

AZ ME MTT KÉPLÉKENYALAKÍTÓ SZAKCSOPORT KUTATÁSI TEVÉKENYSÉGE A 2001-2010 KÖZÖTTI IDŐSZAKBAN

*Dr. Tisza Miklós¹, Dr. Gál Gaszton², Dr. Kiss Antal³,
Kovács Péter Zoltán⁴, Lukács Zsolt⁵, Dr. Sárvári József⁶*

1. BEVEZETÉS

A képlékenyalakító szakcsoport kutatási tevékenysége az elmúlt 10 évben is – a korábbi évekhez hasonlóan – elsősorban a képlékenységtani alapkutatások, valamint a gépipari alkatrészgyártó eljárások, technológiák területére terjedt ki. A 2001-2010 közötti időszakban végzett kutatások ennek megfelelően az alábbi fő témacsoportokba sorolhatók:

1. Hagyományos alakító technológiák fejlesztése, speciális alakító technológiák és szerszámaik kidolgozása
2. Képlékenyalakítási technológiák és szerszámaik számítógépes tervezése
3. Alakítási technológiák modellezése és numerikus szimulációja
4. Korszerű anyagok képlékenységi jellemzőinek elméleti leírása, alakíthatósági vizsgálatok fejlesztése
5. Innovatív új alakító eljárások vizsgálata.

E fő témacsoportokhoz kapcsolódó sokoldalú pályázati tevékenység, OTKA, NKTH (OMFB), EU FP6, EU-REKA programok jelentősen hozzájárultak a tanszék, ezen belül a képlékenyalakító szakcsoport eszközparkjának továbbfejlesztéséhez is. A beszerzett számítógépek, software-ek, programozható logikai vezérlők (PLC) és kisebb műszerek a korábban beszerzett eszközökkel együttesen tovább javították az oktatási-kutatási feladatok megoldásának feltételeit, valamint a kutatás nemzetközi vérkeringésébe való intenzív bekapcsolódás lehetőségeit.

A következőkben röviden összefoglaljuk az egyes kutatási programok legfőbb célkitűzéseit, eredményeit.

2. HAGYOMÁNYOS TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSE, SPECIÁLIS TECHNOLÓGIÁK ÉS SZERSZÁMAIK KIDOLGOZÁSA

A hagyományos technológiák fejlesztése terén elsősorban konkrét ipari megbízások kapcsán felvetődő, elméleti és kísérleti vizsgálatokat is igénylő problémák megoldását végeztük el. Az ipari jellegű fejlesztések el-

sősorban a különféle lemezalakító technológiákhoz kötődtek, amelyek keretében speciális vágó-lyukasztó, hajlító, mélyhúzó és alaksajtoló szerszámokat terveztünk, gyártási technológiákat dolgoztunk ki. Az 1. ábrán ipari megbízás keretében végzett nehéz gépjármű felni alakítási elemzésének eredményei láthatók [1].



1. ábra. Hagyományos technológiák fejlesztése
Nehéz gépjármű felni alakítása

Egy következő megvalósított ipari fejlesztési témaként a Bakony Autóalkatrész Gyártó Zrt. részére végzett kutató munka eredményét mutatjuk be [2]. A megbízás személgépkocsi ablaktörlő motorház gyártási technológiájának fejlesztése és ipari megvalósítása volt. Ez a téma átmenetet képez a hagyományos és a számítógéppel segített technológiai tervezés között, mivel a sorozathúzó présre tervezett hagyományos alakító technológia megvalósíthatósági elemzését a DEFORM 3D végelelemes programcsomaggal, végelelemes modellezéssel igazoltuk. A kidolgozott technológiával megvalósított kísérleti sorozathúzási technológia eredménye látható a 2. ábrán.



