

# Klinové zváranie rúrok

Ján Moravec, doc. Ing., PhD.\*

Katedra technologického inžinierstva, Strojnícka fakulta,  
Žilinská univerzita v Žiline,  
Univerzitná 1, 010 26 Žilina.

E-mail: jan.moravec@fstroj.uniza.sk, Tel.: +421 41 513 2764

## Wedge welding of pipes

**Abstract:** The article points out the possibilities offered by wedge welding, that is, one that does not require classic additional material and the creation of a welded joint. two significant methods of joining pipes are pointed out and the advantages of this neglected method of joining different materials of different chemical composition are also mentioned.

**Keywords:** joining, wedge welding, preheating.

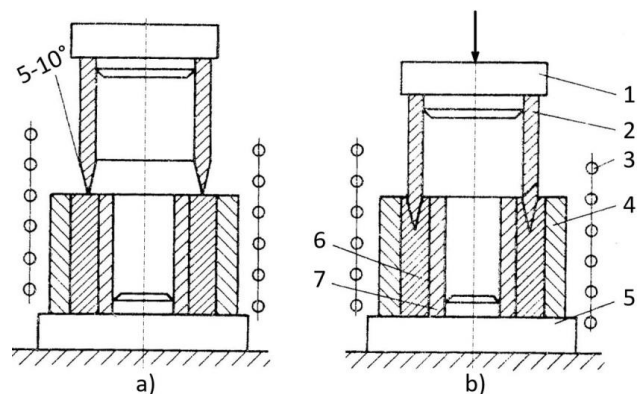
## ÚVOD

Spoje rozvodov potrubí na vodu alebo na kúrenie sa dajú realizovať rôznymi technológiami. Na spájanom potrubí možno vytvoriť lisovaný, spájkovaný, závitový, zváraný plastový, lepený plastový alebo samo svorný spoj. Pri použití ktorejkoľvek technológie však spoje musia byť vodotesné a musia mať požadovanú pevnosť [1, 3, 4-11]. Pretože problematika spájania potrubí je veľmi široká, tento článok sa bude venovať iba jednej technológii - spájaniu potrubí lisovaním. Táto technológia sa začala používať začiatkom 60. rokov minulého storočia pri kovových materiáloch. Dnes sa aplikuje aj pri spájaní plastových častí potrubí. Lisovaný spoj vzniká plastickou deformáciou lisovacej tvarovky a spájanej rúrky pomocou lisovacieho zariadenia. Toto zariadenie je vybavené špeciálnymi lisovacími slučkami alebo lisovacími čeľuštami - podľa toho, aká rúrka a s akým priemerom sa spracováva. Lisovaný spoj musí mať správnu geometriu, ktorá sa zabezpečí použitím vhodného lisovacieho náradia a pomôcok.

## 1 KLINOVÉ ZVÁRANIE RÚROK

Klinové, alebo aj klinovo-tlakové zváranie rúrok z rozličných materiálov, predstavuje jednu z najrozličnejších spôsobov zvárania (zváranie v tuhom stave) používané na spojenie kužeľovitého konca rúrky z dostatočne tvrdého materiálu s hladkým koncom hrubostennej rúrky z dostatočne plastického kovu. Najrozšírenejšou oblasťou takéhoto spôsobu spájania teda klinové zváranie je spájanie rúrok z hliníka a medi s rúrkami z koróziu vzdornej austenitickej ocele a titánu [2]. Klinové zváranie rúrok na báze hliníkovej zliatiny a ocele je možné robiť pri izbovej teplote, ale vhodnejšie je a najmä z hľadiska kvality výhodnejšie, ak sa pri procese

vtlačania ocele do hliníkovej rúrky aplikuje predohrev oboch spájaných častí. Pri spájaní rúrok z ocele a hliníkovej zliatiny, bolo zistené, že ako optimálny predohrev kovu je, pri teplote okolo 400 °C. Týmto sa dosiahne stabilita spoja a kvalitný výrobok, čiže spojenie oboch rúrok. Ochladzovanie sa robí na vzduchu, čím sa dosiahnu lepšie výsledky ak sa predohrev urobí v argónovej atmosfére. Na obr. 1 je schematicky znázornené spojenie rúrok klinovým zvarom dvoch rúrok z odlišných materiálov.

