

Lutospawanie elementów osiowosymetrycznych w aspekcie ich wytrzymałości

dr inż. Paweł Lonkwic, mgr inż. Ireneusz Usydus
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Centrum Studiów Inżynierskich

W poniższym opracowaniu zaprezentowano wyniki badań nad zastosowaniem lutospawania jako alternatywy dla tradycyjnych technik spawalniczych metodą MIG/MAG [2]. Zaprezentowano wyniki badań próbek wykonanych z rury cienkościennej, które zostały poddane rozciąganiu oraz skręcaniu.

Wstęp

Zastosowanie metod łączenia materiałów jest ciągle rozwijane, zwłaszcza w dobie kiedy należy obniżyć koszty produkcji. W przemyśle stosowane są różne metody łączenia materiałów od rozłącznych po nierozłączne. Ta druga metoda stanowi duży procent produkowanych elementów, począwszy od branży samochodowej aż po najmniejsze zakłady mechaniczne. Wraz z rozwojem technologii produkcji coraz ważniejszą rolę odgrywają aspekty ekonomiczne związane z samą produkcją, co w konsekwencji przekłada się na całkowity koszt wytworzenia [4].

W poniższym opracowaniu zaprezentowano wyniki badań nad zastosowaniem lutospawania jako alternatywy dla tradycyjnych technik spawalniczych metodą MIG/MAG [2].

Zaprezentowano wyniki badań próbek wykonanych z rury cienkościennej, które zostały poddane rozciąganiu oraz skręcaniu.

Lutospawanie – stan zagadnienia

Lutospawanie – to proces łączenia metali pośredni pomiędzy lutowaniem twardym, a spawaniem. Połączenie uzyskuje się wyłącznie przez stopienie lutu (bez nadtopiania łączonych metali), natomiast technika łączenia materiałów z wykorzystaniem lutospawania nie różni się niczym od technik spawalniczych MIG i MAG. Przygotowanie krawędzi, otworów oraz materiałów do spawania jest takie same jak w przypadku metod MIG/MAG [3].

W technikach warsztatowych spośród licznych technik spawalniczych w prak-

tyce ogólnie mówiąc blacharskiej mają zastosowanie metody [1, 3]:

- MAG czyli spawanie ochronnym gazem aktywnym (CO₂ i mieszanka gazów z jego zawartością,
- MIG czyli spawanie z użyciem gazów nieaktywnych (gazy szlachetne i argon),
- Lutospawanie czyli łączenie materiałów z użyciem gazów nieaktywnych.

Współczesne technologie pozwalają na produkcję wyrobów z materiałów już ocynkowanych. Ocynkowane blachy w ciągłych procesach produkcyjnych znalazły zastosowanie w produkcji nie tylko motoryzacyjnej, ale również zamkniętych i otwartych profili zimnogiętych. Opanowanie spawalniczych metod łączenia profili ocynkowanych otworzyły nowe rynki i możliwości zastosowań. Lutospawanie MIG/MAG



znalazło zastosowanie przy spajaniu blach o grubości od 0,5 do 3 mm pokrytych cienką powłoką cynku do grubości 5–15 mikrometrów (obecnie również znacznie grubsze powłoki cynku ogniowego), jak również do cienkich blach ze stali nierdzewnych i połączeń różnoimiennych, np. miedzi ze stalą, stali kwasoodpornej ze stalą zwykłej jakości, aluminium z blachą ocynkowaną [2].

Opis badań doświadczalnych

Badania doświadczalne polegały na połączeniu próbek wykonanych z rury cienkościennej o średnicy 24x1 z materiału w gatunku S235 pokazanych na rysunku 1.

Do badań przyjęto rury o jednakowej grubości ścianki. Próbki łączono w pryzmie w warunkach warsztatowych za pomocą agregatu typu MIG z wykorzystaniem gotowych procedur spawalniczych dla łączonego materiału. Do połączeń użyty został drut spawalniczy CuSi3 o średnicy 0,8 mm oraz mieszanka gazów argon/hel w proporcji 97,5/2,5. Próbki były spawane z natężeniem 37 A oraz z wysuwem drutu spawalniczego 4,5 m/min.

