- odbudowa ściętych gwintów i wybitych rowków wpustowych,
- uszczelnianie odlewów z żeliwa, staliwa i metali kolorowych,
- odbudowa skorodowanych dennic wymienników ciepła,
- osadzanie łożysk mostowych,
- odbudowa osadzeń elementów w metalu, betonie itp.



Belzona 1111 Super Metal

Jest to kompozyt polimerowy przeznaczony do napraw i modyfikacji powierzchni metalowych, materiał inżynierski umocniony poprzez dodanie do osnowy polimerowej kryształów stali krzemowej osiąga wyjątkową wytrzymałość mechaniczną i zmęczeniową. Pozwala skutecznie nie tylko regenerować takie elementy maszyn jak: czopy wałów, oprawy łożyskowe, pęknięte korpusy, ale także poprawia znacząco trwałość i obciążalność różnych węzłów konstrukcyjnych: łożyskowych, połączeń wciskowych i ślizgowych.



Charakterystyka Belzona 1111 Super Metal

Kompozyt do napraw mechanicznych:

- Wałów,
- Opraw łożyskowych,
- Połączeń wieloklinowych,
- Siłowników,
- Pękniętych korpusów,
- Rurociągów,
- Zbiorników.



Sposób użycia:

- Nakładany na zimno aplikatorem,
- Łatwość mieszania składników,
- Łatwy w obróbce mechanicznej,
- Może być również nakładany na drewno, szkło, tworzywo sztuczne, kamień i beton.

Własności kompozytu:

- Wysoka trwałość mechaniczna i zmęczeniowa,
- Chemoodporny,
- Znakomita przyczepność do powierzchni,
- Tłumi drgania.



Belzona 1321/1311

Jest to kompozyt przeznaczony do ochrony i modyfikacji powierzchni metalowych narażonych na erozję i korozję głównie w maszynach przepływowych, transporcie suchym. Polimerowa osnowa kompozytu została umocniona dyspersyjnie poprzez napełnienie kryształami stali stopowej z dodatkiem krzemu oraz odpornymi na ścieranie drobinami węglików krzemu. Przed użyciem pasty Belzona (1321) należy zawsze wypełnić ubytki i nierówności na powierzchni za pomocą pasty Belzona (1311).



Charakterystyka Belzona 1321/1311

Kompozyt służący do ochrony i wzmacniania konstrukcji:

- Zbiorników stalowych,
- Wirników i korpusów pomp,
- Turbin wodnych,
- Śrub i sterów okrętowych,
- Wymienników ciepła,
- Osadzania w gniazdach łożyskowych.

Sposób użycia:

- Nakładany pędzlem,
- Łatwość mieszania składników,
- Nakładany w 2 warstwach dający pełną ochronę.

Własności kompozytu:

- Wysoka przyczepność do podłoża,
- Wysoka odporność na wycieranie,
- Posiadają dopuszczenie do kontaktu z wodą pitną.



Belzona 1591/1511

Kompozyt przeznaczony do ochrony powierzchni metalowych narażonych na erozję i korozję w warunkach zanurzenia w cieczach do temperatury 250C. Polimerowa osnova kompozytu jest kombinacją trzech żywic podstawowych: epoksydowej, fenolowej i nowolakowej. Osnowa dodatkowo została wzmocniona dyspersyjnie poprzez napełnienie cząsteczkami krzemianów amorficznych. Przed nałożeniem właściwej warstwy Belzona (1591) należy wypełnić ubytki pastą Belzona (1511), ze względu na wysoką zdolność zwilżania powierzchni metalowych i znakomitą odporność cieplną, utrzymują wysoką przyczepność do podłoża nawet w temperaturach przekraczających 185C co gwarantuje szczelność powłoki w ekstremalnie trudnych warunkach pracy.



Charakterystyka Belzona 1591/1511

Kompozyt służący do ochrony przeciw korozji w wysokich temperaturach:

- Zbiorników stalowych,
- Turbin parowych,
- Wirników i korpusów pomp,
- Separatorów,
- Kolumn procesowych,
- Skruberów,
- Wymienników ciepła.

