

Nagyméretű acélszerkezetek gyártása nagy falvastagságokkal

Szerzők:

E. Engindeniz, Altleiningen; E. Kaplan; E. Ganioglu; F. Yüksel; N. Bayezid, Istanbul und Gemlik-TR



A 2008. szeptember 17-19-i Drezdai Hegesztés konferencia előadásából



DRAHTZUG STEIN

wire & welding

Nagyméretű acélszerkezetek gyártása nagy falvastagságokkal

E. Engindeniz, Altleiningen; E. Kaplan; E. Ganioglu; F. Yüksel; N Bayezid, Istanbul und Gemlik-TR

Teljesítménynövekedés igénye a hatások optimalizálásával együtt szükségessé teszi a különleges építőelemeket a nyomástartó edényekben és gyártástechnológiájukban. Hasonlóan érvényes ez a modern acélszerkezeteknél is, ahol a lemezvastagságok a nyomástartó edényekhez hasonlóan 200 mm-ig is terjedhetnek.

A következőkben aktuális projektjeink kiválasztott építőelemeinek (1000 tonnás tömegig) gyártásáról lesz szó. Bemutatjuk Oroszország legnagyobb lakó- és irodaépületének, valamint a Shakhtar Donetsk (Ukrajna) futballstádion építésének részleteit. A szokatlan hegesztési eljárások mellett a szállítás és a szerelés logisztikai vonatkozásairól is említést teszünk. Bepillantást nyerünk egy törökországi nagyvállalat, a Cimtas üzemi körülményeibe.

1. Bevezetés

A Cimtas vállalatot 35 évvel ezelőtt alapították Törökországban, a legnagyobb építőipari vállalat, az ENKA leányvállalataként. Elsősorban nyomástartó edényeket, tárolótartályokat, szélérőművi berendezéseket és különböző acélszerkezeteket gyárt. A cég központja Isztambul Boszporusz európai oldalán helyezkedik el, két gyártóüzeme az ázsiai részen (Gemlikben, Isztambultól 100 km-re délre a Márvány tengerrel) működik.

2007-ben 47.000 tonna acélt dolgoztak fel. Többek között számos nyomástartó edényt gyártottak a Gasco projekt részére (Egyesült Arab Emírátsok) és az LNG Projekt részére (Angola), amelyek építése még ma is tart. Továbbá nyomástartó edényeket szállítanak a Petrofac BG-nek (Tunézia) és a MAN-nak. Hat tartálynál a tartályok egyenkénti tömege valamivel több mint 500 tonna volt. Az egyik, jelenleg is gyártási fázisban lévő tartály tömege az 1000 tonnát is meghaladja.

A következőkben a Cimtas vállalat legutóbbi projektjeit mutatjuk be, ahol az extrém nagy falvastagságú nyomástartó edények mellett acélszerkezetek és acél magasépületek kiválasztott részegységeiről lesz szó. Ezek az elemek Oroszország jelenlegi legmagasabb lakó- és irodaépületeinek (Eurasia Tower, Moscow City Plot 12) acél elemei, és a Shakhtar Donetsk stadionja Ukrajnában. A stadion építésénél felhasznált lemezek egy része 200 mm falvastagság fölötti.

2. A szerkezetek leírása

2.1 Eurasia Tower / Moscow City Plot 12

Oroszország jelenleg legmagasabb épülete Moszkva belvárosában található. A kéttornyú épület 70 emeletes, 310 méter magas, és további 5 szint épült a földszint alatt. A felhőkarcoló irodáknak, lakásoknak, éttermeknek és egy fitness centrumnak ad otthont. A földszint alatti parkolóház 1000 autó befogadására képes. Az 1.kép a leendő épületet mutatja 2009. májusi elkészülte után.



1.kép: Eurasia Toronyépület Moszkvában (jelenleg építés alatt) [1]

Az acélszerkezet tömege 26.000 tonnát nyom, az épület hasznos összterülete 200.000 m². A hegesztett elemek száma eléri a 24.000 darabot. Ebből 21.000 tartóoszlop, 2.300 szekrényes tartóoszlop és 700 támasztó gerenda. A felhasznált anyagminőségek S355 J2G3 és P 460 NL1, a falvastagság 404 mm a talplemeznél és 220 mm a szekrényes tartóknál.

