

ISKUSTVA U PRIMJENI KERAMIČKIH PODLOGA ZA ZAVARIVANJE

EXPERIENCES IN THE APPLICATION OF CERAMIC BACKING FOR WELDING

Miljenko GOBIN¹

Ključne riječi: brodogradnja, keramička podloga, jednostrano zavarivanje

Key words: shipbuilding, ceramic backing, one-side welding

Sažetak: U radu su iznijeta iskustva u primjeni keramičkih podloga za zavarivanje u brodogradnji. Primjena keramičkih podloga za zavarivanje omogućila je smanjenje ukupnih troškova zavarivanja određenog zavarenog spoja. Većina svjetskih proizvođača keramičkih podloga za zavarivanje nudi širok assortiman keramičkih podloga za zavarivanje, podjednake kvalitete i s relativno dostupnim cijenama. Izbor jednostranog zavarivanja, umjesto dvostranog, specifičan je za svaku tvrtku koja proizvodi zavarene konstrukcije. Iz tog razloga, primjena keramičkih podloga za zavarivanje, zbog dokazanih prednosti, ovisi isključivo o pojedinoj tvrtki i njenom proizvodnom programu.

Abstract: The work describes the experiences in the application of ceramic backing for welding in the shipbuilding industry. The application of ceramic backing for welding has enabled the decrease of total expenses of welding of a specific welded joint. The majority of world producers of ceramic backing for welding offer a wide range of ceramic backing for welding, having more or less the same quality and accessible prices. The choice of one-side welding, instead of two- side welding, is very specific for each company that manufactures welded constructions. For that reason the application of ceramic backing for welding, due to proven advantages, depends exclusively on the specific company and its production program.

¹ ULJANIK Brodogradilište d.d., Flaciusova 1, 52100 Pula, Hrvatska, tel. 385 52 374-118, fax. 385 52 374-451, e-mail: miljenko.gobin@uljanik.hr

1. UVOD

Zavarivanje sučeljenih spojeva s pripremom u pravilu se izvodi dvostrano: zavarivanje spoja sa strane lica zavara, žlijebanje korijenskog zavara s druge strane, brušenje i zavarivanje. Upotreba podloga za zavarivanje omogućuje uspješno zavarivanje zavarenog spoja bez primjene operacija žlijebanja, brušenja i naknadnog zavarivanja s korijenske strane spoja. Time se direktno utječe na produktivnost, kvalitetu i ukupne troškove zavarivanja zavarenog spoja odnosno zavarene konstrukcije:

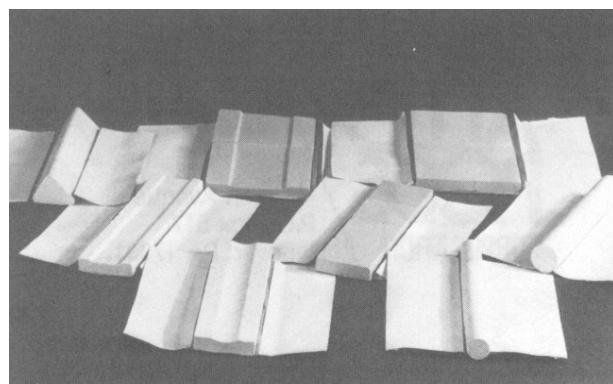
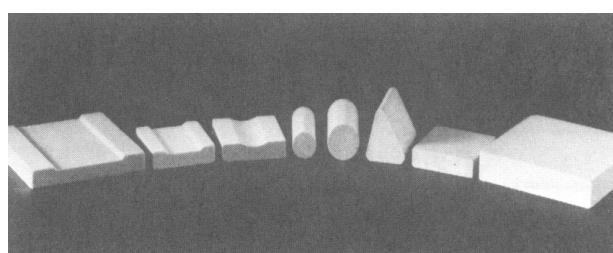
- smanjenje ukupnog vremena izrade zavarenog spoja
- eliminiranje žlijebanja, brušenja, naknadnog zavarivanja
- eliminiranje zavarivanja u nadglavnom položaju
- povećanje kvalitete zavarenih spojeva
- smanjenje troškova zavarivanja, a time i ukupnih troškova izrade proizvoda
- eliminiranje zavarivanja u skučenim prostorima
- humanije izvođenje zavarivanja

2. KERAMIČKE PODLOGE ZA ZAVARIVANJE

2.1. Oblici keramičkih podloga

Slika 1. prikazuje osnovne oblike keramičkih podloga za zavarivanje:

