

Autódaru gép merevítőlamelláinak robotos hegesztése a PYLON-94 Kft-nél

Robotic welding of mobile crane boom stiffener sheets at PYLON-94 Ltd.

1. A gémgártás főbb jellemzői:

A nagyméretű acél-, ill. gépszerkezetek hegesztésének robotosítása több szempontból is nehéz feladatnak számít. A darabok méretéből eredően a tűrések és az illesztési pontosságok még egy rendkívül fegyelmezett gyártási kultúrában is meghaladják a robotosításhoz általánosan elvárt szintet. A méretek és a tömegek nagysága miatt a munkadarabok pozicionálási lehetősége sem felel meg a robotosításnál elvártnak. A gyártáshoz használt speciális alapanyagok által megkívánt különleges hegesztési technológia tovább bonyolítja a feladatot.

Mindezen nehézségek ellenére a PYLON-94 Kft-nél gyártott autódaru gépek merevítő lamelláinak robotos hegesztését a PYLON-94 Kft. szakembereivel történt többszöri konzultáció és egyeztetés alapján megoldhatónak ítéltük és 2008 nyarán elindítottuk a projektet, amelyről az alábbiakban egy rövid összefoglaló beszámolót készítettünk.

A PYLON-94 Kft. a TEREX-DEMAG GmbH részére gyártja 2 különböző típusú autódaru (1. ábra) komplett gémszkevényeit. A gémszkevények 7 db egymásba csúsztatható „csőből” állnak, amelyek különböző vastagságú, nagyszilárdságú (S1100 QL) finomszemcsés acélból készültek.

A darugép gyártásához használt nagyszilárdságú finomszemcsés acél lehetővé teszi, hogy a lemezvastagság csökkenése mellett nagyobb teherbírású darugémekeket lehessen költséghatékonyan gyártani. Az erősítő elemek (lamellák) 100-300 mm széles, szintén S1100 QL minőségű lemezből vágott csíkok. A lamellákon nagyszámú ovális lyukat kell kivágni a gémcsőre való felhegesztéshez. A vágás lézervágóval történik, a megfelelő minőség és a vágási deformáció csökkentése érdekében. A lamellákat lehetőleg hézag nélkül kell a gémcsőre illeszteni és fűzéssel rögzíteni, amihez szigorú technológiai előírások betartása szükséges. A hegesztés előtt a csöveket kb. 80 °C-ra elő kell melegíteni, a hegesztés során korlátozni kell a hőbevitelt, valamint gondoskodni kell a hirtelen lehűlés elkerüléséről.



1. ábra TEREX DEMAG AC250-1 típusú autódaruja

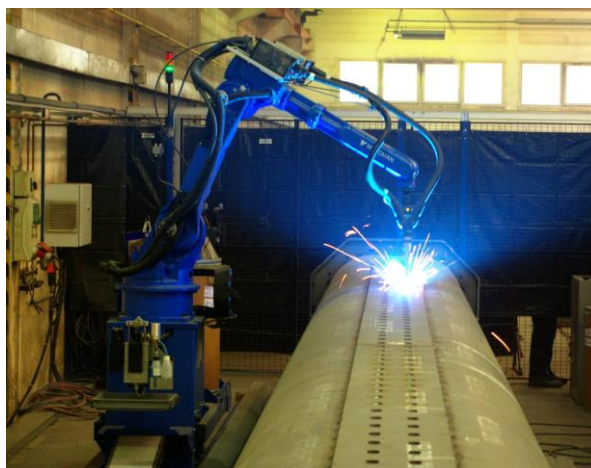
A gyártás a legnagyobb csővel kezdődik, mivel erre a darabra kell felhegeszteni a legtöbb alkatrészt. A hegesztés megkezdése előtt a csöveket belülről, meghatározott pontokban merevítőelemekkel elő kell feszíteni (2. ábra), ezáltal a hegesztés során fellépő alakváltozások, vetemedések csökkenthetők.



2. ábra Előfeszített gém

A főbb szerkezeti elemek összeállítása hegesztőkészülékben történik. A szükséges nyílások helyének bejelölése, majd kivágása után fűzővarrattal rögzítik a merevítő lamellákat. Ezután daru segítségével beemelik a gémet a robotcellába, ahol megtörténik a lamella és a kivágások körbehegesztése (3. ábra)

A gyártási folyamat végén a cső egyengetése, méreteinek ellenőrzése, s a varratok mágneses repedésvizsgálata következik.