2.2 FC Shakhtar Donetsk Futballstadion / Ukrajna

Az ENKA csoport 2006 júniusában kapta az UEFA és FIFA előírásainak megfelelő stadion építésére szóló megbízást. Még ebben az évben megkezdték az alapozást, és 2008. augusztusára határozták meg a szerkezet átadásának időpontját. A 2.kép hatásosan mutatja be a tetőszerkezet különleges formáját, amely a teljes 4.300 tonna acéltömegből ~3.800 tonnát tesz ki.

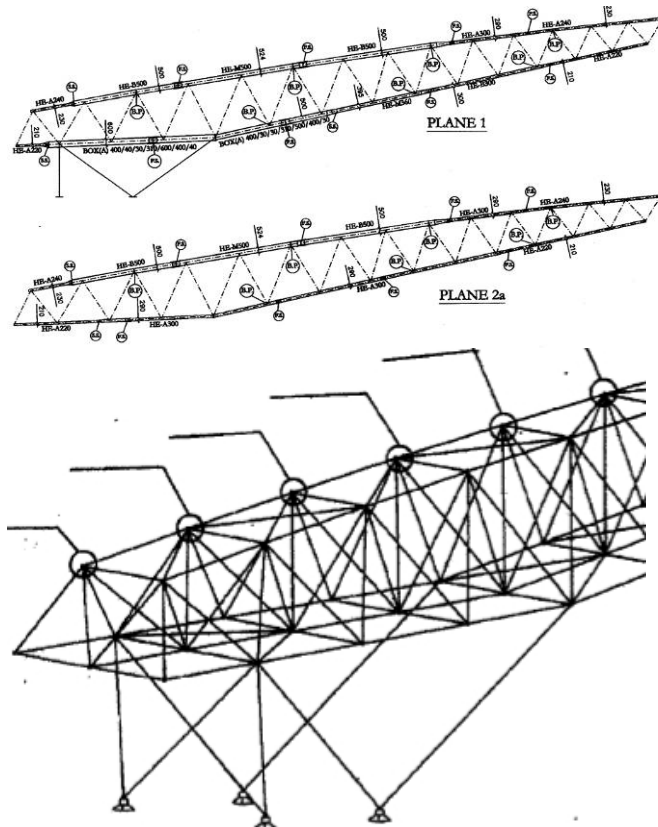


2.kép: Az FC Shakhtar Donetsk stadion / Ukrajna

A tervezők elképzelése egy harmonikus, alátámasztás nélküli tetőszerkezet volt. Ezt egy 60 méter szélesen feszített térbeli rácsszerkezettel oldották meg, ami ugyanilyen szélesen konzolozott térbeli rácsos tartón fekszik fel.

Amint a 3.képen is látható, a rácsos tartók és a rács-szerkezet egy síkban fekszik. A tetőmagasság 54 méter. Az aréna a dél irányban ereszkedő tetővonalával illeszkedik a Lenin parkhoz, ahol a tetőmagasság már 1/3-ával csökken, így jóval több napfény érheti a fűvel borított területeket. Ennek viszont az is következménye, hogy mind a 12 tartókeret különböző méretű, és ez jelentős költségnövekedést eredményezett a gyártásban és a szerelésben. A tetőszegmenseket úgy tervezték, hogy a korábbi köszénfejtésnek köszönhető szintkülönbségek kompenzálhatóak legyenek. A stadion 50.000 férőhelyes, ebből 5000 VIP vendégek részére fenntartva. Az építkezés területe 255.000m^2 , a fedett terület nagysága az emelkedést is beleszámolva 46.780m^2 , a stadion összesen 180 millió euróba került.

A stadion további érdekessége az impozáns 24.000m^2 -es üvegfelület. A teljesen körbefutó üveghomlokzat a részben átlátszó tetőkonstrukcióval és a díszkivilágítással együtt ékszer-szerű megjelenést kölcsönöz az épületnek. Az FC Shakhtar bizonyosan kelet-Európa legmodernebb futballstadionjával rendelkezik, és a 2012-es Labdarúgó-Európabajnokság elődöntőjét is ebben az arénában rendezik meg.

