IZRADA PRODUŽETKA NOGU ZA SAMOPODIZNU PLATFORMU ″LABIN″

CONSTRUCTION OF LEG EXTENSION FOR SELFLIFTING PLATFORM ″LABIN″

Marko BEŠKER[1]

Ključne riječi: platforma ″Labin″, visokočvrsti čelici, unos topline

Key words: ″Labin″ platform, highstrength steel, heat input

Sažetak: Na primjeru projekta produžetka nogu samopodizne platforme ″Labin″, prikazani su neki aspekti primjene poboljšanih čelika visoke čvrstoće u brodogradnji. Također je ukazano na značaj pripremnih aktivnosti kao i svih aktivnosti vezanih za sustav osiguranja kvalitete za uspješnu realizaciju projekta

Abstract: At the example of leg extension project of the ″Labin″ jackup platform, some aspects of high strength steel application in shipyard are presented. Also, the significance of preparing actions is pointed out, with all activity related to quality insurance system to the successful realization of this project

[1] Brodosplit – Brodogradilište specijalnih objekata, Put Supavla 21, 21000 Split, Hrvatska

1. UVOD

Sredinom osamdesetih godina prošlog stoljeća domaća brodogradnja je napravila velik iskorak u gradnji offshore konstrukcija kroz realizaciju gradnje samopodizne platforme ″Labin″. Gradnja platforme se izvodila u tri naša brodogradilišta. Obzirom na prethodna iskustva u gradnji specijalnih zavarenih konstrukcija, brodogradilište Brodosplit-BSO u čitavom projektu je realiziralo izradu i montažu nogu platforme (nesumnjivo tehnički vrlo zahtjevnog dijela projekta). Kako se u međuvremenu , iz eksploatacijskih razloga, pojavila potreba za produžetkom nogu navedeni projekt je realiziran vrlo dobrom suradnjom naručitelja, firme ″CROSCO″ i izvođača ″BRODOSPLIT-BSO″.

U referatu na primjeru izrade nogu samopodizne platforme autor ukazuje na temeljne aspekte tehnologije koja se primjenjuje prilikom primjene čelika visoke čvrstoće u brodogradnji.

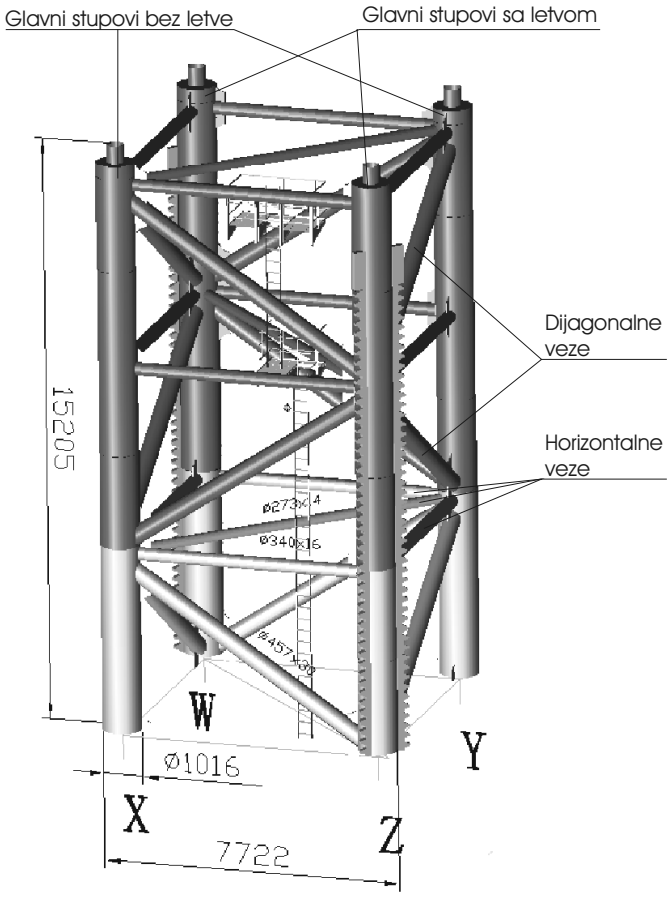
Slika 1. Platforma ″LABIN″ na lokaciji

2. KARAKTERISTIKE NOGU PLATFORME ″LABIN″

Samopodizna platforma za istraživanje podmorja ″LABIN″ oslanja se na tri noge dužine 123,14 metara. Svaka od nogu izvorno je izrađena od 13 sekcija i stope. Svaka sekcija se sastoji od četiri glavna stupa debljine stijenki od 32 ili 33,5 mm, te više horizontalnih i dijagonalnih veza od bešavnih cijevi promjera od 273 do 406,4 mm i debljinama stijenki od 13 do 25,4 mm.