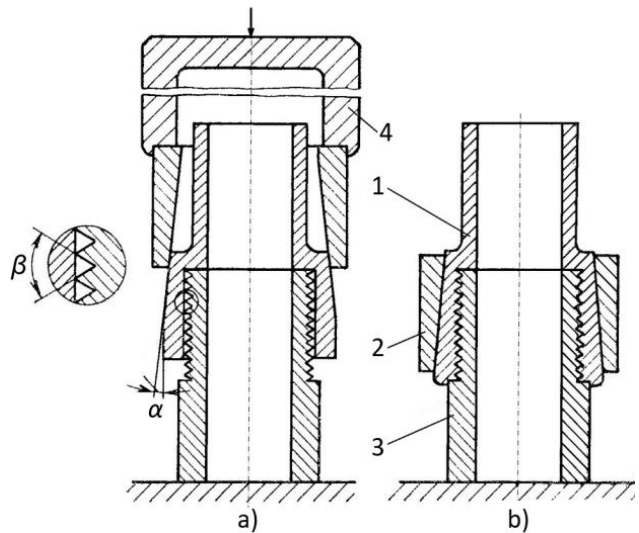


**Obr. 1.** Schéma klinového zvárania rozličných materiálov Al - oceľ: a - pred zváraním, b - pozváraní (1 - opora, 2 - oceľová rúrka, 3 - zdroj ohrevu, 4 - vonkajší tŕň, 5 - dolná opora, 6 - polovýrobok z ocelevej rúry, 7 - vnútorný tŕň)

Klinové zváranie dovoľuje zvätať rúrkové priechodky hliník-ocel aj Al-Ti skutočne ľubovoľných rozmerov. Podľa použitia priechodiek s malými rozmermi sa aplikuje zalisovanie plného oceleového kužeľa do konca rúrky z Al a s použitím zváraného kusa sa vysústruží rúrková priechodka s malými rozmermi. Pri klinovom zváraní materiálov Al-Mg zliatin s oceľou takisto ako aj pri zváraní týchto kovov trením zvárané diely majú nízke mechanické charakteristiky. Podľa použitia v týchto prípadoch kvalitatívne odlišných dielov sa používajú podložky

z čistého hliníka, ktorý sa spája na koniec *Al-Mg* dielu. V procese vtláčania oceleového kužela materiál priechodky do dielu z *Al-Mg* materiálu na celú rúrku sa vtláča kužeľ čo umožňuje podložka z čistého hliníka, teda napr. sa dá spojiť s oceľou. Pri použití podložky z čistého hliníka a dajú sa zvärať materiály z *Al-Mg* zliatiny. Takéto zvarence sa v ničom neodlišujú svojimi pevnostnými charakteristikami od klasických zvarencov z ocele s *Al-Mg* zliatinami. Lepšia kvalita zváraných dielov pri optimálnych režimoch klinového zvárania prislúchajúcich tomuto spôsobu sa dosiahne pri použití vysokých stupňov deformácie, kedy sa mäkkší kov v zóne zvárania vtláča v kužeľovitej časti tvrdšieho kovu. Kvalita zváraného spoja v základnom vyhotovení sa dosahuje v tomto prípade použitím kužeľovitého dielu z antikorozynej ocele. Pre dosiahnutie optimálneho spoja sa časť z tvrdšieho materiálu (ocel) v kužeľovitej časti osústruží na uhol  $15^\circ$  až  $20^\circ$ . Dobré výsledky sa dosahujú pri aplikácii argónu, ktorý zabraňuje oksydochovaniu spájaných dielov v procese ich ohrevu na teplotu procesu  $400^\circ\text{C}$ . Zvyčajne sa pri tomto používajú špeciálne zariadenia a odporová pec. Odporový ohrev s kontrolovateľnou atmosférou, ktorá sa dá nastaviť a použije sa hydraulický lis so silou do 100 kN. Klinové zváranie sa dá teda urobiť pri spájaní rúr z rozličných materiálov. Dá sa to urobiť podľa difúzneho zvárania, ktoré zodpovedá všetkým potrebným otázkam a podmienkam procesu klinového zvárania [12]. V tomto prípade sa pre doohrev a ohrev robí v podmienkach ochrannej atmosféry vo vákuu podľa toho, aké je zaťaženie pri zváraní a predovšetkým sa používa hydraulický valec. Zváranie rôznych materiálov prispieva pri tomto spôsobe k tomu, že sa dosahujú vysoké mechanické a korózií vzdorné vlastnosti. Pri všetkých deštruktívnych mechanických skúškach sa ukazuje, že menej odolný je mäkkší zo spájaných materiálov, čo je logické. Zvárané diely sa vyznačujú dobrou plasticitou. Napríklad pri skúškach s ohybom vydržali diely ohyb rovnajúci sa  $180^\circ$ . Zvárané diely z materiálu hliník-ocel vydržia tepelné zmeny v rozsahu od tekutého kovu po ohrev  $300^\circ$ . Pred pár desaťročiami rokov bol rozpracovaný nový spôsob zvárania za studena rúrok z hliníkových zliatin s rúrkami z ocele, titánu, ktoré boli analogické práve klinovému zváraníu. Na základe týchto technológií bol položený princíp tohto spôsobu zvárania. Proces zvárania rúr týmto spôsobom je aplikovaný s výsledkami vtláčania spájanej časti hliníkovej rúry. Na obr. 2 je zobrazená principiálna schéma spájania zostavy hliník-ocel a hotová priechodka po zváraní. V procese lisovania kužeľovitej časti s ryhami v hliníkovej časti sa plasticke deformujú výstupky zobrazené v detaile na obr. 2.

