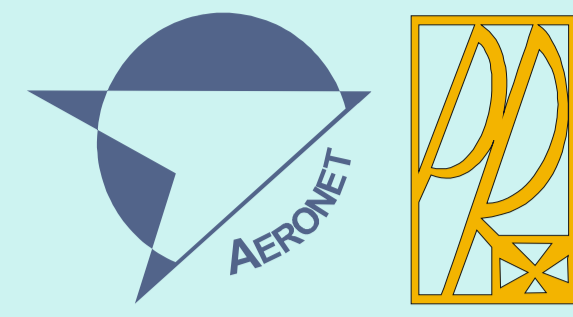


Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry



Konferencja Rady Partnerów RP CZT AERONET
i Konferencja Podsumowująca Projekt PKAERO
30 Listopada- 1 Grudnia 2015

ZB15

Niekonwencjonalne technologie łączenia elementów konstrukcji lotniczych

Unconventional technologies of joining elements of aeronautical constructions

PZL Mielec Sp. z o.o.

Tytuł rozwiązania Innowacyjnego
Title of the innovative solution

Opracowanie metody aplikacji kleju Epidian 100 i określenie parametrów wytrzymałościowych do połączeń zgrzewano-klejowych

Developing application methods of Epidian 100 adhesive and strength testing for hybrid spot-welded/adhesive joints.

Krótki opis rozwiązania
Brief description of the solution

Rozwiązanie polega na opracowaniu technologii aplikacji żywicy polimerowej Epidian 100 w połączeniach hybrydowych opartych o zgrzewanie konwencjonalne. Poprzednio wykorzystywane w PZL Mielec technologie oparte były o żywice dwuskładnikowe o długim czasie utwardzania, co znacznie przedłużało cykl technologiczny wykonania kompletnego elementu. W prezentowanym rozwiązaniu zastosowano produkt CIECH Sarzyna S.A. - żywicę polimerową Epidian 100, jednoskładnikową i termoutwardzalną. Wybór produktu termoutwardzalnego pozwolił na wielokrotne skrócenie procesu produkcyjnego, przy lepszych własnościach mechanicznych powstałego złącza.

The developed solution aims on a new application technology for Epidian 100 polymeric resin in hybrid joints obtained by conventional spot-welding. Previous technologies were based on two-component resins with a long curing time, which significantly lengthen assembly time of a whole component. In the current solution a polish product was used - Epidian 100 polymer resin made by CIECH Sarzyna, that is single-component and thermosetting. Selecting thermoset product provided several times shorter manufacturing time and greatly improved mechanical properties of the resulting joint.