Sekcija glavnog stupa izrađena je iz tri segmenta i iznutra je ojačana odgovarajućim ukrućenjima.
Horizontalne i dijagonalne veze zavaruju se za glavne stupove preko vanjskih koljena te tako tvore čvorišta. Na dva dijagonalno suprotna stupa zavaruju se zupčane letve, kao dio sustava za podizanje i spuštanje platforme, odnosno samih nogu.

Noge ovih karakteristika kroz ovaj projekt produžene su petnaest metara. Izgled i mjere produžetaka prikazane su na Slici 2.



Slika 2. Izgled I dimenzije segmenta produžetka nogu

3. OSNOVNI MATERIJALI ZA IZRADU

Konstrukcije platformi su podvrgnute različitim naprezanjima, koja ovise o dubini mora, klimatskim uvjetima, uvjetima eksploatacije i dr.
Osim statičkih naprezanja, koja su stalna, treba uzeti u obzir i dodatna dinamička naprezanja, koja nastaju djelovanjem struje, vjetra, valova, oseke i plime, rada podiznog uređaja, a u nekim slučajevima i potresa.

Iz navedenog proizlazi, da zbog osnovnog zadatka, a to je osiguranje sigurnosti konstrukcije, nužno primijeniti visokokvalitetne čelike sa garantiranom žilavošću na niskim temperaturama.

Budući da se radi o samopodiznom tipu platforme ukupna težina konstrukcije je od vitalnog značaja što pretpostavlja primjenu čelika visoke čvrstoće. U konkretnom slučaju prilikom izrade produžetka nogu korišteni su poboljšani čelici i to:

- limovi glavnih stupova: S690 QL1, S 690 L, NAXTRA M70
- bešavne cijevi za horizontale i dijagonale : API 5LU -U 100

gdje su kombinacijom kemijskog sastava i toplinske obrade poboljšana tražena svojstva materijala.
Dodatni materijali za zavarivanje odabrani su u skladu s mehaničkim osobinama osnovnog materijala uz napomenu da je konstrukcija izrađena primjenom EPP postupka (glavni stupovi), te REL postupkom (horizontalne i dijagonalne veze).

4. TEMELJNI ASPEKTI TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA ČELIKA VISOKE ČVRSTOĆE

Tendencija primjene čelika visoke čvrstoće (ista nosivost uz manju vlastitu težinu) aktualizirala je brojne probleme tehnologije zavarivanja ovih čelika. Samo vrhunska preciznost provedbe tehnoloških postupaka će reducirati sve rizike koje ovaj vitalni dio platforme nosi u eksploataciji, a to su:

- osjetljivost na djelovanje zareza (koncentracija naprezanja)
- naponska korozija
- zamor materijala
- lamelarno cijepanje
- hladne pukotine

Kao što je poznato, najveća opasnost koja se susreće pri zavarivanju čelika visoke čvrstoće je enormno povećanje tvrdoće u zoni utjecaja topline.
Ovo povećanje tvrdoće, kombinirano s apsorbiranim vodikom dovodi do pukotina u zavaru. Zbog toga su prilikom izrade propisane i striktno provođene sljedeće mjere:

- za tretman dodatnih materijala izdana je posebna tvornička procedura koja propisuje rad s istima od prijema u skladište do potrošnje. Navedenom procedurom je propisan:
  - način prijema
  - manipulacija
  - skladištenje i mikroklima u skladištu
  - postupak sušenja i držanja
  - postupak izdavanja i kontrola primjene

U konkretnom slučaju oplaštene elektrode i praškovi sušeni su 4 sata na temperaturi od 300 °C te potom skladišteni u peći zagrijanoj na temperaturu od 150°C.

- prije bilo kakvog privarivanja, zavarivanja i žlijebljenja ugljenom elektrodom vršeno je predgrijavanje radnog komada. Spojevi glavnih stupova, koji su zavarivani EPP postupkom, predgrijavani su na temperaturu od 70°C (″toplo na dodir″).
  Kod zavarivanja čvorišta (cijevni spojevi glavnog stupa s dijagonalama iz bešavnih cijevi) temperatura predgrijavanje je iznosila 80-100°C. Naime, navedeni spojevi su zavarivani REL postupkom a i radi geometrije brzina odvođenja topline veća je nego kod sučeljenih spojeva. Temperatura predgrijavanja kao i međuslojna temperatura (max 150°C) strogo su kontrolirane tijekom cijelog procesa izrade.