Sposób użycia:

- Nakładany aplikatorem,
- Łatwość mieszania składników kompozytu,
- Pozbawiony części lotnych,
- Bez – rozpuszczalnikowy,
- Nakładany w 1- warstwie.

Własności kompozytu:

- Wysoka przyczepność do podłoża,
- Wysoka odporność na obciążenia cieplne,
- Maksymalna temperatura pracy – 250 C.



Belzona 1811/1812

Kompozyt przeznaczony do ochrony i modyfikacji metalowych powierzchni narażonych na wycieranie mechaniczne. Osnowa polimerowa kompozytu została napełniona wyjątkowo twardymi cząsteczkami tlenku aluminium AlO , które dzięki odpowiedniej modyfikacji zajmują ponad 80% objętości całego kompozytu, takie umocnienie matrycy polimerowej sprawia, że kompozyty te osiągają bardzo wysoką odporność na ścieranie.



Charakterystyka Belzona 1812/1811

Służący do ochrony przed wycieraniem:

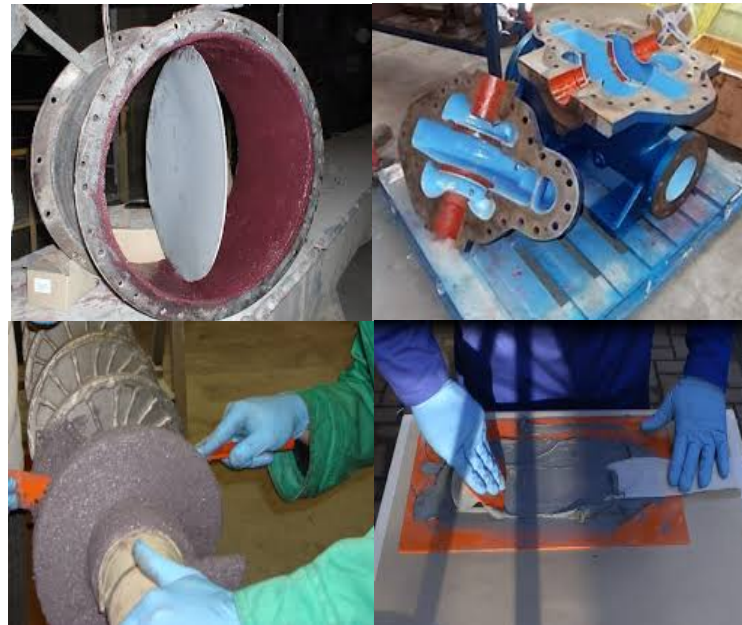
- Przenośników ślimakowych,
- Korpusów pomp wirowych,
- Hydrocyklonów,
- Rurociągów,
- Zaworów,
- Dysze,
- Zsuwni i lejów zsypanych.

Sposób użycia:

- Nakładany na zimno aplikatorem,
- Możliwość wykonania ciągłej powłoki,
- Pozbawiony części lotnych,
- Możliwość uzyskania bardzo gładkiej warstwy,
- Krótki czas postoju urządzenia zabezpieczonego.

Własności kompozytu:

- Wysoka odporność na wycieranie mechaniczne,
- Znakomita przyczepność,
- Odporność na obciążenia cieplne do temp 150C.



Belzona 2131

Kompozyt polimerowy, który w zakresie temperatur (-40C – 65C) zachowuje elastyczność gumy. Poliuretanowa baza kompozytu w połączeniu ze specjalnym utwardzaczem ulega procesowi sieciowania doprowadzając zmieszane składniki do postaci najpierw płynnej – umożliwiającej wykonywanie różnych odlewów oraz nanoszenie pędzlem, później zaś po upływie pełnego czasu sieciowania postać ciała stałego o znakomitych właściwościach elastycznych i stałej, powtarzalnej twardości. Kompozyt ten posiada zdolność odwracalnego, wielokrotnego rozciągania oraz nie ulega mięknienu podczas ogrzewania w zakresie dopuszczalnych temperatur użytkowania.