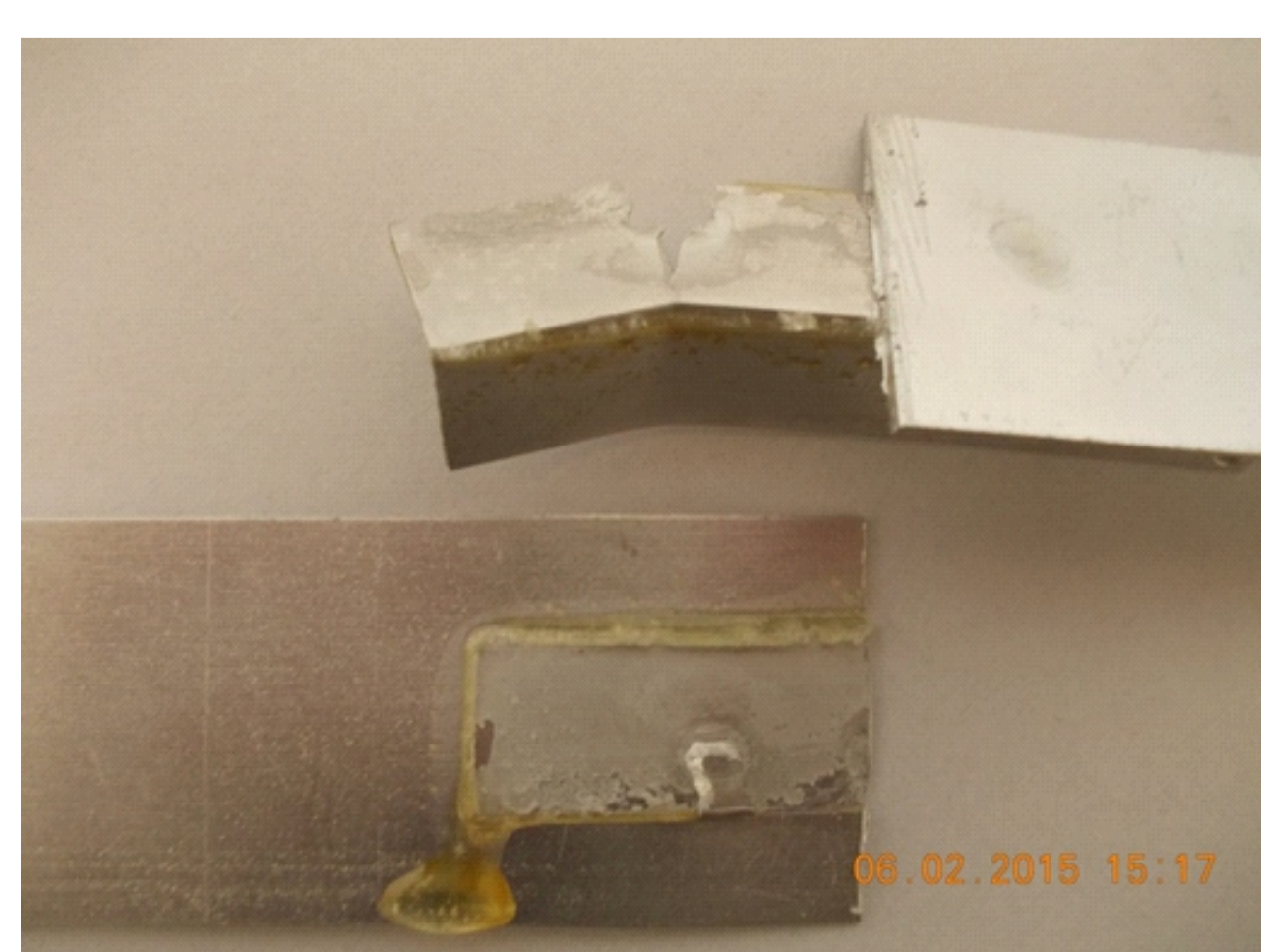
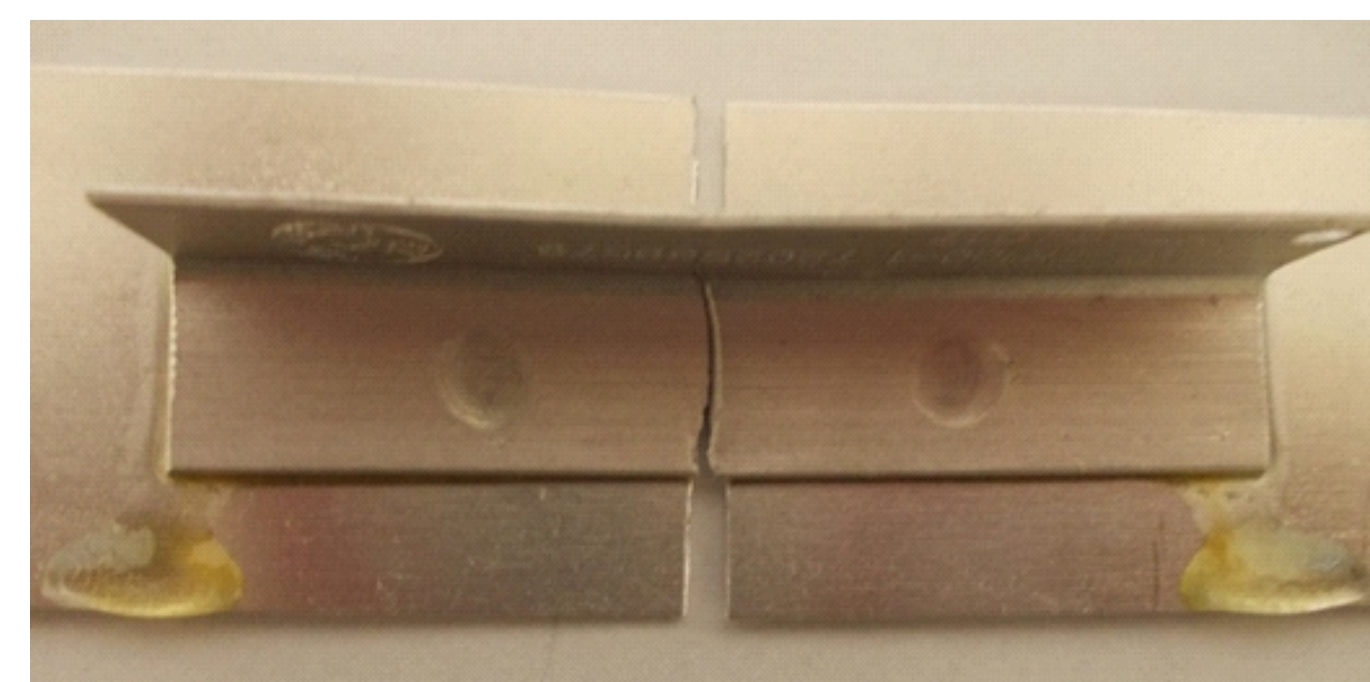
Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution

Kluczowym parametrem technologicznym dla badanych zastosowań okazała się być lepkość kinematyczna żywicy w stanie poprzedzającym utwardzanie. Przeprowadzono badania lepkości żywicy w zależności od temperatury, na gotowych elementach, jak i specjalnie przygotowanych próbkach. Tym samym wykazano, że Epidian 100 wykazuje lepkość na poziomie poprzednio używanej żywicy CHS Epodur. Potwierdzono bardzo dobre zwilżanie powierzchni łączonych oraz znikomą porowatość gotowej warstwy. Następnie wykonano badania statyczne w warunkach podwyższonej i obniżonej temperatury, w stanie jednoosiowego rozciągania elementu, co w przybliżeniu odpowiada ścinaniu połączenia. Zastosowanie Epidianu 100 pozwoliło na pełniejsze wykorzystanie nośności blach łączonych, zaobserwować można blokowe wyrwania i pęknięcie kątowników, co świadczy o wyczerpaniu ich nośności wraz z pękaniem kleju.

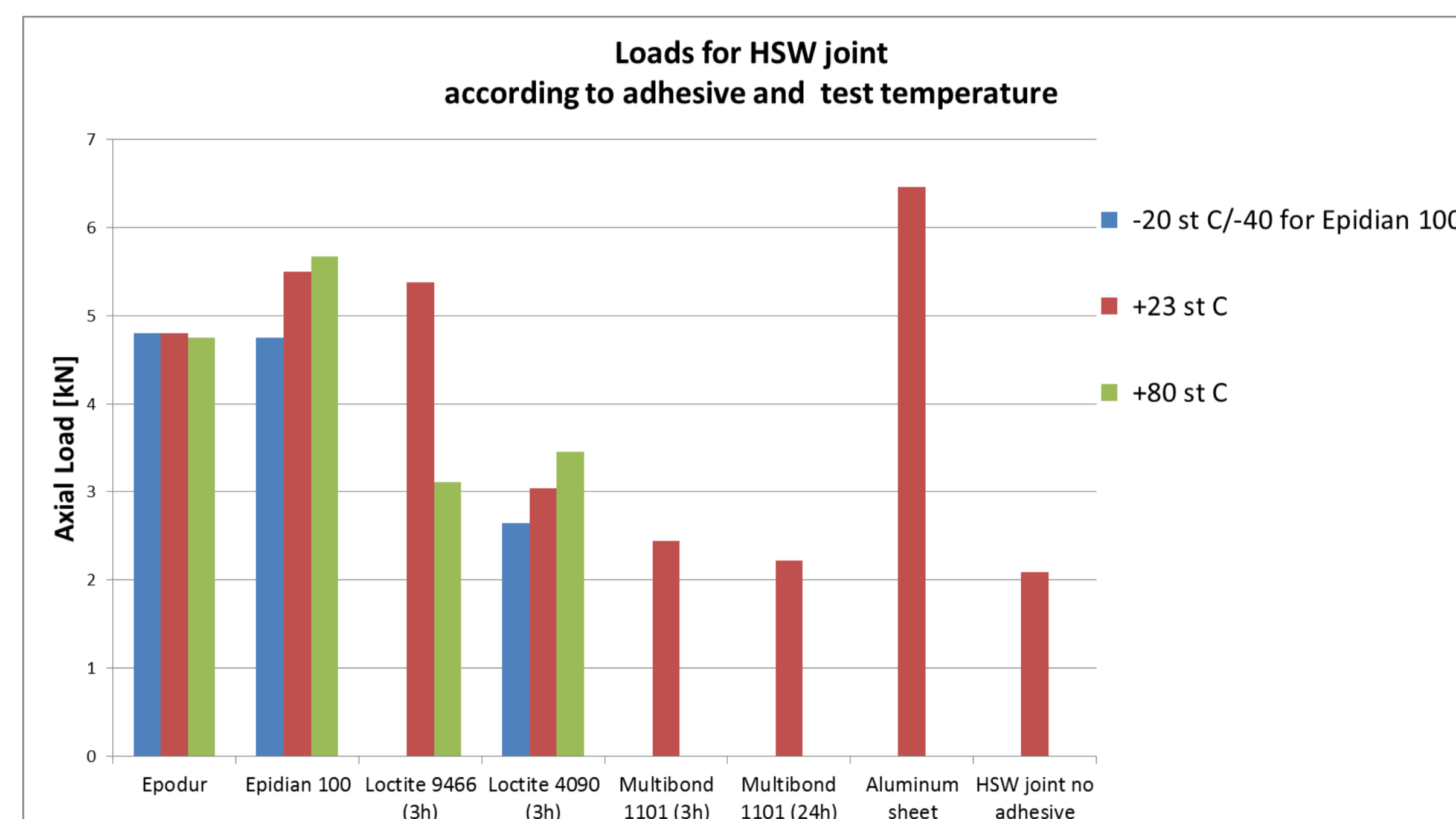
The kinematic viscosity (in the state just before curing) proved to be the key technological parameter for the current application. Viscosity was measured in a broad temperature range, on finished pieces, as well as prepared samples. Thus it has been shown that Epidian 100 has a viscosity at the level previously used resin CHS Epodur. A good surface wetting and negligible porosity of the finished layer was confirmed. Then, static tests were performed at low/high temperatures in uniaxial tension, which roughly corresponds to shear state. The use of Epidian 100 allowed for a fuller use of the load-bearing capacity of sheet metal.