2. ábra. Ablaktörlő motorház sorozathúzó présen való gyártásának technológiai sorrendterve

¹ egyetemi tanár, tanszékvezető, email: tisza.miklos@uni-miskolc.hu

² egyetemi adjunktus, email: metgalga@uni-miskolc.hu

³ egyetemi adjunktus, email: metkis@uni-miskolc.hu

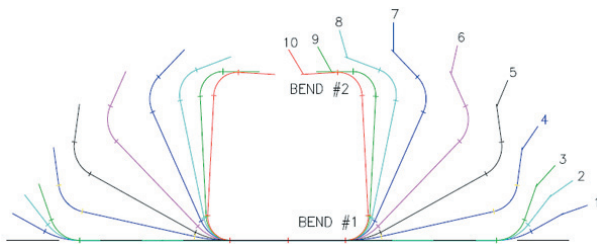
⁴ egyetemi adjunktus, email: metkpz@uni-miskolc.hu

⁵ mérnök-tanár, email: lzsolt@kugli.met.uni-miskolc.hu

⁶ főiskolai docens, email: drsarvari@invitel.hu

¹⁻⁶ Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék <http://www.met.uni-miskolc.hu>

A hagyományosnak tekinthető lemezalakító eljárások mellett kísérleti kutató-fejlesztő munka folyik – a napjainkban reneszánszát élő eljárások – így többek között a hengerlő profilhajlítás és az elasztikus anyagokkal való alakítás témaköreiben is. A hengerlő profilhajlítással kapcsolatban folytattuk a profilozás, technológiai tervezés, valamint a görgőprofil szerkesztés támogatására szolgáló számítógépes program fejlesztését, figyelembe véve a felhasználói igényeket és a programozás technikai fejlődés nyújtotta lehetőségeket. E munkából készített kutatási jelentések lényegét oktatási segédletekben is összefoglaltuk [3], [4]. A 3. ábrán profilhengerléssel gyártott profil technológiai tervét bemutató, ún. virág-ábra látható.



3. ábra. Profilhengerlés technológiai terve

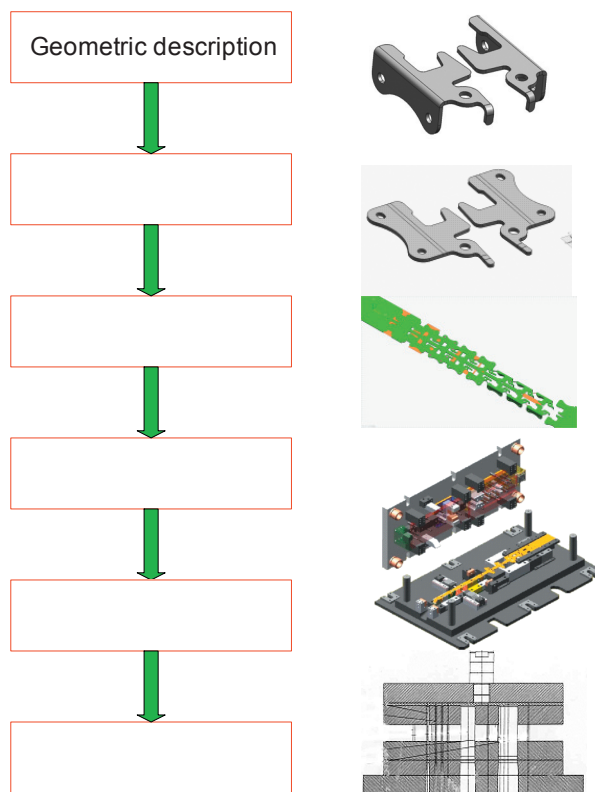
Az elasztikus anyagokkal való alakítás hazai ipari felhasználása nem széleskörű, így feladatunknak tekintjük ennek a kis- és közepes sorozatgyártásra egyaránt alkalmazható technológiának a kísérleti vizsgálatát, ipari bemutatását, népszerűsítését. Fontos ez ma, amikor a gyors prototípus készítés, a rugalmas alkalmazkodás elengedhetetlen része az ipari tevékenységnek. Bizonyítottuk, hogy ez az eljárás alkalmas vágó, hajlító, mélyhúzó és alakosajtoló műveletek megfelelő pontosságú elvégzésére, ugyanakkor az eljárás szerszámköltsége alacsonyabb, mint a hagyományos szerszámozásé és a szerszámok elkészítése is rövidebb időt igényel.

3. ALAKÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK ÉS SZERSZÁMAIK SZÁMÍTÓGÉPES TERVEZÉSE

E kutatási program közvetlen folytatása a korábbi években megkezdett, a technológiai folyamatok tervezésére alkalmas számítógépes eljárások fejlesztésével kapcsolatos kutatásoknak. E kutatások elsődleges célja a korszerű technológiai- és szerszámtervezési eljárások, a 3D-s CAD/CAM rendszerek oktatási bevezetése és minél szélesebb körű ipari alkalmazása.

A 80-as évek végén, országos tárcaszintű kutatási program keretében az OMFB támogatásával kezdtük meg a lemezalakító sorozatszerszámok számítógépes tervezőrendszerének kidolgozását. A fejlesztés első szakaszában a vezetőlapos szerszámházakban végezhető különféle vágó-jellegű műveletek komplex technológiai és szerszám tervezésére alkalmas rendszer készült el. A fejlesztés folytatásaként, kihasználva a rendszer modu-

lárís felépítését kidolgoztuk a vezetőoszlopos szerszámházakban végezhető, vágó, hajlító, peremező műveletek technológiai tervezésére alkalmas program-modult és a technológiai tervezés eredményét felhasználó szerszámtervező modult. A tervezőrendszer az AutoCAD grafikus programrendszeren alapul, kihasználja annak belső programozási lehetőségeit. A teljes tervezőrendszer a gyártandó lemezalkatrész geometriai leírásától, a lemezrendezési terv és a sávterv generáláson keresztül, az egyes műveletek technológiai paramétereinek meghatározását, a komplett összeállítási és alkatrészrajzok előállítását is beleértve igen nagymértékű támogatást nyújt a tervezőnek, radikálisan lecsökkentve ezzel a tervezéshez és a gyártáshoz szükséges idő- és munkaráfordítást egyaránt. A programrendszer által tervezett szerszám elemeinek NC/CNC megmunkáló gépeken való gyártásához szükséges NC-programok elkészítésére alkalmas programrendszerekhez való kapcsolódást szabványos DXF, illetve IGES interface-ken keresztül alakítja ki, ezáltal megteremtve a számítógépes tervezés és gyártás egységes rendszerbe való integrálását. Az integrált technológiai és szerszámtervező rendszer folyamatábrája látható a 4. ábrán [5]. A fejlesztés iparilag is hasznosítható eredményeket hozott, a teljes rendszert több hazai vállalat is sikerrel alkalmazta. Az ipari hasznosításon túl jelentős a programrendszer oktatási célú felhasználása is, mintegy tíz egyetem, főiskola (köztük külföldi intézmények) iktatta oktatási programjába a programrendszer alkalmazását, használatának elsajátítását.