- ravna s utorom
- okrugla
- trokutasta
- ravna bez utora



Slika 1. Oblici keramičkih podloga za zavarivanje

2.2. Način pričvršćenja

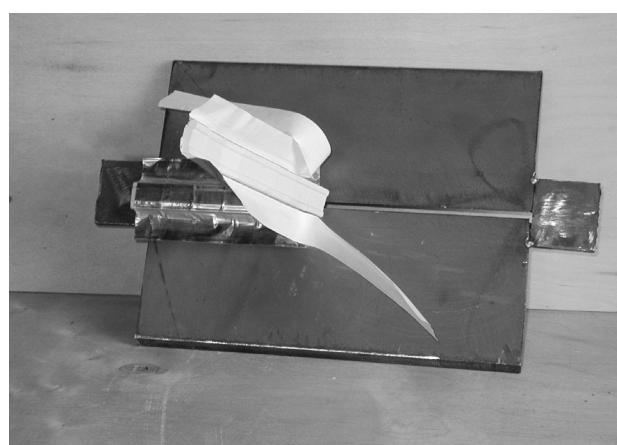
Različiti su načini pričvršćenja keramičkih podloga:

- lijepljenjem pomoću Al-folije
- magnetnim napravama
- drvenim klinovima

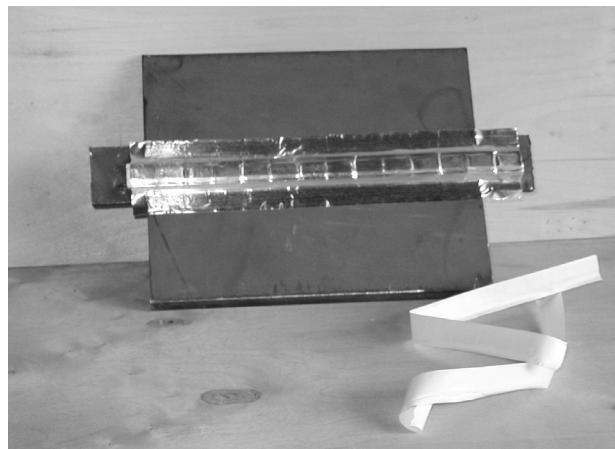
U brodogradnji se uglavnom primjenjuju keramičke podloge s AL-folijom. Kako bi se osiguralo kvalitetno prijanjanje keramike za čelični lim rubovi spoja moraju biti čisti kako nečistoća nebi utjecala na kvalitetu lijepljenog spoja. Nadalje, karakteristike ljepila moraju biti takve da osigura dovoljno čvrst spoj i tijekom zavarivanja, odnosno zagrijavanja lima.