Postaci zniszczenia próbek rozciąganych z zastosowaniem Epidianu 100

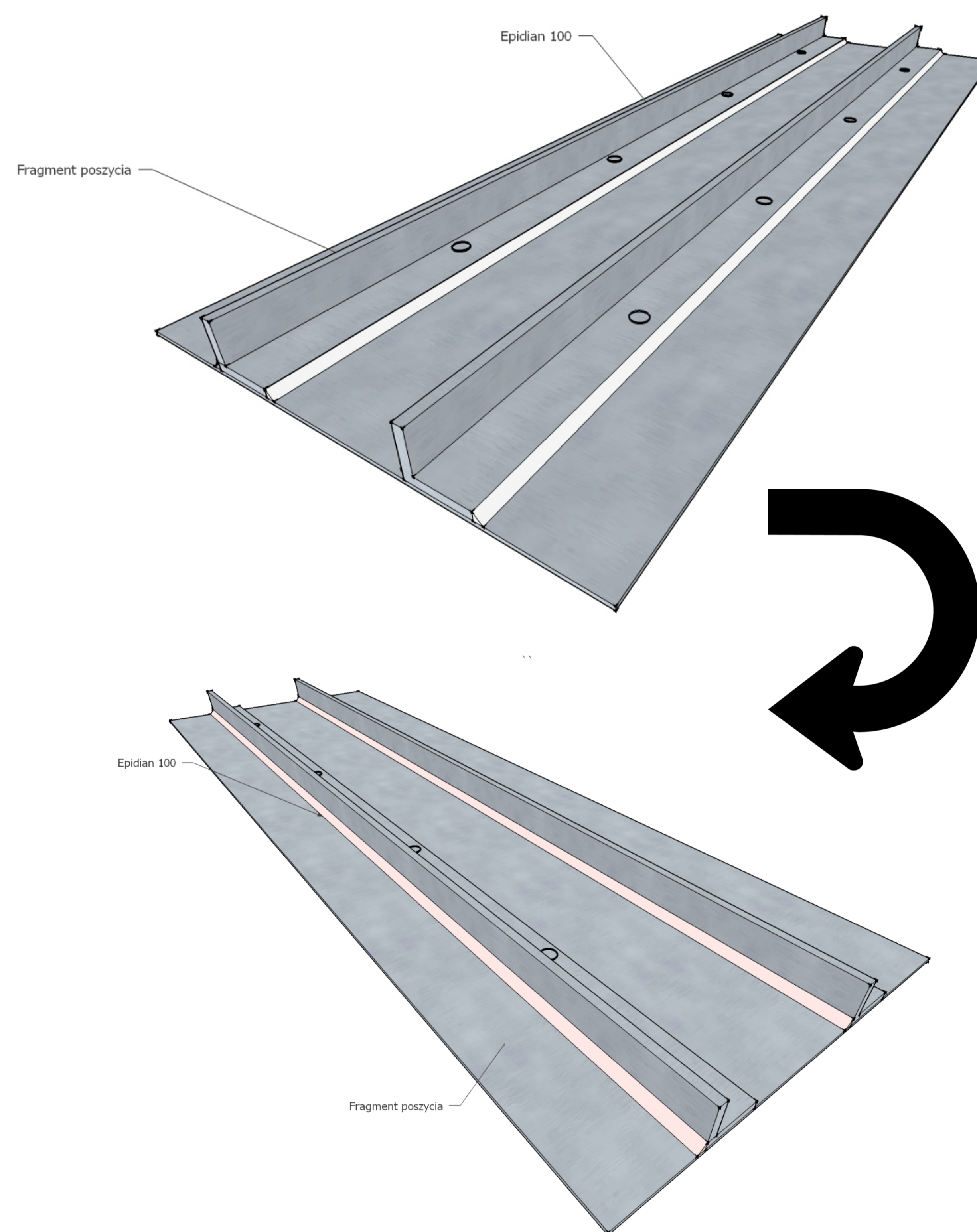
Damage in tensile samples with Epidian 100