4. ábra. Az integrált technológiai és szerszámtervező rendszer folyamatábrája

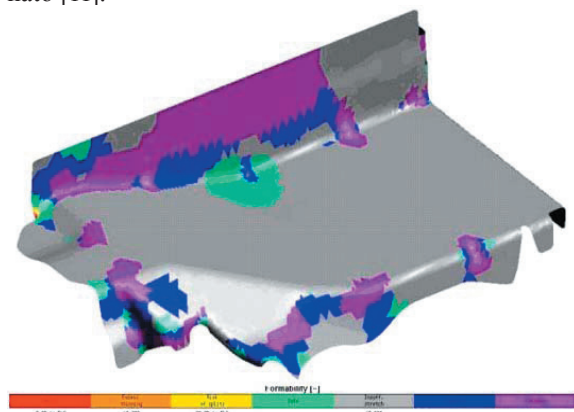
Az utóbbi években az AutoCAD programrendszer technológiai és szerszámtervezési lehetőségeit messze meghaladó fejlesztések valósultak meg a Pro-Engineer és a UniGraphics 3D-s tervezőrendszerekben, amelyek speciális modulokkal rendelkeznek a különféle lemezalkító technológiák integrált tervezésére is, így az utóbbi időben a tanszéki fejlesztések is elsősorban ezeken a területeken valósultak meg. A több évtizednyi fejlesztési tevékenység eredményeit számos hazai és külföldön megjelent tudományos közleményben ismertettük, illetve az eredmények alapján akadémiai doktori és PhD doktori értekezés született, amit szerzőik eredményesen védtek meg [6].

Az előző témakörök szorosan kapcsolódnak a szakcsoport Képlékenyalakítás és a CAD/CAM a képlékenyalakításban című tantárgyaihoz. A számítógépes technológia és szerszámtervezésben végzett kutatómunka oktatási alkalmazásának fő területe a nappali tagozatos képzésben kiadott technológiai és szerszámtervezési feladatok elkészítésének támogatása. Cél a hallgatók segítése, a feladat számítógéppel támogatott elvégzésének lehetővé tétele. A szükséges hardver és szoftver támogatást a Tanszék a korábban felsorolt pályázati támogatások segítségével valósította meg. Ennek keretében létrehoztunk egy tanszéki számítógépes laboratóriumot, amelyben nagyteljesítményű munkaállomások találhatóak a tanszéki lokális számítógépes hálózatba integrálva. A jelentős hardver fejlesztésekhez jelentős szoftver fejlesztések társultak. Az elmúlt években különféle pályázati forrásokból több korszerű testmodellező CAD/CAM rendszer (ProEngineer, I-DEAS, NX-UniGraphics) beszerzése és több felhasználás alkalmazása valósult meg [7].

4. ALAKÍTÁSI TECHNOLÓGIÁK MODELLEZÉSE ÉS NUMERIKUS SZIMULÁCIÓJA

A szakcsoportban folyó kutatómunka egyik kiemelt iránya a technológiai folyamatok modellezése és numerikus szimulációja. A technológiai folyamatok klasszikus „trial and error” módszerét egyre inkább az eljárások szilárd elméleti alapokon nyugvó numerikus modellezése, szimulációja váltja fel. A közelítő mechanikai – numerikus módszerek közül kiemelendő a vége-selemes módszer, mint a jelenleg elérhető leghatékonyabb numerikus – mechanikai megoldási eljárás. Jelenleg a legtöbb technológiai folyamat modellezésére rendelkezünk kereskedelmi forgalomban kapható célorientált rendszereket. E tanszéki kutatási főirány célja olyan alkalmazástechnikai kutatások végzése, amely a klasszikus „kísérlet és korrekció” módszerét a technológiai folyamatok kontinuum-mechanikai alapokon nyugvó modellezésével, az alakító eljárások szimulációjával felváltva, az alakváltozási és feszültségi mezők pontosabb, megbízhatóbb és lényegesen költségtakarékosabb meghatározását teszi lehetővé. E kutatások alapját egy

14 ország egyetemi és ipari kutatóhelyeit magában foglaló európai kutatási projekt (Physical and Numerical Modelling of Material Forming Processes – PECO-NIS projekt) teremtette meg. Ezt számos sikeres további hazai és nemzetközi kutatási pályázat követte, amelyek közül kiemelendők: a Felsőoktatási Kutatási-Fejlesztési Programok keretében elnyert Vége-selemes kutatások a mechanikai technológiákban című MKM-FKFP projekt, az OTKA pályázati rendszerében elnyert Vége-selemes modellezés az anyagtudományban és az anyagtechnológiákban című Tudományos Iskola létesítését célzó projekt, továbbá az EU FP6 keretprogramon belül közel 30 országgal közösen elnyert Virtual Intelligent Forging kutatási projekt. Ezekben a kutatásokban a vége-selemes modellezést a képlékenyalakítás mellett a hegesztés, hőkezelés és az anyagtudomány különböző területeire is kiterjesztettük. E projektek nagy értékű munkaállomások, valamint célorientált vége-selemes programrendszerek (AutoForm, PAM-STAMP, MARC, DEFORM 3D+HT, SYSWELD) beszerzését és kutatási-oktatási alkalmazását is lehetővé tették. Az 5. ábrán egy iparilag megvalósított lemezalkatrész gyártásának az AutoForm rendszerrel megvalósított vége-selemes modellezése látható [11].



