

Prezentacja dla wykładowców
architektury i budownictwa

Rozdział 09

Łączenie i przetwarzanie stali nierdzewnych

Plan prezentacji

1. Łączenie
2. Przetwarzanie

1 - łączenie

Wszystkie stosowane techniki łączenia!

Proces (poz. Lit.)	Wideo	Charakterystyka
Spawanie (1-5) (powszechnie stosowane)	Spawanie MIG Spawanie TIG Robot spawalniczy	Wysoka wytrzymałość połączeń Brak możliwości demontażu
Złącza śrubowe (powszechnie stosowane)	Przykład	Łatwy montaż na placu budowy Możliwość łączenia różnych materiałów (drewno, szkło, ...) Możliwy demontaż na późniejszym etapie
Lutowanie lutem miękkim/twardym	Lutowanie	Wodoszczelność (stosowane głównie w pokryciach dachowych)
Mechaniczne zaciskanie Fałdowanie inne	Mechaniczne zaciskanie	Trwałe połączenia rur Wodoszczelność (stosowane głównie w pokryciach dachowych)
Klejenie (nie często stosowane, ale jego popularność wzrasta)		Zachowana integralność wykończenia powierzchni

Spawanie łukowe

Zalety spawania łukowego

- Własności złącza równe stali w stanie wyżarzonym
- Zapewnia najsilniejsze połączenie
- Może być wykonane w czasie montażu lub w trakcie produkcji
- Łączy materiały cienkie i grube o dowolnym kształcie
- Możliwość łączenia tych samych lub różnoimiennych metali (zwykle ze stalą czarną przy właściwie dobranym materiale dodatkowym do spawania)
- Odporne na zmęczenie przy obciążeniach cyklicznych
- Taka sama odporność korozyjna i żaroodporność jak stali w stanie wyżarzonym

Ograniczenia spawania łukowego

- Nie jest możliwe dla wszystkich gatunków
- Wymaga kwalifikowanych operatorów i procedur
- Może powodować odkształcenia wywołane przez ciepło spawania
- Po spawaniu wymaga dodatkowych operacji obróbki dla dobrego wyglądu wykończenia powierzchni (np. piaskowanie)
- Spadek własności plastycznych w przypadku materiałów przerabianych plastycznie na zimno

Spawanie łukowe

[Wideo: polerowanie połączenia spawanego](#)



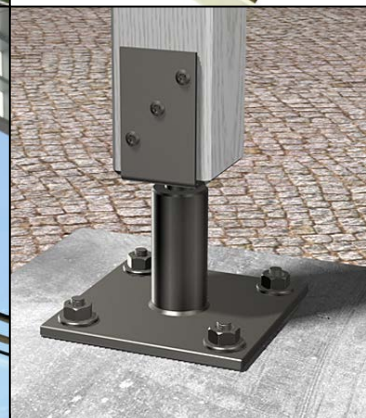
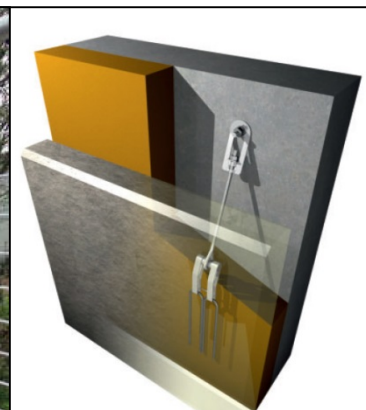
Połączenia mechaniczne

Zalety połączeń mechanicznych

- Mogą być demontowane
- Idealne do montażu na placu budowy
- Szybkie
- Nie wymagają wykwalifikowanych wykonawców

Ograniczenia połączeń mechanicznych

- Nie tak silne jak połączenia spawane
- Mogą powodować korozję szczelinową (porównać rozdział o odporności korozyjnej)





Mechaniczne zaciskanie - press fitting (proces stosowany tylko dla rur)



Zalety mechanicznego zaciskania

- Idealnie szczelne dla cieczy i gazów
- Szybkie
- Brak płomienia
- Idealnie czyste powierzchnie
- Nie wymagają wykwalifikowanych wykonawców

Ograniczenia mechanicznego zaciskania

- Nie mogą być demontowane
- Wymagają tulei zaciskowych dla każdej średnicy rury

Klejenie

Zalety klejenia

- Połączenie jest prawie niewidoczne, co polepsza wygląd produktu
- Zapewnia równomierny rozkład naprężeń i większą powierzchnię nośną
- Łączy materiały cienkie i grube o dowolnym kształcie
- Możliwość łączenia tych samych lub różnoimiennych metali
- Zmniejsza lub eliminuje korozję (galwaniczną) między różnoimiennymi metalami
- Odporne na zmęczenie i obciążenia cykliczne
- Połączenia mają gładkie kontury
- Szczelne złącza w różnych środowiskach
- Izoluje przed przenikaniem ciepła i przewodzeniem prądu elektrycznego
- Brak odkształceń powodowanych przez ciepło
- Tłumi drgania i pochłania wstrząsy
- Korzystny stosunek wytrzymałości do wagi
- Często szybsze i tańsze od połączeń mechanicznych

Ograniczenia klejenia

- Brak możliwości wizualnej kontroli klejonego obszaru
- Wymaga starannego przygotowania powierzchni, często z zastosowaniem korozyjnych chemikaliów
- Może wymagać długiego czasu utwardzania, zwłaszcza gdy nie stosuje się utwardzania w wysokiej temperaturze
- Może wymagać uchwytów, pras, pieców i autoklaw, zwykle niepotrzebnych w innych metodach łączenia
- Złącza nie powinny być eksploatowane w temperaturze powyżej ok 180°C
- Dla większości klejów wymaga dokładnej kontroli procesu, w tym głównie zanieczyszczeń
- Własności zależne od otoczenia, w którym będzie eksploatowane

Zastosowania klejenia



Klejenie elementów poręczy dla zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych

Mocowanie elementów balustrad (Delo-Duopox AD895)

- Wypełnia szczeliny, nadaje się do klejenia małych i dużych szczelin
- Dobra odporność chemiczna i odporność na starzenie
- Do zastosowań wewnętrznych i zewnętrznych
- Efektywność: Elastyczny system modułowy konstrukcji poręczy. Eliminacja dodatkowych etapów obróbki wymaganych w spawaniu – szlifowanie, polerowanie.