Graficzna prezentacja rozwiązania innowacyjnego
Visualization of the innovative solution



Nośność statyczna złączeń wykonanych przy użyciu różnych klejów.
Load-bearing capacity of joints with various adhesives.



Fragment elementu poszycia przygotowany do utwardzania
A fragment of the outer shell prepared for the cure

Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution



Umiarkowana temperatura utwardzania
Temperatura utwardzania na poziomie 140C nie wprowadza dodatkowych naprężeń termicznych, nie prowadzi także do degradacji zgrzeiny.

Moderate curing temperature
The curing temperature at 140C does not introduce additional thermal stress, there also leads to the degradation of the weld.

Transport i układanie żywicy w postaci stałej
Żywica Epidian 100 rozprowadzana jest i układana w formie płatków, co ułatwia jej układanie w połączeniach.

Transport and installation of the resin solid
Epidian 100 resin is distributed and deposited in the form of flakes, which facilitates the laying of connections.

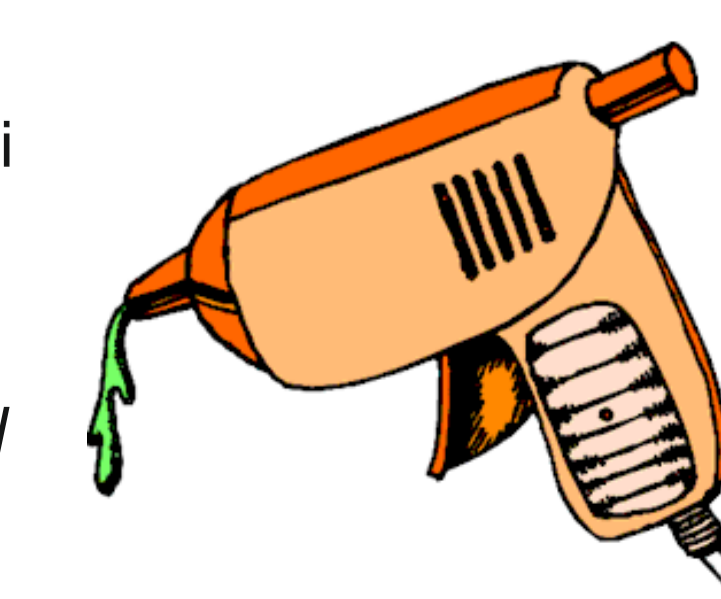
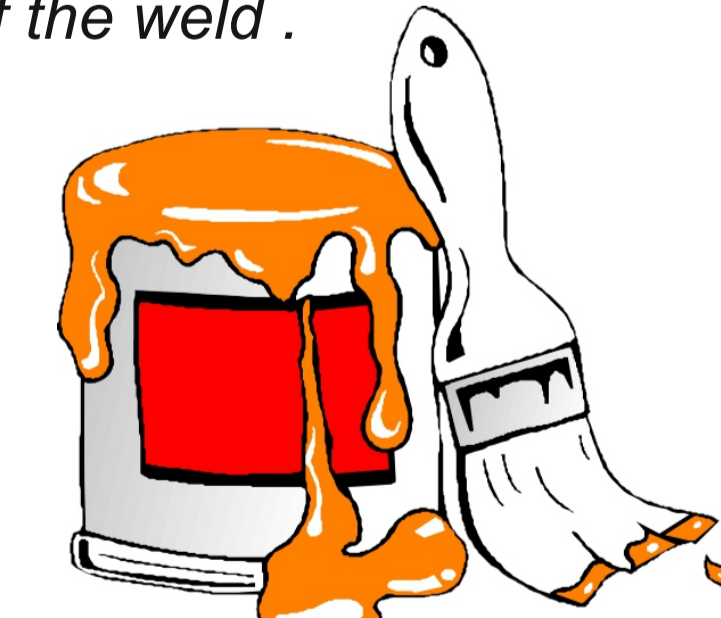