5. ábra. Lemezalkatrész gyártásának vége-selemes modellezése az AutoForm program rendszerrel

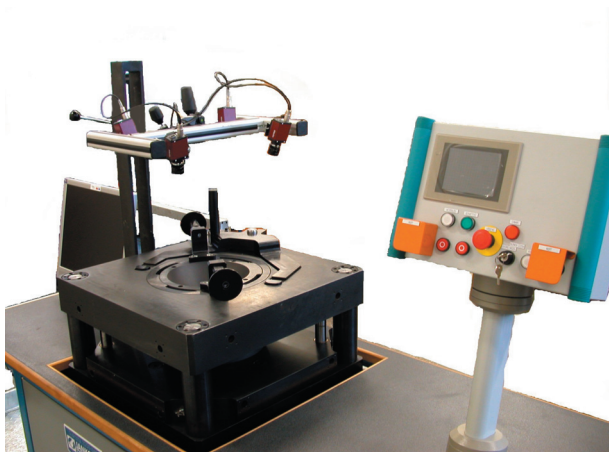
Az előzőekben vázolt kutatások hozzájárulnak az alakítási folyamatok mélyebb, pontosabb megértéséhez, oktatási bevezetésük pedig lehetőséget ad a hallgatók számára a korszerű tervezési és technológiai eljárások megismerésére. E kutatások keretében elért eredmények ezen kívül hozzájárultak több nemzetközi projekt elnyeréséhez. Így német, francia, szlovén, holland, japán és dél-koreai partnerekkel folytattunk közös kutatásokat technológiai eljárások modellezése és szimulációja témakörökben. E nemzetközi kutatási programok közül különösen kiemelendő az AutoForm lemezalkító modellező rendszert fejlesztő AutoForm Engineering GmbH-val folyó kutatási együttműködés. Ennek köszönhetően több, a rendszer fejlesztéséhez kapcsolódó diplomaterv is készült. A rendszer oktatási bevezetése hozzájárulhat a végző hallgatók munkaerő piaci helye-

tének javításához, mivel a program jelenleg az autópárbán világszerte piacvezetőnek számít.

5. KORSZERŰ ANYAGOK KÉPLÉKENYSÉGI JELLEMZŐINEK LEÍRÁSA, ALAKÍTHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK

Az elmúlt évtizedekben, elsősorban a gépipari, autópárban termékekkel szemben támasztott követelmények kielégítése céljából egyre nagyobb mennyiségben és széles körben alkalmazzák az anyagtudományi fejlesztések során létrehozott új anyagokat. Az előzőekben ismertetett numerikus rendszerek alkalmazása ugyanakkor megköveteli a modellezni kívánt új anyagok anyagjellemzők pontos leírását, illetőleg az anyagjellemzők alakváltozás során bekövetkező változásának elemzését. E kutatási program elsődleges célja olyan, numerikus rendszerekbe adaptálható elméleti eljárás kidolgozása, amely lehetővé teszi a képlékeny jellemzők pontosabb előrejelzését, a jellemzők változásának nyomon követését.

