

PRIMJENA METALOCK POSTUPKA U SPAJANJU MATERIJALA

APPLICATION OF METALOCK PROCEDURE IN THE JOINING OF MATERIALS

Marko Horvat, Ivan Samardžić, Veljko Kondić

Ključne riječi: Metalock postupak, hladni popravak

Keywords: Metalock procedure, cold repair

Sažetak

Metalock postupak je inženjerski postupak hladnog popravka većih, najčešće ljevačkih pozicija. Uz različita tehnička rješenja, ovim postupkom uspješno se repariraju lomovi, pukotine i druge pogreške nastale u samom tehnološkom procesu izrade proizvoda ili pogreške nastale tijekom eksploatacije. U radu su prezentirane teorijske osnove Metalock postupka kao i praktični primjeri primjene istog.

Abstract

Metalock procedure is an engineering process of cold repair of larger casting positions. Besides the different technical solutions, this method can be used to successfully repair cracks, crevices and other defects occurred during the technological process of producing a product or defects occurred during exploitation. This paper presents the theoretical basis of the Metalock procedure, as well as the practical examples of its application.

1. UVOD

Metalock postupak spajanja izvorno se javlja početkom prošlog stoljeća u SAD-u. Potreba za njegovim razvojem bila je potaknuta razvojem naftne industrije u Teksasu u tridesetim godinama 20. stoljeća, gdje je do izražaja dolazila potreba za mogućnošću reparacije velikih pozicija, najčešće ljevačkih, i to u hladnom stanju, pošto je radno okruženje bilo eksplozivno, a samim time je i proces reparaturnog zavarivanja bio teško izvediv. Uz to, potreba za reparacijom bila je najčešće na vrlo velikim pozicijama, čija bi demontaža te ponovna montaža izazvala velike direktne i indirektne troškove u procesu proizvodnje, dok je istovremeno zamjena oštećenih pozicija sa novim bila također ekonomski neprihvatljiva iz razloga što se radilo o složenim i masivnim ljevačkim dijelovima. Također, tražio se inženjerski postupak za čije izvođenje nebi postojala potreba za predradnjama ili eventualnim naknadnim radnjama kao što je bio slučaj sa zavarivanjem (predgrijavanje, toplinske obrade, eliminacija nastalih deformacija itd.). Daljnji važan korak u razvoju Metalock postupka dogodio za vrijeme Drugog svjetskog rata potaknut od strane američke vojske nakon čega je ova tehnika hladnog spajanja dobila značajniju primjenu u teškoj industriji, a posebno u brodogradnji.



Slika 1. Primjer reparacije lijevanog kućišta Metalock postupkom[7]

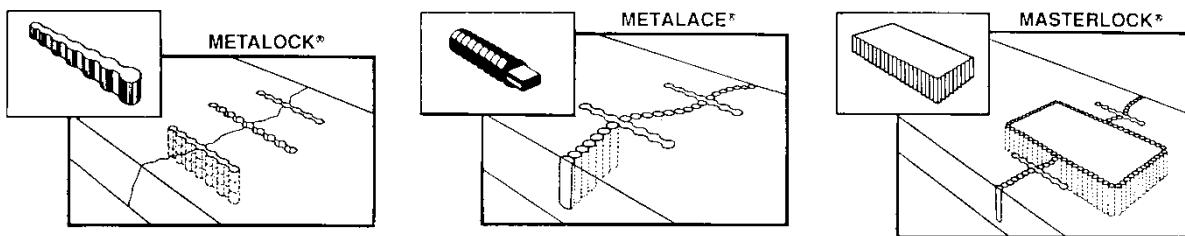
Razvoj Metalock postupka spajanja potaknut je od strane L. B. Scotta, koji ga je i 1937. godine patentirao, a njegova veća primjena omogućena je prodajom prava na patent i franšize u čemu su se posebno istakli F. Lewis i E. Reynolds. Nakon isteka prava na patent, sedam međunarodnih tvrtki organiziralo je osnivanje međunarodne Metalock udruge u pedesetim godinama prošlog stoljeća. Ta je udruga danas izrasla u jedinstvenu organizaciju koja djeluje u preko 80 zemalja širom svijeta. Konferencije udruge održavaju se jednom godišnje. Cilj im je upoznavanje sa novim inženjerskim problemima, međusobna razmjena iskustava, a sve u svrhu pružanja kvalitetnije usluge reparacije i ostalih mogućnosti koje daje ovaj postupak.[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