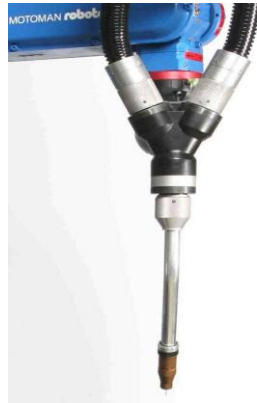


3. ábra Lamellák hegesztése robottal

2. Merevítőlamellák hegesztése robottal

A robotrendszer kialakítását megelőzően több alkalommal is a helyszínen tanulmányoztuk a gémgyártás folyamatát, hogy megismerjük a robottal hegeszteni kívánt részfolyamatot, illetve a vonatkozó előírásokat, s a robotrendszerrel szemben támasztott követelményeket.

A TEREX-DEMAG GmbH előírásainak megfelelően a lamella kivágásainak hegesztéséhez az EN 440 szabvány szerinti G 46 2 C G4Si1 / G 46 4 M G4Si1, Ø1,2 mm-es huzalt kell használni, a lamella körbehegesztéséhez pedig az EN 12534 szabvány szerinti G Mn4Ni1,5CrMo, szintén Ø1,2 mm-es huzalt. A robotrendszerrel szemben támasztott különleges igény volt, hogy a hegesztőrobot alkalmas legyen ennek a kétféle minőségű, de azonos huzalátmérőjű hegesztőhuzalnak a használatára, s a váltás automatikusan megtörténjen anélkül, hogy automata szerszámcsereelő rendszert kelljen használni. Ezt az SKS Welding Systems GmbH Dual huzalváltó rendszerű hegesztőpisztolyával sikerült megvalósítanunk, melynek segítségével programozott módon történik a huzalváltás (4. ábra). A huzalváltási művelet vezérlését az SKS Q8pw digitális folyamatszabályozó egység végzi. A technikai megoldás előnye, hogy egy drága, automata hegesztőfej-cserélő rendszer helyett egy kedvezőbb árú eszközzel hatékonyabban és rövidebb ciklusidővel lehet dolgozni. A hegesztőfej hozzáférési tulajdonságai az egyhuzalos hegesztőfejjel közel azonosak.



4. ábra Dual huzalváltó rendszerű hegesztőpisztoly

3. A robotrendszerrel szemben támasztott követelmények:

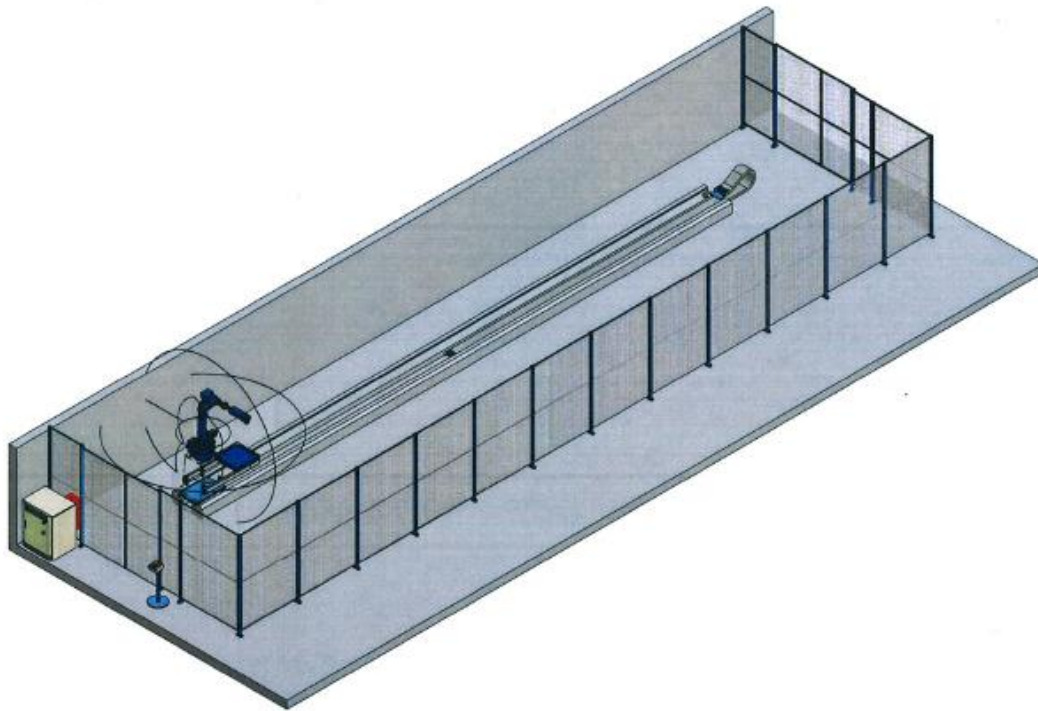
A PYLON-94 Kft. szakembereivel közösen végül az alábbi pontokban foglaltuk össze mindazokat a követelményeket, amiket a robotrendszernek teljesítenie kell:

- 2 különböző típusú gémszekrény gyártása, típusonként 6-6 különböző méretű csővel
- a nagyméretű szerkezetek ± 3 mm-es tűréséből, valamint a pozicionálásból adódó pontatlanságok korrigálása szenzorokkal
- a lamellák kivágásainak megkeresése érintéses elven működő szenzorral
- gázhűtéses hegesztőfej használata
- 2 típusú, de azonos átmérőjű huzal használata a lamellák hegesztéséhez automata fejcsereelő rendszer használata nélkül, elkerülve a huzalok kézi cserélését
- a robot utaztatása egy 13 m hosszú szervovezérlésű utazópályán a cső hossza mentén
- automata pisztolytisztító berendezés, valamint egy szerszámközpont ellenőrző és korrigáló rendszer használata
- a legkorszerűbb, digitális vezérlésű áramforrás használata

- a hegesztési paraméterek felügyelete, dokumentálhatósága, archiválása
- a digitális vezérlés hálózati csatlakoztatása a vállalat számítógépes hálózati rendszerébe

4. A projekt megvalósítása:

A fenti követelményeket teljesítő robotrendszer modellje az 5. ábrán látható.



5. ábra Robotrendszer kialakítása

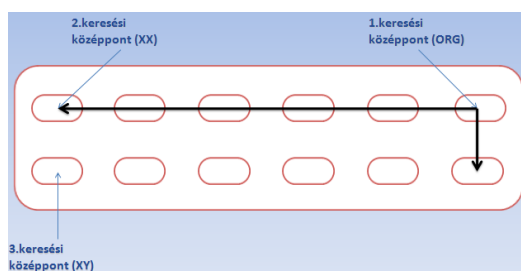
A robotrendszer főbb egységei:

- MOTOMAN HP20-6 robot
- MOTOMAN TSL-1000SN (13 150 mm hasznos utazási hosszú) utazópálya
- MOTOMAN Comarc varrat kereső és ívszenzor
- MOTOMAN MotoTac automatikus szerszámközep-pont-kalibráló egység
- SKS Dual (Y-fejes) huzalváltó rendszer
- SKS LSQ-5 hegesztő áramforrás
- SKS Q8pw digitális vezérlőegység

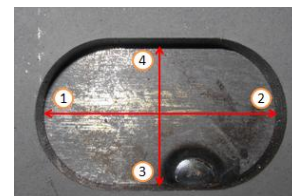
A robotrendszer telepítése és beüzemelése után következett a programozás, amit a PYLON-94 Kft. szakembereivel közösen végeztünk el. A lamellák kivágásai lézerral készültek ugyan, de a lamellák pozicionálásából és a két fél toldásából adódó pontatlanságok miatt érzékelők alkalmazása

nélkül nem volt lehetséges a robohegesztés. Ezt a helyzetet tovább nehezítette az alkatrészek ± 3 mm-es tűréséből adódó szórás, valamint az, hogy a kb. 3 tonnás alkatrészt a hegesztőrobot előtt csak több mm-es pontossággal lehet elhelyezni. Ennek a problémának a megoldására született meg az a programozási módszer, amelyet az alábbiakban ismertetünk.