Az elmúlt években különböző pályázati forrásokból jelentős beruházásokat valósítottunk meg az alakíthatósági vizsgálatok legkorszerűbb módszereinek alkalmazására. Ennek keretében egy komplex integrált lemezalakíthatósági vizsgáló rendszert valósítottunk meg, amely egy elektro-hidraulikus, számítógép vezérlésű lemezvizsgáló gépet és egy automatizált optikai alakváltozás-mérő rendszert foglal magába [12]. A berendezés fényképe látható a 6. ábrán.



6. ábra. Komplex lemezalakíthatósági vizsgálórendszer

A megvalósított berendezés nagy értékű szoftver segítségével lehetővé teszi a különféle korszerű lemezvizsgálatok elvégzését és kiértékelését, az alakítási folyamatok megbízható vége-selelemes modellezése szempontjából nélkülözhetetlen anyagjellemzők és összetett alakíthatósági jellemzők (alakítási határgörbék, alakítási határdiagramok) nagy pontosságú és jelentős mértékben automatizált meghatározását.

6. INNOVATÍV ÚJ ALAKÍTÓ ELJÁRÁSOK – INKREMENTÁLIS LEMEZALAKÍTÁS

A képlékenyalakítás területén az utóbbi időben számos új, innovatív alakító eljárás kidolgozása figyelhető meg. Ezek között az egyik figyelemre méltó kutatási terület az ún. inkrementális lemezalakítás, amely különösen a prototípus gyártásban és a kis sorozat gyártásban rendelkezik jelentős lehetőségekkel. E témakörben nemzetközi együttműködésben az Európai Unió által is támogatott EUREKA program keretében folyik átfogó kutatás a tanszéken [13]. A projekt átfogó célja az inkrementális lemezalakítás hatékonyságának fokozását elősegítő módszerek, valamint a szélesebb körű ipari alkalmazás feltételeinek kidolgozása. E célok elérése érdekében fő kutatási feladatként fogalmazzuk meg az alakítás kritikus paramétereinek megbízható meghatározását, az inkrementális lemezalakítás technológiai hatékonyságát fokozó módszerek kifejlesztését, az alakítási pontosság fokozását, az alakításhoz szükséges idő csökkentését és az alakítási határ kiterjesztését, az inkrementális alakítás numerikus modellezésére alkalmas vége-selelemes modell és módszer kidolgozását.

A projekt fontos célkitűzése a potenciális hazai ipari alkalmazás megvalósítása, szélesebb körű ipari bevezetése, elterjesztése, amelyet a közreműködő hazai ipari partnerrel közösen kívánunk megvalósítani. Az eddigi kutatási eredményekből több rangos hazai és nemzetközi szakközlemény jelent meg.

Az e témakörben folytatott kutatásokról jelen kiadványban is külön cikkben számolunk be részletesen.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A Szakcsoport tagjai – ez úton is – köszönetüket fejezik ki a közleményben felsorolt projektek nyújtotta támogatásokért, amelyek segítségével a bemutatott eredményeket elérhették. Kiemelt köszönetet mondunk azért, hogy egyes témakörök a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával folytatódhattak, illetve folytatódhatnak.

8. IRODALOM

- [1] GÁL G., SÁRVÁRI J., TISZA M.: Kutatási jelentés Trilex típusú kerekek gyártási problémáinak elemzése, fejlesztése c. témában, Ples Zrt. Borsodnádásd, 2006. pp. 1-33.
- [2] GÁL G., LUKÁCS ZS., SÁRVÁRI J., TISZA, M.: Kutatási jelentés ablaktörő motor gyártási technológiájának fejlesztéséről, Miskolci Egyetem, 2003. pp. 1-122.
- [3] KISS A.: A profilgörgőzés technológiája és szerszámai, Oktatási segédlet, ME MTT, 2003. pp. 1-32.