Slika 2. Keramička podloga za zavarivanje Al-folijom



Slika 3. Postavljanje podloge



Slika 4. Zalijepljena keramička podloga

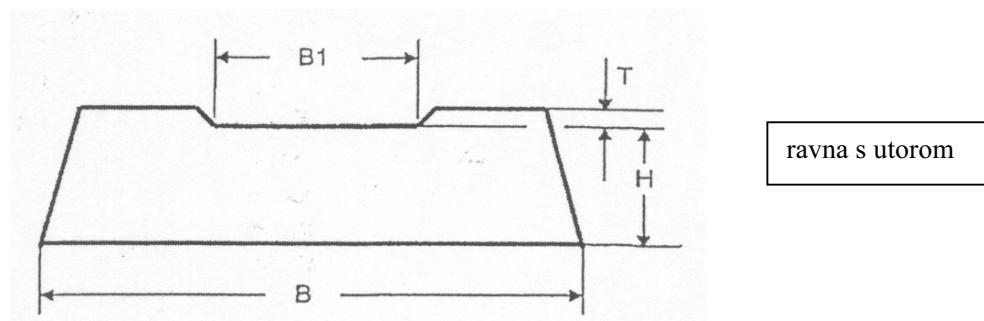
2.3. Karakteristike keramičkih podloga

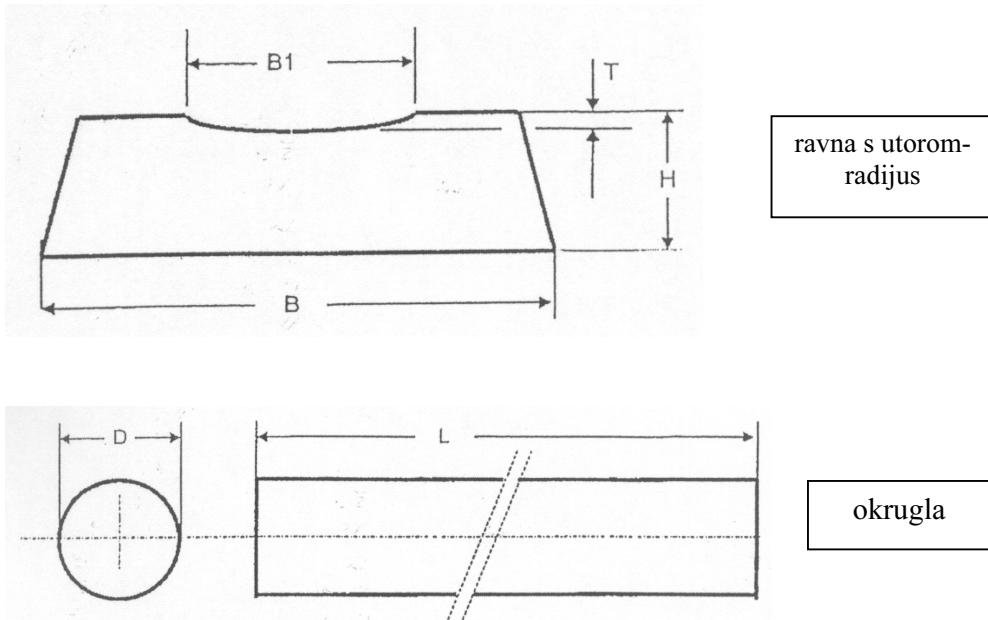
Keramičke podlove za zavarivanje karakteriziraju:

- oblik i dimenzije
- otpornost na rastaljeni materijal zavara
- otpornost na upijanje vlage
- temperaturna postojanost ljepila Al-folije
- fleksibilnost
- cijena

Otpornost na rastaljeni metal zavara direktno utječe na oblik, visinu i širinu korijenskog zavara. Što je materijal keramike tvrdi to je i otpornost na rastaljeni metal zavara veća a time je i korijenski zavar pliči i uži. Otpornost na upijanje vlage vrlo je važna osobina materijala keramičke podlove pogotovo kod zavarivanja dugih spojeva u brodogradnji. Svojstvo fleksibilnosti omogućuje upotrebu i za zavarivanje zakrivljenih zavarenih spojeva. U pravilu, keramičke podlove s AL-folijom, isporučuju se u dužini od 600 mm.

Cijena 1m keramičke podlove za zavarivanje najbitniji je faktor kod odabira vrste i oblika podlove. Činjenica je da je podloga za jednokratnu upotrebu. Iz tog razloga poželjno je, prije nabavke veće količine podlove određenog tipa, provesti planirana ispitivanja u školi i pogonu.





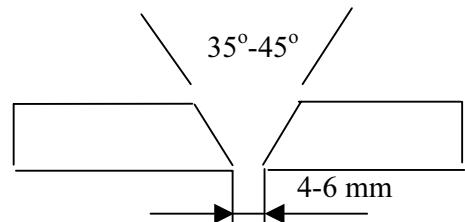
Slika 5. Najčešći oblici i karakteristične dimenzije