Wyeliminowanie procesów mieszania
Zastosowanie żywicy jednoskładnikowej pozwala uniknąć konieczności każdorazowego homogenizowania mieszaniny, jak również jej napowietrzania, skutkującego porowatością utwardzonej warstwy.

Eliminating the mixing
The use of single-component resin avoids the need of homogenizing the mixture, as well as its aeration, resulting porosity of the hardened layer.

Możliwość grawitacyjnego wykonywania połączeń
Żywica Epidian 100 nie wymaga stosowania podciśnienia w celu wypełnienia połączenia. Jest to zatem technologia intuicyjna i w pełni powtarzalna.

The possibility of gravitational application
Resin Epidian 100 does not require the application of a vacuum to fill the connection. It is therefore an intuitive and fully reproducible technology.



Zalety i ograniczenia rozwiązania innowacyjnego
Advantages and restrictions of innovative solution

Dziesięciokrotne skrócenie czasu wykonania połączenia
Zastosowanie technologii z udziałem żywicy Epidian 100 pozwala na skrócenie procesu wykonania kompletnego elementu z 30h do niespełna 4h.

Ten-fold shortening of manufacturing time
The use of technology involving resin Epidian 100 allows you to shorten the process of implementation of the complete element from 30 hours to less than 4 hours.

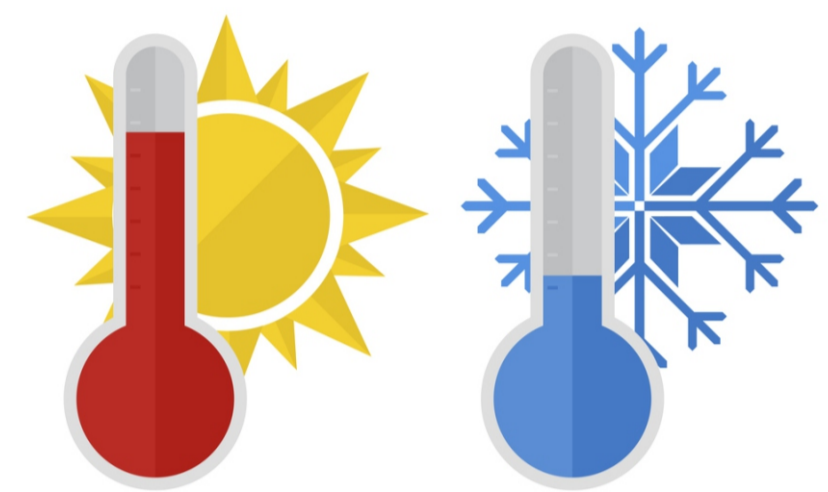


Zwiększenie nośności statycznej złącza
Przeprowadzone badania statyczne wykazały przyrost nośności na rozciąganie złącza w temperaturze pokojowej o 15% w stosunku do poprzedniej technologii.

Increasing the static load carrying capacity
The study showed an increase in static tensile load capacity of the connector at room temperature by 15% compared to previous technologies.