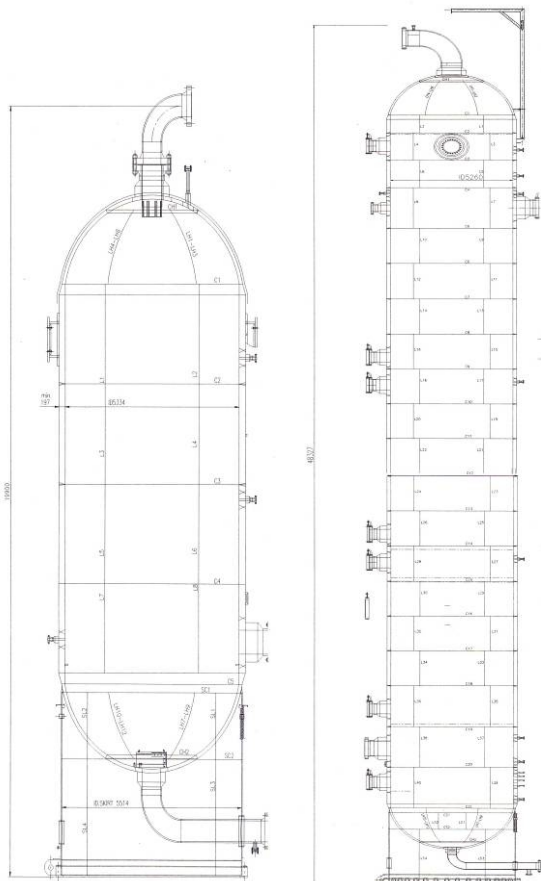


3.kép: A tetőszerkezet a szerelés során (2008. május)

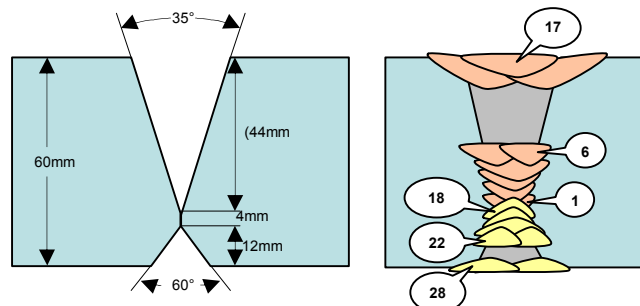
2.3 További példák a nyomástartó edény gyártásból

Az erőművek, a vegyipar és az olaj- és gázkitermelők, valamint sok egyéb terület alkalmaz nyomástartó edényeket. Különösen a kőolajipar, valamint az energiaipar tartályigénye nőtt meg világszerte. Ezért az ENKA csoport a Bechtel vállalattal együtt jelentősen megnövelte aktivitását ezen a területen.

2006-ban és 2007-ben többek között nagyszámú kisebb egységet, valamint több száz nyomástartó edényt gyártottak 200 mm-es falvastagságig. Ebből 2 példát mutat a 4.kép.



Gazdaságossági és minőségi megfontolásokból a fedett ív porbeles huzalos eljárás jöhetett számításba, a technológiát 60 mm-es lemezvastagságig 2 huzalos tandem technológiával minősítették. Ahogyan az 5.képen is látható, 4 mm-es bázikus porbeles huzallal oldották meg a feladatot, az első 5-6 gyöksort mindkét oldalon 1 huzallal hegesztették.



Alapanyag:
Porbeles huzal:
Fedőpor:

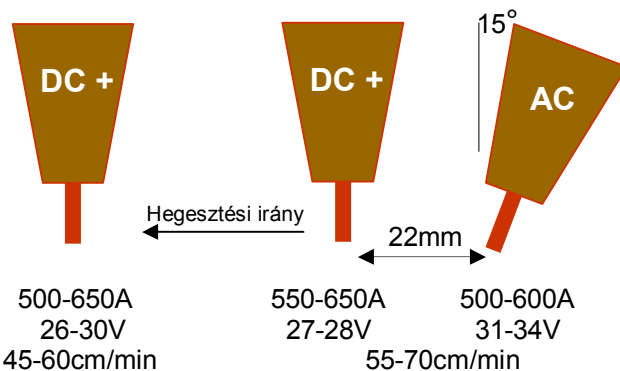
SA 516 Gr 70 N
TOPCORE 731B / 4,0mm
BF 10

Hőkezelés:

630°C / 12h

Sorok:
1-6 és 18-22

Sorok:
7-17 és 23-28



Ütőmunka (J) -46°C-on Varratközép	
Sorok: 1-17	Sorok: 18-28
224	134
180	202
190	164
204,5	176,5

5.kép: Az fedett ív porbeles huzalos hegesztés eljárás-vizsgálatának technológiai paraméterei és eredményei

Köszönhetően bázikus portöltet kémiai reakcióinak, a mély beolvadásnak a gyök ellentétes oldalról való kiköszörülésére, vagy faragására nem volt szükség. A porbeles huzal által biztosított kitűnő nedvesítő hatás és a kiválasztott paraméterek mellett a 4 mm-es orr-

	Molekuláris víz-telenítő szűrő	CO₂ abszorber
Megrendelő	Angola LNG	
Helység	Soyo Angola	
Alapanyag	SA 516 GR 70N	
Üzemi hőm.	-29°C	
Hossz	19.900mm	48.327mm
Belső-Ø	5.334mm	5.260mm
Falvastagság	197/100mm	162/83mm
Nyomás	78,40 bar	80,50 bar
Hőmérséklet	315,6°C	130°C
Kód	ASME Sec VIII Div 2-2004 Ed 2006 Add	
Szállítási súly	417t	1.000t

4.kép: 2 példa a tartálygyártásból

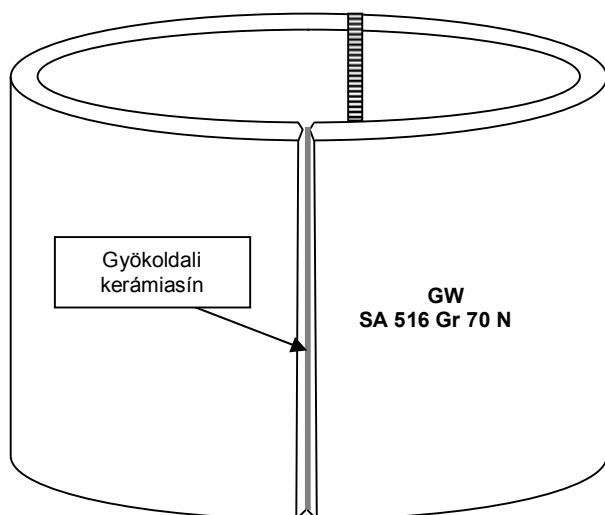
3. Hegesztési eljárásváltozatok

Az üzemi körülmények és a gyakorlati tapasztalatok figyelembe vételével a fedett ív hegesztést választották fő hegesztési eljárásként az előgyártásban, főként a nagy átmérőknek illetve a geometriának köszönhetően.

magasság esetén is nagy biztonsággal érhető el a teljes átolvadás.

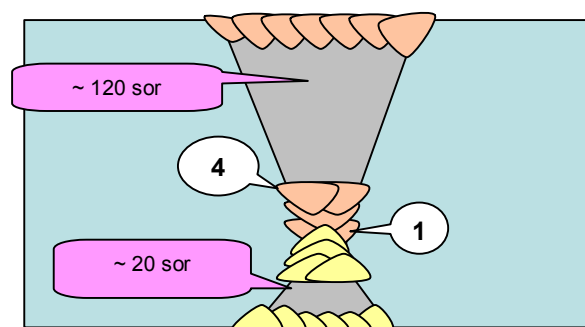
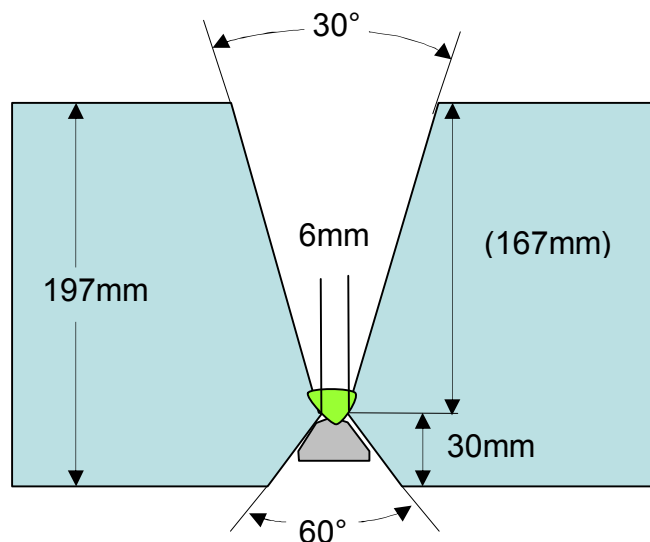
Ezzel magyarázható az eljárás sokkal nagyobb gazdaságossága a tömörhuzalos eljárással szemben, mert a hegesztési mellékidők minimálissá csökkennek, mivel teljesen elmarad a gyök kimunkálása és hegesztésre való előkészítése, a javítási igény pedig a nullához közelít. A kitűnő, minimális selejtfaktor nemcsak a megrendelőnél fokozza az üzem iránti bizalmat, hanem a cég hírnevét is emeli.