2. METALOCK POSTUPAK SPAJANJA

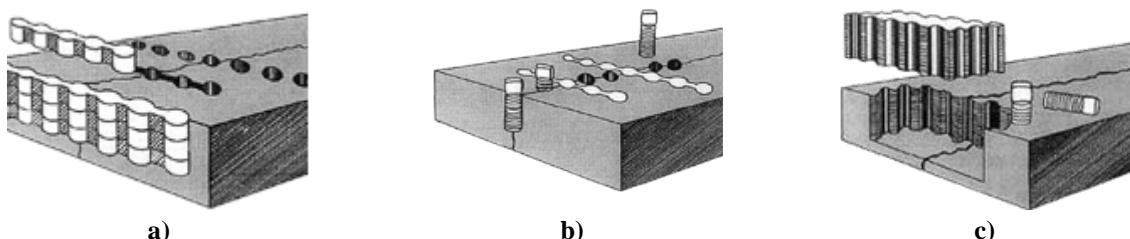
Metalock postupak je postupak spajanja najčešće ljevačkih pozicija izrađenih iz nezavarljivih ili teško zavarljivih materijala. Osnovni princip ove tehnike spajanja temelji se na ograničavanju, tj., zaustavljanju širenja pukotina na lijevanim dijelovima te reparacija (popravak) istih. Zbog niza prednosti, ovaj postupak je pronašao vrlo široku primjenu, npr.:

offshore industrija
kemijska i procesna industrija
vojna industrija
željeznice
energetska postrojenja
naftna postrojenja
brodogradnja
strojarstvo
ostale grane proizvodnje i industrije sa većim postrojenima (lijevanim pozicijama)

Širenje nastalih pukotina u dijelovima, kao i sanacija samih lomova, izvodi se pomoću tzv. Metalock ključeva (slika 2) nakon čije ugradnje oni postaju nosioci tlačnih i vlačnih naprezanja. Istovremeno, duž nastalih pukotina postavljaju je specijalni vijci (tzv. Metalace vijci, slika 2). Urvrštanjem vijaka duž pukotina, tj., njihovim pravilnim preklapanje dolazi do tzv. "zatvaranja" nastalih pukotina, čime oni ujedno postaju nosioci smičnih naprezanja, a zajedno sa Metalock ključevima konstrukciji vraćaju krutost. Metalace vijci također osiguravaju i nepropusnost spoja. Osim klasičnog Metalock postupka spajanja sa Metalock ključevima i Metalace vijcima postoji mogućnost i kombinacije sa Masterlock tehnikom. Masterlock ključevi su tzv. ploče (slika 2), različitih oblika, dimenzija pa čak i materijala, koje se upotrebljavaju u uvjetima visoke koncentracije naprezanja ili preopterećenja. Princip izvođenja popravaka vrlo je sličan tehnici sa Metalock ključevima i Metalace vijcima, a izvodi se pomoću vijaka gdje polovica poprečnog presjeka vijka zahvaća osnovni dio, a druga polovica Masterlock ploču. Veličina i vrsta Masterlock ploče bira se prema zahtjevima popravka. Ova se tehnika najčešće upotrebljava kod odljevaka veće debljine, a svrha postupka je povećana čvrstoća spoja na mjestima najvećeg opterećenja, uz istovremeno rasterećivanje područja najveće koncentracije naprezanja.