Kvalitný zváraný spoj sa dosahuje pri výstupkoch s uhlami v rozmedzí  $30^\circ$  až  $60^\circ$  a kužeľom  $3^\circ$  až  $5^\circ$ .



**Obr. 2.** Schéma výroba hliníkového rúrkového adaptéra pomocou viacprvkového klinového zvárania: pred zváraním, b - po zváraní (1 - súčasť z Al, 2 - kužeľovitá objímka, 3 - súčasť z ocele, 4 - vrchná objímka,  $\alpha$  - uhol kužela,  $\beta$  - uhol v prstencovej časti prstencového klinu

Spojenie rúrok je vysoko kvalitné, vzduchovo nepriepustné, dosahujú sa vysoké mechanické vlastnosti pri nízkych aj vysokých teplotách. Na uvedené problémy existuje veľký rad odborných publikácií najmä v ruskej technickej literatúre, kde sú uvedené aj podrobné výpočty spojov vyrobených takouto technológiou. Okrem požiadaviek na pevnosť, tesnosť, tepelnú stálosť, elektrický kontakt vo veľkej ploche, správnu funkciu spoje v rôznom prostredí spod. Často býva v praxi kladený dôraz na dodržanie presných rozmerov východiskových dielov zváranej zostavy [9-11].

## ZÁVER

V predložnom príspevku sa pozornosť venovala problematike klinového zvárania a boli načrtnuté jeho prednosti a uvedené spôsoby. V súčasnosti by bolo vhodné, po zvážení analýze význačných faktov prehodnotiť uvedený spôsob a takisto ho podrobiť analýze najmä pokiaľ ide o environmentálne vplyvy.

## LITERATÚRA

- [1] BILÍK, J. - NECPAL, M. - SOBOTA, R. (2023): *Výroba bezšvových rúr*. STU MtF Trnava, ISBN 978-80-227-5308-1.
- [2] KISELEV, S. V. - SHEVELEV, G. N. - ROŠIN, V. V. - ZELENTSOV, G. I. - KHARAKOV, V. A. (1988): *Соединение труб из разнородных металлов*, Издательство Машиностроение Москва
- [3] HRIVŇÁK, A. - EVIN, E. - SPIŠÁK, E. (1985): *Technológia plošného tvárnenia*. Bratislava.
- [4] MORAVEC, J. (2015): *Teória tvárnenia kovov*. EDIS vyd. UNIZA, Žilina, ISBN 978-80-554-1095-1.

- [5] MORAVEC, J. - BOHUŠOVÁ, Z. (2012): *Technológia tvárnenia*. EDIS vyd. UNIZA, Žilina, ISBN 978-80-554-0200-0.
- [6] KOLLEROVÁ, M. - ŽIDEK, M. - POČTA, B. - DĚDEK, V. (1991): *Valcovanie*. Bratislava Alfa, ISBN 80-05-00729-9.
- [7] BAČA, J. - BÍLIK, J. - TITTEL, V. (2010): *Technológia tvárnenia*. Bratislava, STU ISBN 978-80-227-3242-0.
- [8] POČTA, B. (1968): *Ocelové trubky, Bezešvé trubky, I. díl*. SNTL Praha.
- [9] ČABELKA, J. (1977): *Zvariteľnosť kovov a zliatin, vybrané state*. VEDAS SAV Bratislava.
- [10] SÉFÉRIAN, D. (1962): *Nauka o kovech ve svařování ocelí*. SNTL Praha.
- [11] KUNCIPÁL, J. - PILOUS, V. - DUNOVSKÝ, J. (1984): *Nové technologie ve svařování*. SNTL Praha.
- [12] KAZAKOV, N. F. (1986): *Диффузионная сварка материалов*. Издательство Машиностроение Москва.