Az extrém nagy lemezvastagságokhoz, amelyeket a tartály illetve az acélszerkezet építés során felhasználtak a duplahuzalos hegesztési technológiát választottuk, méghozzá 2 x 2,4 mm-es porbeles huzallal. A sikeres elő kísérletek után, egy további eljárásvizsgálat keretében ez az eljárás duplahuzalos tandem rendszerrel is kipróbálásra került. A 6.képen 197 mm-es lemez (SA 516 Gr 70N) hegesztett kötése látható. A duplahuzalos tandem eljárás hegesztő kocsija kereskedelmi forgalomban kapható, azonban a Twinarc tandem hegesztőállomást külön be kellett építeni a költségvetésbe.



 : Gyöksor, hegesztőanyag: MEGAFIL 713R; védőgáz: M21, pozíció: Függőlegesen emelkedő

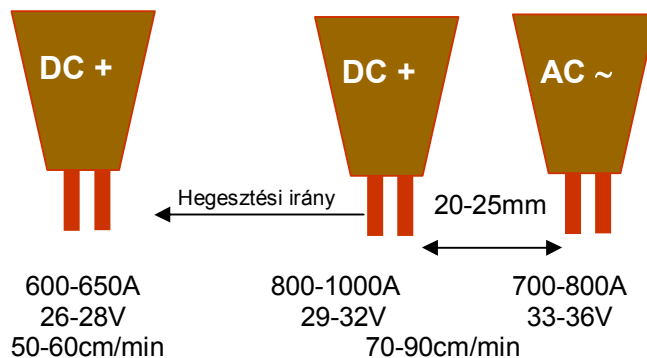
 : A kerámiasín profilja

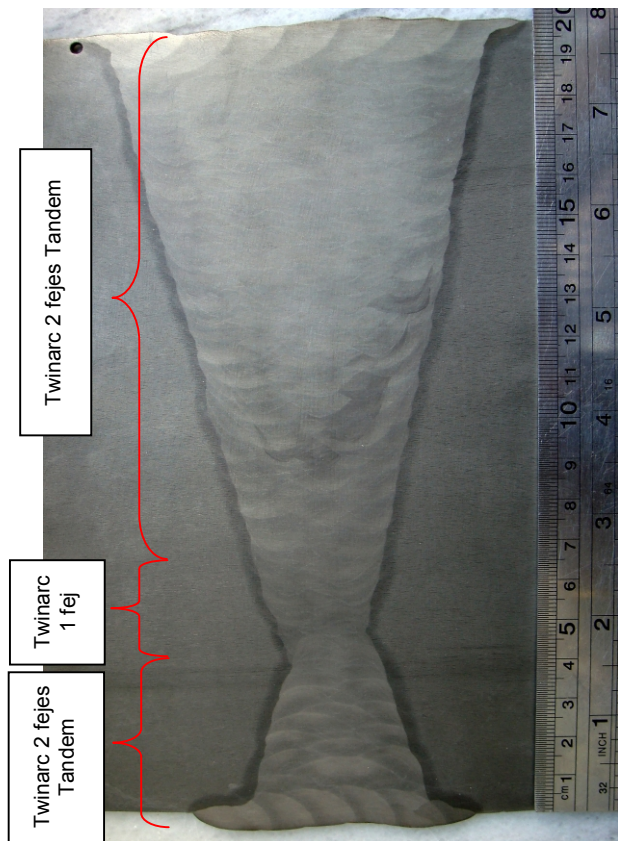


Hőkezelés: 630°C / 12h

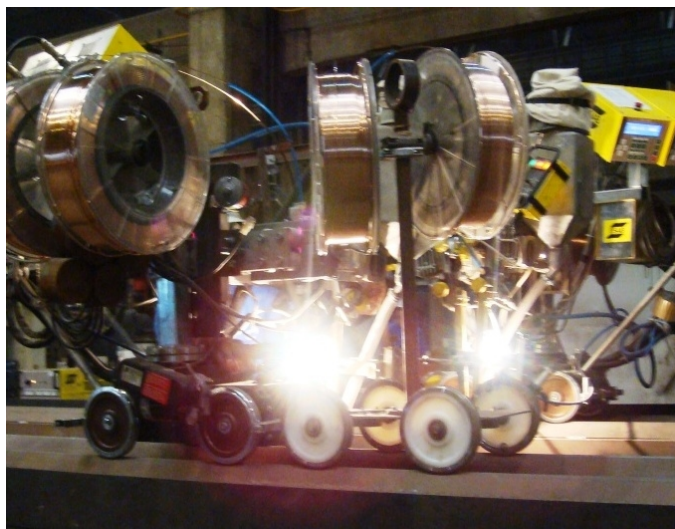
Sorok:
1-4

Többi sor





6.kép: Eljárásvizsgálat 197 mm-es lemezvastagságú lemezen: fedett ívű Twinarc és fedett ívű Twinarc-Tandem eljárással, hegesztőanyag: 2x2,4mm MEGAFIL 731B (porbeles huzal) fedőpor: BF 10

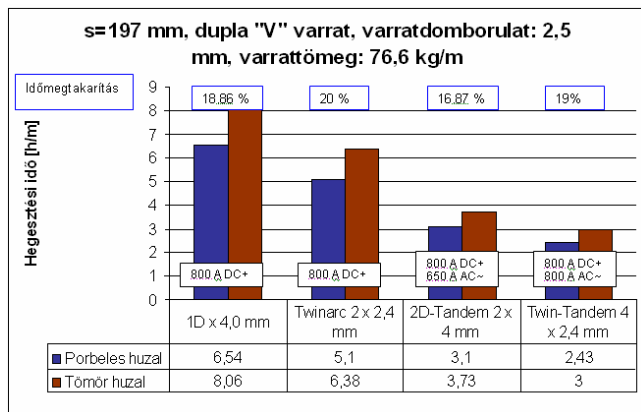


7.kép: Mobil fedettívű Twinarc tandem hegesztőállomás, hegesztőanyag: 2,4 mm-es porbeles huzal