Slika 2. Shematski prikaz Metalock elemenata: a) Metalock ključ; b) Metalace vijci; c) Masterlock ploče[5]



*Slika 3. Shematski prikaz primjene Metalock elemenata: a) Metalock ključ; b) Metalace vijci;
c) Masterlock ploče[4]*

Najčešći materijali koji se upotrebljavaju u izvođenju postupka (materijali Metalock ključeva) su legure na bazi nikla. Prednost ovih materijala je velika duktilnost u neobrađenom stanju uz istovremeno dovoljnu i zadovoljavajuću čvrstoću za ostvarivanje spoja, tj. vraćanje krutosti radnom dijelu. Također, kod ovih materijala, dolaze do izražaja i svojstva niske vrijednosti očvrsnoga hladnog oblikovanja te vrlo nizak koeficijent toplinskog rastezanja koji je vrlo sličan toplinskom koeficijentu rastezanja lijevanih željeznih materijala, tj., upravo onih materijala čije se reparacije najčešće izvode ovim postupkom. Uz navedena mehanička svojstva materijala te moguća svojstva koja nastaju mehaničkom obradom, vrlo je važno i svojstvo vrlo dobre korozijske postojanosti što posebno dolazi do izražaja u eksploraciji repariranih dijelova.



a)



b)

Slika 4. Primjer popravka bloka motora s unutarnjim izgaranjem: a) detekcija mesta pukotine, dodatno ispitivanje bloka motora nerazornim metodama u svrhu otkrivanja pukotina; b) mjesto loma bloka motora nakon reparacije[5]

Uvođenje, razvoj i primjena Metalock procesa spajanja temelji se na slijedećim osnovnim prednostima postupka:

reparacija se može izvoditi, i najčešće se izvodi, na licu mesta što značajno smanjuje vrijeme reparacije te troškove izazvane demontažom i ponovnom montažom pozicija koje se repariraju
zadržavanje izvornog oblika površine dijela koji se reparira
prigušenje i apsorpcija tlačnih i vlačnih naprezanja u poziciji (odljevku) nakon reparacije
izbjegavanje koncentracije naprezanja saniranog mesta uz omogućavanje ravnomjerne distribucije vanjskih narinutih opterećenja

smanjenje unutarnjih naprezanja na minimum, u slučajevima gdje su ta opterećenja bila glavni ili djelomični uzrok pojave pukotina i lomova
nizak koeficijent linearnog i toplinskog rastezanja saniranog mesta

cijela reparacija se odvija u hladnom stanju (ispod temperature faznih promjena materijala) što sprečava mogućnost nastanka deformacija, ali i mogućih unutarnjih napetosti uzrokovanih vanjskim unosom topline kao što je to slučaj kod nekih drugih tehnika reparacije
rad u hladnom stanju omogućuje izvođenje reparacija u eksplozivnim i sličnim okruženjima
mogućnost reparacije širokog spektra materijala (gotovo svi metalni materijali)
jednostavna obrada saniranog mjesta
prije izvođenja obrade ne postoje zahtjevi za nikakvim toplinskim obradama
korozijska postojanost saniranog mjesta
kemijska postojanost saniranog mjesta[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

3. POSTUPAK IZVOĐENJA METALOCK PROCESA

Izvođenje Metalock postupka je relativno jednostavno te ne zahtjeva složene alate i naprave. Ipak, sama točnost izvođenja Metalock postupka oslanja se na iskustvo i znanje operatera. Najjednostavnije je proces opisati u slijedećim koracima (slika 5):

Detekcija mjesta pukotine ili loma, pozicioniranje i stezanje adekvatnim steznim alatima i napravama

Bušenje slijepih provrta (dubina provrta ide max do 90% debljine stjenke dijela koji se reparira) pomoću šablone za bušenje koja odgovara odabranom Metalock ključu. Smjer postavljanja šablone, tj. raspored provrta okomit je u odnosu na položaj pukotine, isto kao i os provrta u odnosu na pukotinu. Prvi provrt buši se u samoj pukotini, nakon koje se postavlja šablon za bušenje. Međusobni razmaci ključeva kreću se najčešće između 15 i 30mm, a odabir se prema preporuci proizvođača ili proračunom. Osni razmaci provrta jedne šablone (tj. oblik ključa) ovise o veličini ključa, a najčešći broj provrta u jednom ključu je 5 ili 7, iznimno 9 i 11.

Metalock ključ bira se prema veličini i poziciji pukotine te debljini stjenke dijela koji se reparira.

Uklanjanje ostataka materijala između provrta. Ova radnja vrši se pneumatskim čekićem, a dimenzije alata (sjekača) odgovaraju dimenzijama odabranog Metalock ključa.