Rozciąganie próbek zostało wykonane na maszynie wytrzymałościowej typu HT-2402s o maksymalnej sile 100 kN, natomiast skręcanie zostało wykonane na maszynie TIME GROUP typu TNS-J02 z maksymalnym momentem skręcającym 200 Nm. Wyniki rozciągania oraz skręcania zostały opracowane z pięciu wykonanych po sobie pomiarów. Próbki skręcane były w zakresie od 2 do 15 stopni co 1 stopień. Następnie skręcono je do wyraźnej utraty kształtu.

Badano próbki z lutowaniem surowym (nieobrobionym mechanicznie) oraz z lutowaniem obrobionym, którego średnica w miejscu łączenia wynosiła 24,2 mm.

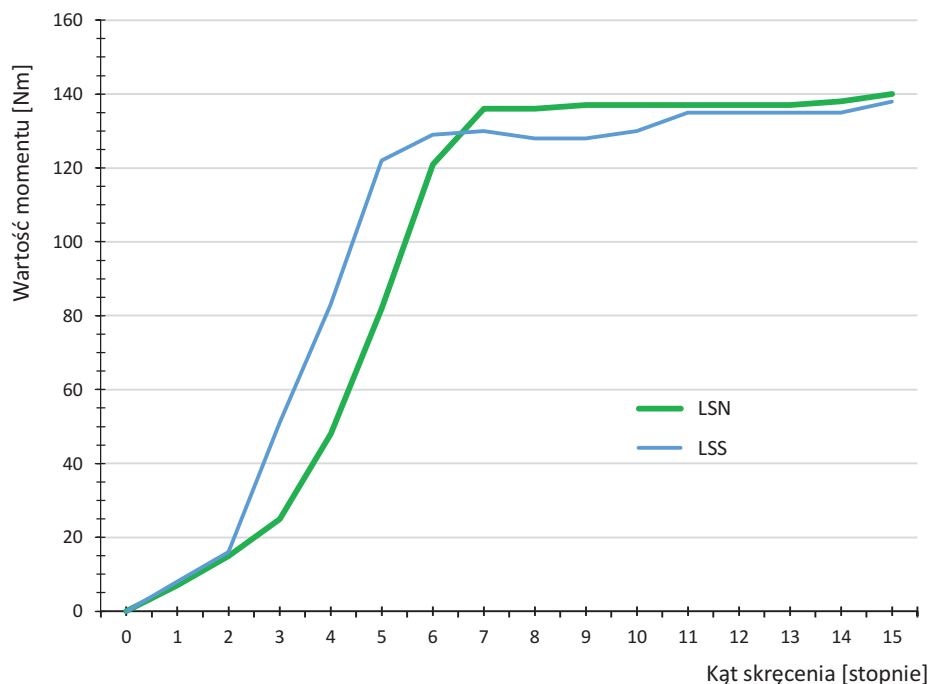
Analiza otrzymanych wyników

Na rysunku 2 zaprezentowano wykres skręcania próbek w postaci surowej (LSN) oraz próbki oszlifowanej (LSS).