- treći važan parametar tehnologije zavarivanja je energija unesena putem električnog luka. Premali unos topline uzrokuje veću brzinu hlađenja zavarenog spoja što dovodi do pojave krte strukture (martenzit) u zoni utjecaja topline. Isto tako unos topline veći od određene optimalne vrijednosti dovodi , uslijed usporenog hlađenja, do porasta veličine zrna u ZUT, a time i do pada mehaničkih vrijednosti zavarenog spoja.

Radi navedene problematike, prije starta proizvodnje, izdane su preliminarne radne upute za zavarivanje (PWPS) za sve tipične spojeve.
Naknadnim uspješnim atestiranjem postupaka zavarivanja parametri propisani u radnim uputama su potvrđeni kao ispravni te kontrolirani tijekom cijelog procesa izrade.

5. OSIGURANJE KVALITETE IZRADE SEKCIJA ZA PRODUŽETAK NOGU

Zbog prethodno spomenutih specifičnosti izrade provedene su temeljite pripreme kako za fazu proizvodnje tako i za osiguranje zahtijevane kvalitete izrađenih elemenata. U tom smislu proglašen je važećim dokument ″TEHNIČKO UPUTSTVO ZA PRAĆENJE IZRADE I KONTROLE KVALITETE″ koji je izvorno bio izrađen prilikom izrade nogu za platformu ″Labin″.

Navedeni dokument propisuje se tijekom proizvodnog procesa nastale tehnološke probleme mora analizirati i rješavati te koordinirati rukovanje korektivnim aktivnostima.
U svrhu osiguranja kvalitete u pripremi su provedene sljedeće akcije:

- analiza proizvodnog procesa sa aspekta tehnologičnosti
- izrada tehnologije rekonstrukcije postojeće sekcije br. 13 za prihvat nove sekcije br. 14.
- izrada opće i detaljne tehnologije proizvodnje, posebno procesa zavarivanja
- izrada baznog kontrolnog dokumenta
- projektiranje i izrada ili nabava potrebnih naprava za kvalitetno izvođenje tehnoloških postupaka i kontrole
- upoznavanje i priprema pogona na specifične uvjete prerade čelika visoke čvrstoće
- izrada programa za atestaciju postupaka zavarivanja i zavarivača, te provođenje istih
- atestacija strojeva za zavarivanje
- kontrola tehnologije savijanja na vertikalnom valjku
- kontrola podugovaratelja

Poseban naglasak je dan provedbi sustava slijedivosti materijala. Ovaj sustav je omogućio da o svakoj fazi i svakom ugrađenom elementu postoji pisani dokument koji omogućava kontinuirano praćenje proizvodnje i ujedno daje povratnu informaciju voditelju projekta o trendovima odvijanja procesa. Ovakav sustav omogućava pravovremeno uočavanje nepravilnosti u tijeku procesa pripreme i proizvodnje te mogućnost brze, točne i koordinirane korektivne aktivnosti.

Kontrolna dokumentacija putuje kroz proizvodni proces zajedno s elementom koji se izrađuje sve dok se isti potpuno ne završi. Kako vrlo striktni plan proizvodnje ne bi utjecao na

konačnu kvalitetu izrade, zauzet je poslovni stav da se element bez prateće kontrolne dokumentacije smatra nezavršenim te se ne može prepustiti u sljedeću fazu izrade.

6. UMJESTO ZAKLJUČKA

U referatu je ukratko obrađena problematika izrade i osiguranja kvalitete pri izradi produžetka nogu kao vitalnog dijela samopodizne platforme ″Labin″. Uspješno završen posao potvrđuje da u hrvatskoj brodogradnji postoje kadrovi sposobni realizirati vrlo zahtjevne offshore projekte pogotovo u slučaju kada se izvode u vrlo bliskoj suradnji naručitelja i izvoditelja.

7. LITERATURA

1. American Bureau of Shipping
   Rules for building and classing offshore installations
2. Hrvatski Registar Brodova
   Pravila za tehnički nadzor pomorskih brodova
   Dio 26. - zavarivanje