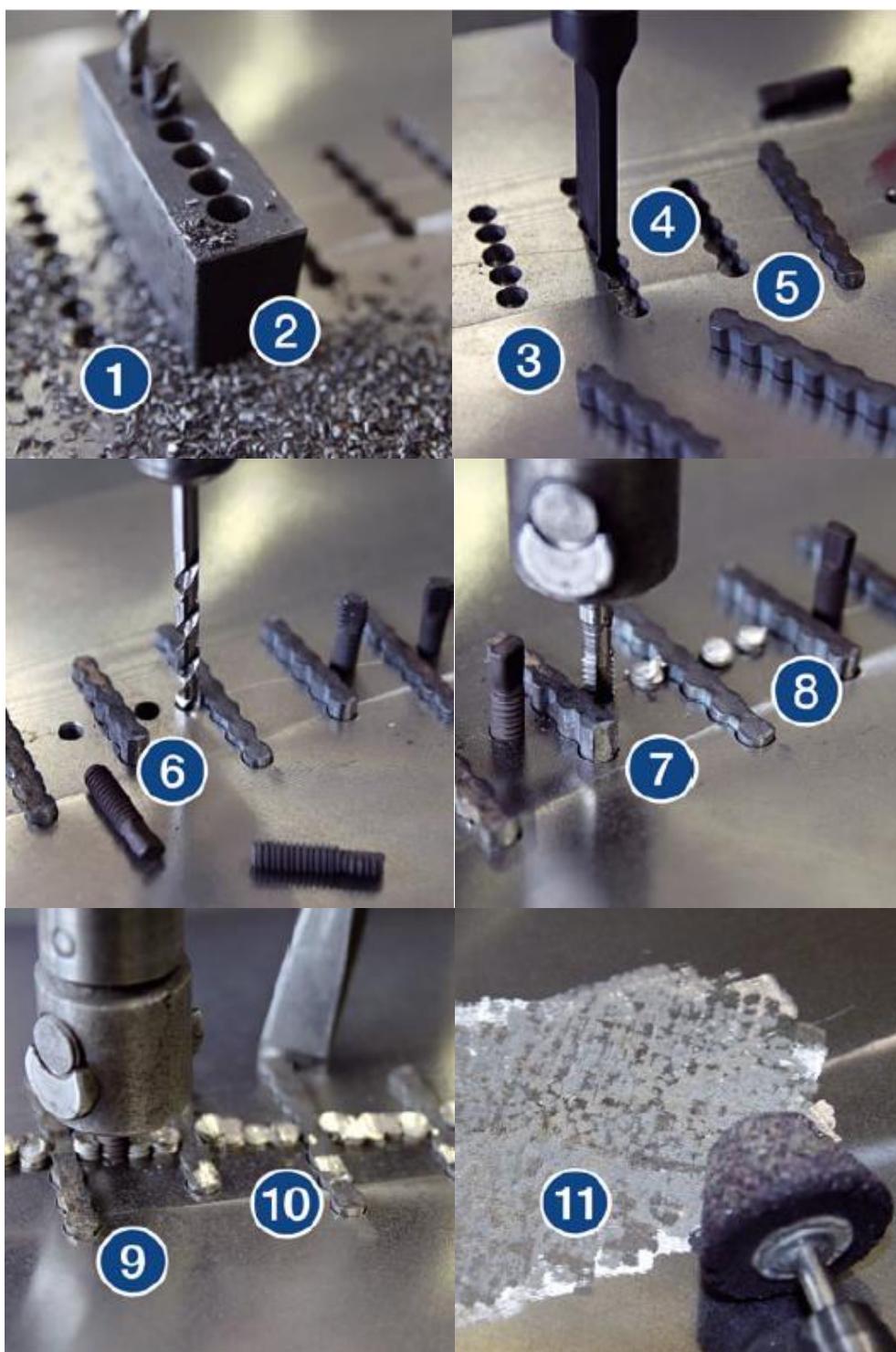
Umetanje ključeva u prethodno izrađene provrte. Ključevi se slažu po slojevima u zavisnosti o debljini materijala (dubini slijepog provrta). Nakon umetanja ključeva vrši se "raskivanje" istog (pneumatskim alatom) što omogućava potpuno popunjavanje šupljine i integraciju sa osnovnim materijalom (tj. kompenzaciju eventualnih nepravilnosti nastalih tijekom izvođenja provrta). Postupak se ponavlja do popunjavanja cijele šupljine.