Charakterystyka Belzona 2131

Służący do wykonywania odlewów:

- Wkładek i sprzęgieł elastycznych,
- Łożysk metalowo-gumowych,
- Wibroizolatorów,
- Uszczelnień gumowych,
- Nietypowych elementów elastycznych.

Sposób użycia:

- Postać płynna umożliwiająca nakładanie pędzlem,
- Łatwość mieszania składników kompozytu,
- Pozbawiony części lotnych ,
- Bez – rozpuszczalnikowy,
- Szybko osiąga wytrzymałość eksploatacyjną.

Własności produktu:

- Odporny na wycieranie ,
- Znakomita przyczepność,
- Odporny na przebicie 20kV/mm,
- Chemoodporny ,
- Twardość 85Sh,
- Maksymalna temperatura obciążenia lub zanurzenia wynosi 65C.



Belzona 2211

Belzona 2211 jest kompozytem polimerowym, który w zakresie temperatury użytkowania (od -40C – 65C) zachowuje elastyczność gumy i wydłużalności całkowitej 700%. Baza kompozytu jako mieszanina makrocząsteczek o niskim, średnim, wysokim ciężarze cząsteczkowym w połączeniu z specjalnym utwardzaczem ulega procesowi sieciowania doprowadzając zmieszane składniki do postaci niespływającej pasty umożliwiającej wykonywanie różnych napraw oraz wytwarzania nowych elementów gumowych i elastycznych. Kompozyt ten posiada zdolność odwracalnego wielokrotnego rozciągania oraz nie ulega mięknięciu podczas ogrzewania w zakresie dopuszczalnych temperatur. Wymaga on zastosowania aktywatora powierzchni Belzona (2911) lub Belzona (2921).



Charakterystyka Belzona 1812/1811

Służący do napraw elementów gumowych :

- Dylatacji
- Uszkodzonych membran zaworów
- Uszkodzonych wykładzin gumowych
- Opon wielkogabarytowych
- Izolacji kabli elektrycznych
- Uszkodzonych uszczelek
- Łączenia gumy z metalem

Sposób użycia :

- Postać niepływającej pasty
- Łatwość mieszania składników
- Pozbawiony części lotnych

Własności produktu:

- Wydłużalność całkowita 700%
- Odporny na wycieranie
- Twardość 65Sh
- Znakomita przyczepność
- Chemoodporny



Belzona 4111

Kompozyt polimerowy przeznaczony do napraw, odbudowy oraz modyfikacji betonowych obiektów i konstrukcji głównie zbiorników, fundamentów, słupów itp. Składniki kompozytu zestawiono tak, że osiąga on po zestaleniu bardzo wysoką wytrzymałość mechaniczną, wielokrotnie większą od betonu. Kompozyt jest jednocześnie bardzo podatny co wraz z wysoką przyczepnością do powierzchni betonowej i metalowej umożliwia spełnienie wysokich wymagań stawianych materiałom naprawczym w budownictwie. Odporny na działanie stężonych kwasów i zasad oraz ich roztworów. Jako trójskładnikowy kompozyt pozwala na przygotowanie go do użycia w dowolnej konsystencji. Materiał ten posiada aprobatę ITB oraz dopuszczenie do kontaktu z wodą pitną.