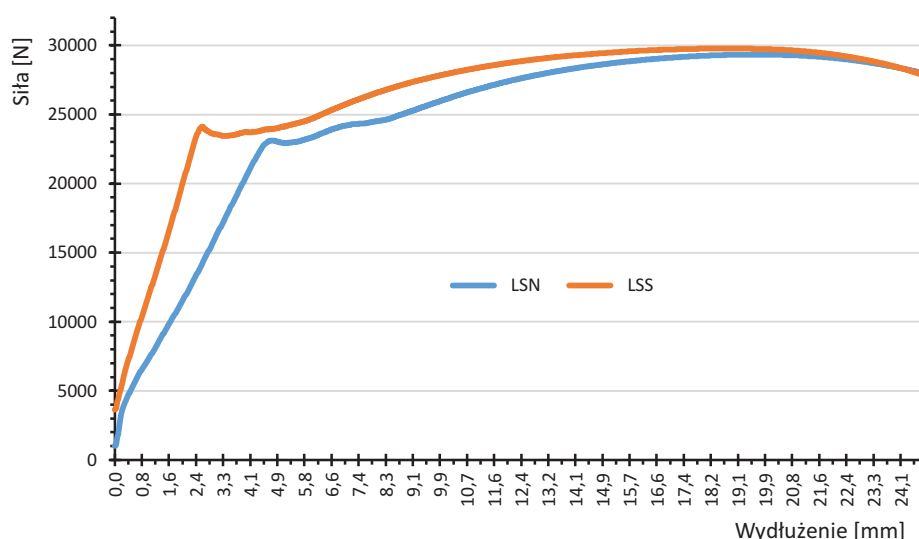
Zakres pomiarowy dla skręcania przyjęto do 15 stopni, co pozwoliło na przekroczenie granicy sprężystości i na trwałe odkształcenie próbek. Granica sprężystości w badaniach wystąpiła



Rys. 1. Model próbek poddanych lutowaniu



Rys. 2. Charakterystyki próbek skręcanych typu LSS oraz LSN



Rys. 3. Charakterystyki rozciągania próbek

przy kącie skręcenia 5–6 stopni oraz momencie 120 Nm. W badaniu próbki dodatkowo skręcono do momentu uzyskania wyraźnych odkształceń materiału widocznych na rysunkach 8 i 9.

Odkształcenia te uzyskano przy kącie skręcenia 70 stopni i przy wyraźnym spadku momentu skręcającego. Nie zauważono wpływu zmniejszenia wytrzymałości połączenia lutowanego wywołanego

zmniejszeniem przekroju spoiny obróbką mechaniczną.

Próby statycznego rozciągania przeprowadzono przy stałej prędkości rozciągania 10 mm/min.



Rys. 4. Próbkę poddaną rozciąganiu z lutospawem surowym



Rys. 5. Próbkę poddaną rozciąganiu z lutospawem obrabionym mechanicznie



A
Rys. 6. Próbkę z wadą spawalniczą w szfie lutospawanym



Rys. 7. Wycinek próbki rozciąganej po procesie rozciągania

Uzyskane wyniki są charakterystyczne dla stali plastycznej z wyraźną granicą plastyczności.

Próbki osiągnęły granicę plastyczności na poziomie 23 kN oraz granicę wytrzymałości 29,5 kN.

Również w przypadku próbek rozciąganych nie zauważono spadku wytrzymałości na rozciąganie próbek obrabianych.

Na rysunkach od 4 do 10 pokazano efekty prób po procesie rozciągania oraz skręcania wraz z wycinkami miejsca łączenia próbek.

Wszystkie próbki zostały sprawdzone pod kątem powtarzalności geometrii. Na jakość połączenia próbek miał wpływ sposób ułożenia próbek do spawania w pryzmie.

Próbki przed procesami badań wytrzymałościowych zostały poddane ocenie makroskopowej pod kątem występowania wad zewnętrznych. Obserwacje nie wykazały wyraźnych wad zewnętrznych występujących w licu spoiny jak również w spoinach obrabianych mechanicznie. Z powodu braku możliwości oceny jakości spoiny od strony



B
Rys. 8. Próbkę poddaną skręcaniu z lutospawem surowym

ka o oznaczeniu Zn nieobrabiana mechanicznie. Pęknięcie pokazano na rysunku 6.