Bušenje provrta pozicioniranih u smjeru pukotina, a između prethodno postavljenih ključeva (za Metalace vijke).

Narezivanje navoja u prethodno izbušenim provrtima i uvrтavanje Metalacevijaka.

Odstranjanje dijela vijke koji je ostane iznad površine.

Vijci se postavljaju na način da se osigura njihovo preklapanje, a na taj način i "zatvaranje" pukotine (nepropusnost spoja). Uklanjanje dijelova ključeva pneumatskim dlijetom, površinsko "raskivanje" ključeva i vijke. Završno brušenje i poliranje, površinska obrada prema zahtjevu konstrukcije.[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]



Slika 5. Postupak izvođenja Metalock postupka[1]

4. ZAKLJUČAK

Ljevovi na bazi željeza, tj. strojni dijelovi izrađeni iz ovih i sličnih materijala, najproblematičniji su materijali u pogledu zavarivanja, osobito kod reparturnih radova kod kojih su se gotovo svi elektrolučni postupci zavarivanja pokazali nedostatno dobri. Dapače, čest je slučaj da su ove tehnike reparacije samo pospješile propagacije pukotina nastalih u ljevačkim dijelovima. Upravo zbog navedenih problema, Metalock postupak nameće se kao važna tehnika spajanja u hladnom stanju.

Metalock postupak posebno je primjenjiv u teškoj industriji i brodogradnji. Posebno je važno smanjenje direktnih i indirektnih troškova što ovaj postupak upravo omogućuje. Vrijeme reparacije i vrijeme zaustavljanja pogona zbog načina izvođenja popravaka Metalock postupkom svedeno je na minimum. Dodatna prednost postupka, a time i šire mogućnosti primjene, svakako su mehanička svojstva spojenih ili repariranih dijelova nakon izvođenja postupka. Metalock postupak spajanja vraća krutost i čvrstoću stojnom dijelu, a po potrebi i osigurava nepropusnost. Osim toga, primjenjiv je na gotovo sve vrste metalnih materijala.

S ekonomskog aspekta, ako se radi o reparaciji komplikiranijih, većih dijelova iz maloserijske proizvodnje, a postoji potreba za zamjenom dijela, Metalock postupak je pravilan izbor. Prepostavka je da će u usporedbi sa reparaturnim zavarivanjem cijena Metalock postupka biti veća, ali kao što je već spomenuto, postoji niz prednosti ovog postupka, odnosno ograničenja drugih reparaturnih postupaka koja će kao primarni izbor reparaturne tehnike dati upravo Metalock postupak.

Ograničenja Metalock postupka su svakako debljine materijala, tj. debljine stjenki dijelova koji se repariraju. Vrlo je teško raditi sa tankim stjenkama, a postupak daje najbolje rezultate na stjenkama debljih od 100mm. Također, ograničenje primjene postupka mogu biti radne temperature eksploatacije (u pravilu se ovaj postupak ne izvodi u uvjetima radne temperature veće od 450° C), a i sama mogućnost obrade skidanjem strugotine dijela koji se reparira, što je neophodno u procesu Metalock postupka. Nemogućnost primjene Metalock postupka može biti i nedostupnost, tj., nemogućnost pristupa za izvođenje radova.

Na kraju, važno je za naglasiti da Metalock postupak spajanja nije jedini način spajanja u hladnom stanju. Poznato je da su pojedine tvrtke razvile vlastite tehnike spajanja koje se baziraju na ovoj originalnoj ideji.

5. LITERATURA

- [1] Brochure "Metalock repairs"; Metalock Engineering germany GmbH, Norderstedt
- [2] <http://www.metalock.co.uk/>
- [3] <http://www.metalockaustralia.com/>
- [4] <http://www.metalock.cz/>
- [5] <http://www.unilock.com.ar/>
- [6] <http://metaloce-croatia.com/>
- [7] <http://www.metalockcentroamericana.com/>