3. PRIMJENA U BRODOGRADNJI

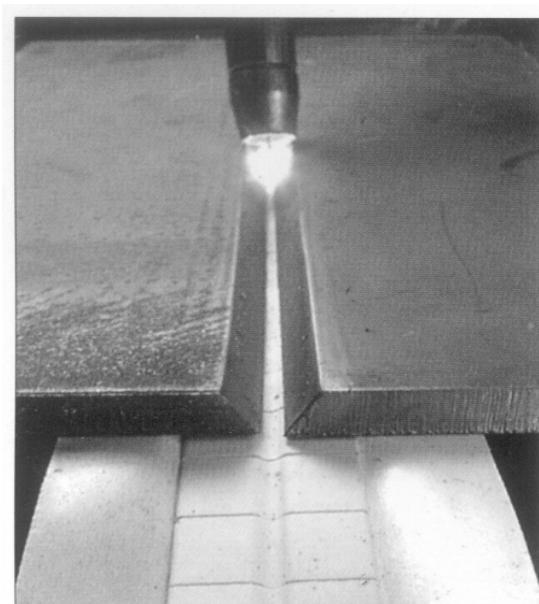
3.1. Postupak zavarivanja

Iako je moguća primjena REL (111), MAG (135), MIG (131) i EPP (121) postupka zavarivanja, u brodogradnji se najviše korist FCAW (136) postupak zavarivanja uz primjenu praškom punjene žice u zaštiti plina CO₂. Postupak se primjenjuje za zavarivanje spojeva u vodoravnom (PA), zidnom (PC) i vertikalnom (PF) položaju zavarivanja na brodograđevnim čelicima. Jasno je da je moguća i kombinacija postupaka zavarivanja (FCAW + EPP, FCAW + REL) što ovisi o vrsti zavarenog spoja, debljini osnovnog materijala i položaja zavarivanja.

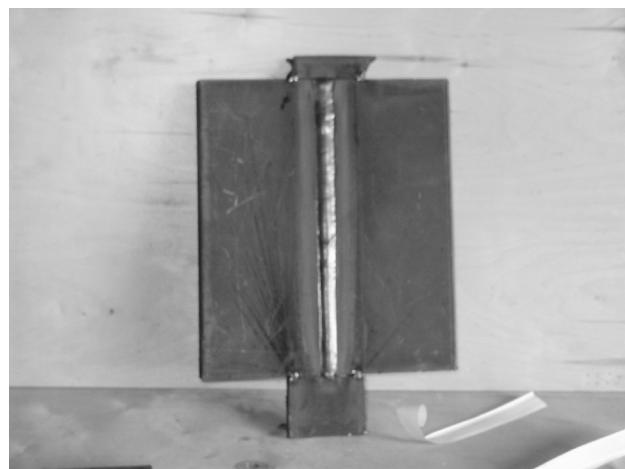
Prije upotrebe potrebno je provesti atestaciju postupka zavarivanja i tek nakon uspješno provedenih ispitivanja svojstava zavarenog spoja prisupiti obuci zavarivača. U ULJANIK Brodogradilištu se provodi obuka-školovanje novih zavarivača koja obuhvaća i zavarivanje uz primjenu keramičke podloge za zavarivanje. Praktički svi zavarivači koji su kvalificirani za zavarivanje FCAW-postupkom zavarivanja kvalificirani su i za zavarivanje uz primjenu keramičke podloge za zavarivanje. Zavarivači kooperanti obvezno se podvrgavaju provjeri, prije zapošljavanja u pogonima brodogradilišta, koja uključuje i primjenu keramičke podloge za zavarivanje. Kod obuke najbitnije je savladati tehniku vođenja el. luka i izvođenje nastavka u korijenu zavara.



Slika 7. Priprema sučeljenog V-spoja



Slika 8. Zavarivanje na keramičkoj podlozi



Slika 9. Korijen zavara

3.2. Primjena

Jednostrani postupak zavarivanja uz primjenu keramičke podloge za zavarivanje primjenjuje se praktično u svim fazama izrade brodskog trupa i pripadajuće opreme:

- zavarivanje elemenata Male predmontaže
- zavarivanje spojeva u sekcijama u Predmontaži
- zavarivanje sekcijskih spojeva kod ukrupnjavanja sekcija
- zavarivanje montažnih spojeva sekcija na navozu
- zavarivanje spojeva opreme broda
- zavarivanje limova
- zavarivanje profila

U biti, jednostrani postupak zavarivanja primjenjuje se gdje god je to moguće. Osim za zavarivanje, keramičke podloge ravne bez utora, uspješno se primjenjuju i za navarivanje.

4. ZAKLJUČAK

Zastupljenost u primjeni jednostranog postupka zavarivanja uz primjenu keramičkih podloga za zavarivanje u stalnom je porastu. Godišnje se utroši više od 100 km različitih oblika keramičkih podloga za zavarivanje. Kvaliteta u izradi keramičkih podloga za zavarivanje također je u uzlaznoj putanji obzirom na svekoliku konkureniju svjetskih proizvođača.

Troškovi procesa zavarivanja u gradnji broda predstavljaju bitnu stavku. Na njihovu veličinu može se utjecati između ostalog i optimalnim izborom postupka zavarivanja. Jednostrani postupak zavarivanja uz primjenu keramičkih podloga za zavarivanje je ispravan izbor s ciljem smanjenja troškova zavarivanja.