Obserwacja pęknięcia wykazała wystąpienie wady wykonanej spoiny



Rys. 9. Próbkę poddaną skręcaniu z lutospawem obrabionym mechanicznie



Rys. 10. Wycinek próbki skręcanej po procesie skręcania

wewnętrznej, wykonano rozcięcie rury po badaniach wytrzymałościowych na rozciąganie rys. 7 i skręcanie rys. 10. W rozciętych próbkach w miejscach przekroju jak również na powierzchni spoiny nie zauważono występowania wad.

Wszystkie próbki poddane procesowi rozciągania uległy zerwaniu w środkowym odcinku materiału rodzimego (rys. 4 i 5). Jedynym przypadkiem pęknięcia lutospawu była prób-

(braki materiałowe w spoinie od strony grani). W okolicach spoiny próbki zachowały większą średnicę co wskazuje na większą sztywność połączenia.

Również w próbkach obciążonych momentem skręcającym uszkodzeniu uległ materiał rodzimy. W spoinach nie zaobserwowano występowania pęknięć lub widocznych przemieszczeń po przeprowadzonych badaniach. Podobne wyniki otrzymano dla próbek



nieobrabianych rys. 8. i obrabianych rys. 9. mechanicznie.

W związku z powyższym oraz małą ilością literatury dotyczącej procesów lutospawania zasadne jest dalsze prowadzenie badań nad wytrzymałością połączeń lutospawanych w celu określenia zastosowania tej metody dla różnych materiałów i projektów inżynierskich.

Wnioski

Na podstawie wykonanych badań sformułowano następujące wnioski końcowe:

– Poprzez niską temperaturę łączenia materiałów metoda ta znajduje dobre zastosowanie w łączeniu materiałów ocynkowanych. W związku z tym, w produkcji detali z blachy ocynkowanej istnieje możliwość wykluczenia operacji malarskich.

– Łącząc materiały wykonane z blachy ocynkowanej nie narusza się powłoka galwaniczna, co powoduje że w miejscu

łączenia nie ma konieczności wykonywania powtórnych procesów galwanicznych.

– Po wykonaniu procesy łączenia próbek nie zauważono odkształceń cieplnych wpływających negatywnie na osiowość otrzymanych próbek do dalszych badań.

– Wadą tej metody jest zastosowanie argonu jako gazu ochronnego oraz drutu stopowego, które to składniki są droższe niż tradycyjne materiały spawalnicze.

– Znaczący wpływ wad na wytrzymałość połączeń lutospawanych oraz brak możliwości oceny ich jakości wewnątrz rur skłania do przeprowadzenia badań radiologicznych klasyfikujących wady tych połączeń.

– Wykonane badania wytrzymałościowe kwalifikują metodę lutospawania do łączenia rur cienkościennych ulegających obciążeniom rozciągającym lub skręcającym.

– Ze względów estetycznych występuje możliwość obróbienia spoiny me-

chanicznie bez wpływu na jej wytrzymałość.

Literatura

1. Gawłowski M. Inżynieria spawalnicza – Lutospawanie, Forum Inżynierów Polskich.
2. Lonkwick P., Usyduś I. „Badania złączy lutospawanych w aspekcie ich wytrzymałości”, Obróbka Metalu 1, p. 41-44, 2015.
3. Lonkwick P., Usyduś I. „Lutospawanie – alternatywa w łączeniu materiałów”, Obróbka Metalu 3, p. 45-48, 2014.
4. Seidel T. Techniki łączenia stosowane w nowoczesnych samochodach, e-autonaprawa 2014.

Podziękowania

Specjalne podziękowania dla firmy NOVA TRADING z Torunia i firmy Rywał z Lublina za wsparcie finansowe, dzięki którym można było przeprowadzić badania oraz próby przedstawione w opracowaniu. ■

reklama



staleo.pl
portal branży metalowej

SIŁA INTERNETU



obróbka metalu
kwartalnik techniczny

Fachowe i rzetelne źródło informacji

ZAMÓW PRENUMERATĘ
www.e-obrobkametalu.pl/pl/prenumerata