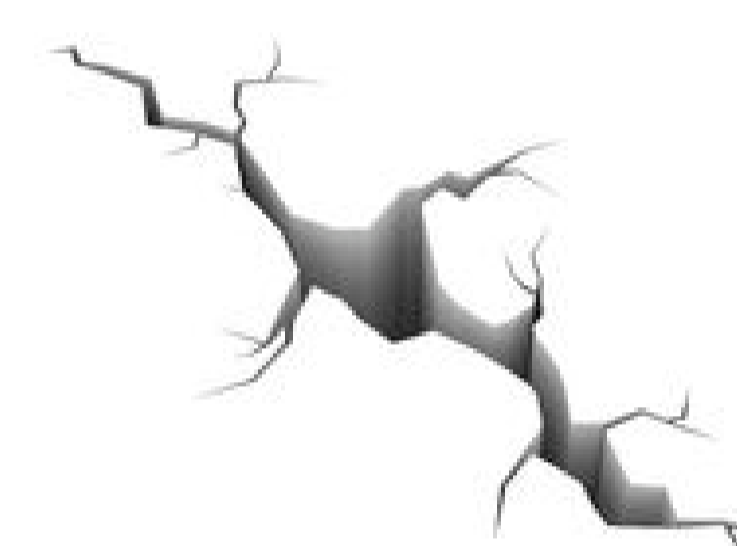
Podwyższenie odporności termicznej
W warunkach lotu żywica Epidian 100 zapewnia przyrost nośności w +80C o 20% oraz porównywalną nośność w -40C.

The increase in thermal resistance
In flight conditions Epidian 100 provides increase in load capacity at +80C of about 20% and a slight increase in -40C.



Zwiększenie energii zniszczenia połączenia
Obecność żywicy polimerowej o niskiej sztywności oraz wysokiej odporności na pęknięcie podnosi wartość dysypowanej energii oraz zwiększa tolerancję na obecność uszkodzeń podkrytycznych.

Increasing fracture toughness
The presence of the polymer resin with low rigidity and high fracture toughness increases the value of dissipated energy and the tolerance for subcritical damage.



Możliwe zastosowania w lotnictwie i innych gałęziach gospodarki
Examples of application in aviation and other branches

Przedstawiona technologia połączeń hybrydowych może być stosowana bez przeszkód we wszystkich gałęziach przemysłu mechanicznego, wykorzystujących zgrzewanie punktowe, w szczególności:
- dla zwiększenia nośności obecnie wykonywanych połączeń bez konieczności zmiany technologii zgrzewania
- dla podwyższenia odporności na pęknięcie połączeń zgrzewanych
- do łączenia fragmentów poszycia z elementami konstrukcyjnymi
- do zapewnienia szczelności połączeń zgrzewanych
- w konstrukcji węzłów narażonych na obciążenia cykliczne i dynamiczne
Jej wdrożenie nie wymaga znaczących nakładów ani zmiany dotychczasowych procedur dotyczących złączy zgrzewanych.

The hybrid connection technology can be used freely in all industries of mechanical, using spot welding, in particular:
- To increase the current carrying capacity of joints without having to change the welding technology
- To increase the fracture toughness of spot-welded joints
- To connect outer shell to the structural members
- To provide a sealed spot-welds
- Construction of nodes subjected to cyclic and dynamic loading
Its implementation does not require significant expenditures or changes in existing procedures for welded joints.



Oferta dla przemysłu
The offer for industry

Przedstawione rozwiązanie poprzedzone zostało badaniami przydatności technologicznej wielu dostępnych komercyjnie żywic polimerowych. Wybrany produkt jako jedyny na rynku polskim, spełnia wymagania technologiczne i wytrzymałościowe. Fakt ten znalazł potwierdzenie w dobrej jakości utworzonych złączy, jak również pozytywnych wynikach testów wytrzymałościowych.

Rozwiązanie w skali laboratoryjnej spełnia wszystkie założenia przedstawione przez Partnera przemysłowego - PZL Mielec. Jego zastosowanie w skali przemysłowej nie wymaga zmian projektowych, jak również znaczących nakładów finansowych. Stanowi to niewątpliwie uproszczenie i przyspieszenie dotychczasowych procesów, co skutkować powinno wyższą nośnością i powtarzalnością wykonanych złączy.

The solution was preceded by studies of technological suitability of the many commercially available polymer resins. Selected as the only product on the Polish market, it meets the technological requirements and strength. This fact was confirmed in a good quality of the resulting joints, as well as the positive results of the stress tests.

Solution in the laboratory meets all the assumptions provided by the industrial partner - PZL Mielec. Its use on an industrial scale requires no design changes, as well as significant financial outlay. This is an undoubtedly simplify and speed up the current process, which should result in a higher load capacity and repeatability made joints.