Charakterystyka Belzona 4111

Służący do naprawiania i umacniania:

- Pękniętych fundamentów maszyn
- Konstrukcji betonowych
- Bieżni jezdnych
- Kotwienia maszyn i urządzeń
- Posadzek przemysłowych

Sposób użycia :

- Nakładany aplikatorem, pacą metalową
- Łatwość mieszania składników
- Pozbawiony części lotnych
- Bez – rozpuszczalnikowy
- Możliwość regulacji konsystencji

Własności produktu:

- Wysoka wytrzymałość na ściskanie
- Znakomita przyczepność
- Odporny na wycieranie
- Niskomodułowy
- Nie kurczy się podczas zestalania
- Chemoodporny
- Dopuszczalny do kontaktu z wodą pitną



Belzona 4521

Belzona 4521 jest kompozytem polimerowym służącym do wypełnień dylatacji budowlanych oraz połączeń elastycznych. Postać płynna kompozytu umożliwia łatwe i efektywne wypełnienie przestrzeni dylatacji. Materiał jest dwuskładnikowym elastomerem zbudowanym na bazie hybrydowym polimerów sieciowanych związkami wolnymi od izocyjanianów oraz innych związków toksycznych. Kompozyt ten zaprojektowano do uszczelnień współpracujących elementów oraz dylatacji, których wielkość przesunięcia względem siebie wynosi ok 25%.



Charakterystyka Belzona 4521

Służący do wypełnień szczelin i dylatacji :

- Posadzek przemysłowych
- Mostów i dróg
- Budynków i obiektów technicznych
- Fundamentów
- Przejść krat ściekowych
- Rurociągów

Sposób użycia:

- Płynny
- Łatwe proporcje mieszania
- Pozbawiony części lotnych
- Bez – rozpuszczalnikowy

Własności produktu :

- Nisk modułowy
- Zachowuje elastyczność w niskich temperaturach
- Odporny na działanie promieni UV
- Chemoodporny
- Nie wrażliwy na wilgoć
- Znakomita przyczepność



Belzona 5811

Kompozyt Belzona (5811) jest powłoką służącą do ochrony przeciw korozyjnej powierzchni metalowych i betonowych narażonych na działanie agresywnych roztworów wodnych w temperaturze do 60C. Składniki powłoki zostały połączone z matrycą polimerową tak by przy zwiększonej gęstości upakowania cząsteczek zachować wysoką podatność przyczepność kompozytu do podłoża. Nakładanie powłoki wykonuje się techniką malarską lub natryskiem hydrodynamicznym. Powłoka posiada aprobatę techniczną wydaną przez ITB.



Charakterystyka Belzona 5811

Służący do ochrony przeciw korozyjnej:

- Zbiorników stalowych
- Zbiorników betonowych
- Komór wodnych
- Kadłubów statków
- Fundamentów
- Kanałów i rurociągów

Sposób użycia:

- Nakładany pędzlem lub natryskiem
- Łatwość mieszania składników
- Pozbawiony części lotnych
- Bez – rozpuszczalnikowy
- Nakładany w 2 warstwach

Własności produktu:

- Znakomita przyczepność
- Może być nakładany na każdą powierzchnię
- Odporny na uder
- Nie kurczy się podczas zestalania
- Chemoodporny
- Wyjątkowo szczelny na dyfuzję chlorków



Belzona 5891

Belzona (5891) jest powłoką kompozytową służącą do zapewnienia skutecznej ochrony przeciw korozyjnej powierzchni metalowych i betonowych narażonych na działanie agresywnych roztworów wodnych w temperaturze do 90C. Składniki powłoki zostały połączone z matrycą polimerową tak by przy zwiększonej gęstości upakowania cząsteczek zachować wysoką przyczepność kompozytu do podłoża oraz umożliwić nakładanie go natryskiem hydrodynamicznym na powierzchnię.



Charakterystyka Belzona 5891

Służący do ochrony przeciw korozyjnej :

- Zbiorników stalowych
- Skruberów
- Komór wodnych wymienników ciepła
- Osadników
- Kanałów i rurociągów

Sposób użycia:

- Nakładany aplikatorem, pędzlem, natryskiem
- Łatwość mieszania elementów
- Pozbawiony części lotnych
- Bez – rozpuszczalnikowy
- Możliwość dowolnej regulacji konsystencji

Własności produktu:

- Wysoka wytrzymałość cieplna (do 90C)
- Znakomita przyczepność
- Odporny na uder
- Nie kurczy się podczas zestalania
- Chemoodporny