A 7.kép egy mobil hegesztőállomást mutat két hegesztő automatával. Mivel így a két varrat egyszerre készül, tarthatók az előírt gyártási tűrések. Ahogyan a képen is látszik, a kereskedelmi forgalomban szokásos kéthuzalos kocsit egy „pótkocsival” egészítették ki, amelyik a további két huzal adagolását biztosította. Így volt lehetséges az alkatrészen egyidejűleg 8 tekerccsel, illetve huzallal hegesztetni.

A 8.kép kísérletek eredményeként a hegesztési időt ábrázolja különböző fedett ívű hegesztés eljárásváltozatokkal hegesztett 197 mm-es vastagságú lemez esetén. Az üzemben rendelkezésre álló és részben alkalmazott eljárás változatokat vizsgálták. Ezzel a vizsgálatosorozattal a fedett ívű porbeles huzalos eljárások gazdaságosságát jelentősen növelő hatását akartuk bemutatni.

A hegesztési idő 18,8-20 % között csökken a porbeles technológia alkalmazása esetén szemben más hegesztési eljárásokkal. Az üzemi tapasztalatok azonban ~30 %-os gyártási költségcsökkenést mutattak, a mellék- és előkészítési idők csökkenése révén. A 8.képen jelzett hegesztési idők abszolút azonos hegesztési paraméterek – következésképp azonos teljesítményadatok – mellett érvényesek, amelyeket a gyártás során is alkalmaztunk.