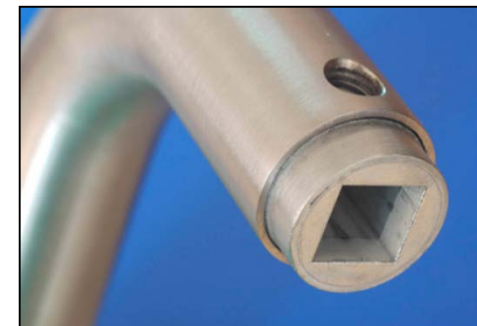


W 6-piętrowym biurowcu w Hanowerze (Niemcy) panele ze stali nierdzewnej (gatunku 1.4404) są przymocowane do ścian zewnętrznych z zastosowaniem klejenia bez konieczności dodatkowych połączeń mechanicznych.

Tablica 1. Dobór klejów do klejenia konstrukcyjnego

	Ze stalą nierdzewną	Typ klejów półkonstrukcyjnych				
		Silikonowy	Polimerowy modyfikowany silanami	Poliuretanowy	Akrylowy	Epoksydowy
Stal nierdzewna	Tak	●	●	●	○	●
Stal węglowa	Tak	●	●	○	○	●
Stal węglowa/ malowana	Tak	●	●	X	○	○
Stal węglowa/ galwanizowana	Tak	●	●	X	○	○
Aluminium	Tak	●	●	○	○	●
Drewno	Tak	●	●	○	○	●
Szkło/ceramika	Tak	●	●	X	○	●
Tworzywo PCV	Tak	●	●	X	X	X
Tworzywo PA	Tak	○	●	X	○	
Tworzywo PP/PE	Nie	X	X	X	X	X

● - bardzo zalecane, ○ - zalecane, X - niezalecane



Klejenie jest stosowane podczas montażu klamek

Zdjęcie: Hoppe, Stadallendorf (D)



Klejenie jest praktyczną metodą łączenia w zastosowaniach budowlanych, gdy stal nierdzewna ma być łączona z murem lub naturalnym kamieniem.

Zdjęcia: Enkolit, Sulz (A)

Źródła

1. http://www.worldstainless.org/Files/issf/animations/WeldedFabrication/start_1.html
2. <http://www.wikihow.com/Weld-Stainless-Steel>
3. http://www.nickelinstitute.org/~Media/Files/TechnicalLiterature/WeldingofStainlessSteelandotherJoiningMethods_9002_.pdf
4. <http://www.edelstahl-rostfrei.de/page.asp?pageID=1590>
5. http://www.improve.it/metro/file.php?file=/1/Papers/Metallurgy_of_Welding_Processes/Joinoint_properties.pdf
6. <http://www.worldstainless.org/news/show/1865>
7. <http://shura.shu.ac.uk/3115/>
8. http://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Stainless_Steel_for_Designers.pdf
9. http://www.delo.de/fileadmin/upload/dokumente/en/broschueren/Structural_Bonding.pdf
10. <https://www.ellsworth.com/globalassets/literature-library/manufacture/ellsworth-adhesives/ellsworth-adhesives-white-paper-structural-bonding.pdf>
11. <http://www.sciencedirect.com/science/book/9781845694357>

2 - Przetwarzanie

Dostępne obszerne opracowania, sprawdź źródła.

Pozycja 1 to szkolenie na temat przetwarzania stali nierdzewnych.

Rozdział 1 przedstawia liczne aplikacje w architekturze, budownictwie i konstrukcjach. Obecnie standardowo wytwarza się wszystkie kształty wyrobów oraz wykończenia powierzchni.

Materiały wideo nt. przetwarzania

- Wytop i walcowanie stali nierdzewnej <https://www.youtube.com/watch?v=5zwgl-pQ6kE>
- Cięcie i gięcie https://www.youtube.com/watch?v=VMu7_W0QE3Y
- Cięcie strumieniem wody <http://www.engineeringtv.com/video/Water-Jet-Cutting>
- Tłoczenie https://www.youtube.com/watch?v=n-ht_5Ysurc
- Maszyna do gięcia drutu <https://www.youtube.com/watch?v=kDoSDiiZx6U>
- Maszyna do formowania sprężyn <https://www.youtube.com/watch?v=SwY-RT4DBxY>
- Profilowanie rolkowe https://www.youtube.com/watch?v=44XD5mZoM_0
- Obróbka skrawaniem <https://www.youtube.com/watch?v=LDxNDWObTyg>

Więcej materiałów wideo dostępnych w sieci

Źródła - przetwarzanie

1. <http://www.issftraining.org/>
2. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Austenitics.pdf
3. http://www.imoa.info/download_files/stainless-steel/Duplex Stainless Steel 3rd Edition.pdf
4. <http://www.worldstainless.org/news/show/34>

Dziękuję za uwagę