A lamellát a cső hossza mentén több szakaszra osztottuk, és minden egyes szakaszra egy referencia-hegesztőprogram, valamint egy keresőprogram készült. Ezek a referencia-hegesztőprogramok mind úgynevezett relatív programok, azaz az adott szakaszra felvett saját, felhasználói koordináta-rendszerek pillanatnyi helyzetétől függenek. A felhasználói koordináta-rendszereket 3 pont segítségével – egy kezdőpont (ORG), egy X-tengely irányát meghatározó pont (XX) és egy síkot (XY) meghatározó pont - lehet a robotvezérlésben definiálni (6. és 7. ábra). Ezeket a pontokat a robot középpontkereső programjának a segítségével megkerestük, s létrehoztuk az adott szakasz koordináta-rendszerét. Ha ezeket a koordináta-rendszereket egy új cső hegesztése előtt újra létrehozzuk (megkerestetjük a középpontokat), a hozzá tartozó hegesztőprogramok térbeli lefutása az új cső térbeli helyzetéhez alkalmazkodik, s pontosan követi a kívánt pályát.



6. ábra Felhasználói koordináta-rendszer létrehozása



7. ábra Kivágás középpontjának keresése

A hegesztés során a munkadarab hőmérséklete folyamatosan nő, ennek következtében deformálódik, ami a varratok pontos pozicionálását különösen megnehezíti. Hosszas kísérletezéssel azonban sikerült olyan programozási megoldást találni, amellyel a deformációk következményeit ki tudtuk küszöbölni.

A gyártás pontosságát tovább növeli még az automatikus szerszámközpont-kereső rendszer, amely a hegesztés során a hő miatt bekövetkező minimális hegesztőfej-deformációt korrigálja.

A kivágások meghegesztése után a rendszer automatikusan átvált a másik típusú huzalra, a robot megkeresi a lamella szélén a varrat kezdőpontját, majd a robotot az ívszenzor segítségével folyamatosan a kívánt pályán tartva körbehegeszti a lamellát.

5. Az alkalmazott technikai megoldásokból származó előnyök:

A hegesztés robotosítása során az általunk használt programozási módszer valamint az SKS Dual (Y-fejes) huzalváltó rendszer alkalmazása a következő előnyöket biztosítja a gyártásban:

- a 6-6 darab cső referenciaprogramjának elkészítése után nincs szükség minden cső újraprogramozására, illetve korrigálására, mivel azt a rendszer automatikusan elvégzi
- nincs szükség bonyolult és drága érintés nélküli szenzorokra vagy kamerára a kivágások és a cső megtalálásához
- nincs szükség a nagyméretű csövek pontos pozicionálásra, mert a robot tág határokon belül meg tudja keresni a csövet, illetve a lamellát
- az alkalmazott egyszerű technikai megoldások nem növelték a robotrendszer árát.

6. Összefoglalás:

A PYLON-94 Kft-nél megvalósított robothegesztési projekt során a merevítőlamellák robotos hegesztésének nagyon sok előnyét megtapasztaltuk. Ezeket a következőkben foglaljuk össze:

- A lamella hegesztéseinek minősége a kézi hegesztéshez képest sokkal jobb, egyenletesebb (8. ábra), és nincs szükség utólagos javításra.
- A hegesztési paraméterek dokumentálhatók, s később bármikor visszakereshetők.
- Nincs szükség drága fejcserélős rendszerre a huzalcseréhez.
- A gyártási tűrésekből és a pozicionálásból adódó pontatlanságok a keresőszennozorral egyszerűen – tág határok között – korrigálhatók.
- Egyszerűen programozható a rendszer, s rugalmasan további csőméretekhez is könnyen betanítható.



8. ábra Robottal hegesztett varrat

Mindezek alapján a beruházás egyértelműen sikeresnek tekinthető, és beváltotta a hozzá fűzött reményeket. A REHM Kft. által szállított MOTOMAN ívhegesztő robotrendszerben alkalmazott technikai megoldások sikeresen teszik lehetővé a darugépek merevítőlamelláinak hegesztését.

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a PYLON-94 Kft. szakembereinek, - Wolf Károly termelésvezető hegesztőmérnök úrnak és Udvari Tamás gyártástechnológus úrnak - akik szakmai támogatásukkal nagymértékben hozzájárultak a projekt sikerességéhez, valamint e cikk elkészítéséhez.