8.kép: A hegesztési idők összehasonlítása 197 mm-es lemezvastagságú lemezen (6.kép)

A tárgyalt kötésnél a varratömeg 76,6 kg/m. A varratdomborulatot átlagosan 2,5 mm-el vettük számításba. A varakozásoknak megfelelően a 4 huzalos fedett ívű Twinarc Tandem hegesztés érte el a legjobb eredményt.

A fedett ívű hegesztés mellett kizárólag a porbeles huzalos eljárást alkalmaztuk. Ahogyan a 6.képen már ismertettük, a gyöksor hegesztése rutil portöltetű huzallal, kerámia alátéttel függőlegesen felfelé pozícióban (PF) történt. Ez a varrat szolgál első lépésben a tartály palástelemeinek rögzítésére, valamint később a fedett ívű hegesztés fűrdőbiztosításaként is.

Törökországban a Cimtas vállalatnak van a legtöbb tapasztalata a porbeles huzalok terén, 25 éve hegesztenek védőgázos porbeles huzalos eljárással. A moszkvai toronyépület és a Donetsk stadion elemeinek gyártásához is zárt csőkeresztmetszetű porbeles huzalt használtak fel. 2 típusú rutilos (E 71 T1 és E 81 T1-Ni1) és egy fémporos huzal (E 70 C-6 M) került felhasználásra.

A 9.kép a védőgázos porbeles technológia gyártóüzemi alkalmazását mutatja, de a szerelési területen is széles körben bevezették az eljárást.

A további hegesztőeljárások kerültek felhasználásra, az említett elemek gyártása során:

- AVI hegesztés
- Csaphegesztés
- Lézerhegesztés
- Szalagos plattírozás elektrosalagos eljárással
- Kézi ívhegesztés bevont elektróddal

Az utóbbi csak kis mértékben az építkezésen fordult elő. A tetőelemek vékonyfalú csöveit lézerrel hegesztették.



a) Tartóoszlop csatlakozólemezekkel (Eurasia)



b) Tartóoszlop csatlakozólemezekkel (Shakhtar Stadion)

9. kép: A csatlakozó felületek előgyártása porbeles MAGM eljárással

4. A szerkezeti elemek szállítása

A helyszínre szállítandó elemek folyamatosan növekvő tömege nagy kihívást jelentett. A Borusan logisztikai szolgáltató cég kikötői berendezéseinek kapacitását az elmúlt 15 hónapban a nyomástartó edények szállítására folyamatosan fejleszteni és minősíteni kellett.

A gyártás helyszíne és a kikötő közötti útszakasz hossza körülbelül 3 km, amit több helyen meg kellett erősíteni. A 10. képen egy 500 tonnás (Slug catcher Surge) tartály hajóra rakodása látható. A tartályt szállító jármű 31 tengelyes.



10.kép: Az 500 tonnás (Slug Catcher Surge) tartály hajóra rakodása a gemliki kikötőben

Jelenleg minden szükséges intézkedés megtételén fáradoznak a kikötőben, hogy az 1000 tonnás CO₂ abszorber szállítását előkészítsék.

A Shakhtar stadion és a Plot 12 részére gyártott elemek maximális tömege ~70 tonna volt.



11.kép: A tetőív daruzása Donetsk-ben

Ahogy a 11. képen is látszik, az elemek méretük és súlyuk miatt igen nehezen kezelhetők. A logisztikai problémát okozott a folyamat időbeli megszervezése, mert a jegesedés veszélye miatt az elemek szállítása csak április és október között volt lehetséges. A raktározási költségek minimálisra szorítása érdekében a beszerzés és a gyártás ütemezése időben összehangoltan történt, amit csak tovább nehezített az acélpiacon akkor uralkodó szűk keresztmetszetek.

5. Összefoglalás

A leírtak nagy súlyú és nagy falvastagságú szerkezeteket és ezek hegesztésénél alkalmazott fedett ívű és védőgázos porbeles huzalos eljárásokat mutatta be, kiemelve a porbeles huzalokkal elérhető minőségi és gazdasági előnyöket.

Irodalom

[1] 50 Years Enka, Engineering For a Better Future
Jubiläumsbuch der Firma Enka, August 2007

[2] E. Engindeniz, B. Berg, W. Linden
Großrohrfertigung für Sauergasleitungen aus
schweißtechnischer Sicht
GST 2005, DVS-Bericht 237, S.539-544

Fordította: Pásztor Csaba (Hegpont Kft.)