- [4] KISS A.: A profilgörgőzés technológiája és szerszámai - Példatár, Oktatási segédlet, ME MTT, 2003. pp. 1-32.
- [5] TISZA M.: Integrated process planning and tool design, Proc. IDDRG 2007 Conf., Győr, 21-23. May 2007. pp. 407-416.
- [6] TISZA M.: Anyagtudományi eredmények és számítógépes módszerek a képlékenyalakításban, DSC értekezés, MTA, Miskolc-Budapest, 1995. pp. 1-85.
- [7] CHENOT, J. L., TISZA M. et al: Physical and Numerical Modelling of Material Forming Processes, PECO-NIS projekt, 1994-1998., Ny. sz.: ERBCIPDT 940632
- [8] TISZA M. et al.: Numerikus modellezés a mechanikai technológiákban, OTKA projekt, Ny.sz.: OTKA-037437. Miskolc-Budapest, 2002-2006.

- [9] TISZA M.: A végeelemes módszer alkalmazása az anyagtudományban és az anyagtechnológiákban, OTKA Tudományos Iskola projekt, Ny.sz.: NI 61724/2004., Miskolc, 2004-2008.
- [10] CHENOT, J. L. CHASTEL Y., TISZA M.: Virtual Intelligent Forging, EU FP6, Ny.sz.: NMPT2-CT-2004-507331, Sophia Antipolis, 2004-2008.
- [11] TISZA M., GÁL G., LUKÁCS ZS.: Lemezalakítás végeelemes modellezése,
- [12] KOVÁCS P., TISZA M.: Investigation of Forming Limit Diagrams, IDDRG 2009, Colorado, Golden, USA.
- [13] Inkrementális alakítás, EUREKA project, Ny. sz.: EUREKA_HU_08_ISMFP_ME, OMFB-220/2008.



VILÁGÚJDONSÁG

SOYER Magyarország Kft.
8000 Székesfehérvár Sereg u. 1-5.

Tel.: 22/504-427
Fax.: 22/504-428

www.soyer.hu
info@soyer.hu



Világújdonság
Saját fejlesztés
Soyer szabattalom

A leggazdaságosabb megoldás az emberi hibák kizárására Gyártást támogató LED KIJELZŐ

MADE IN GERMANY 





Az új BMS-9 újra forradalmasítani fogja a csaphegesztési technológiát. Most először válik lehetővé, hogy a kezelő az üzemállapotot, egy, a forgalmi lámpák elvén működő LED segítségével gyorsan felismerhesse. Ha a csaphegesztő berendezés üzemkés, a LED zölden világít, amennyiben valamilyen zavar áll fenn, a LED pirosan világít. **A körívű LED kijelzőnek köszönhetően az üzemállapot bármilyen szögből leolvasható.** Ez nagymértékben megkönnyíti a kezelő munkáját, és ezzel tovább javítja a termelékenységet és a létrehozott hegesztések minőségét.

High-Tech-Inverter BMK-12i Soyer helyesúlyú csaphegesztő berendezés

MADE IN GERMANY 



BMK-12i a következő előnyökkel bír:

- 6.8 kg súly, ideális mobilis alkalmazásra
- új inverter technológia
- könnyű kezelés
- hegesztési áram 800 A
- tökéletes csaphegesztési eredmény M12 méretig
- magas teljesítmény, kompakt felépítés
- integrált védőgázos üzemmód
- minimális energiaszükséglet

A PS-9 hegesztőpisztolyhoz tartozó vadonatúj fejlesztésű csaptartó használatával egyszerűbbé válik a hegesztés. (Szabadalmi szám: DE 102010 001 629.2). A hagyományos csaptartókkal ellentétben, **az új típusú befogópatronnál nem szükséges** a csapkilógást egyesével beállítani és **a csaptartót a különböző hosszúságú (6-40mm) csapokhoz igazítani.** Így használatával nemcsak időt takarít meg, de egyben kizárja a csaptartó rossz beállításból eredő hibákat.












Új fejlesztésű - minőségellenőrző Externet szoftver

A minőségellenőrző rendszer már nem csak a CNC-rendszerek kiváltsága, hanem a továbbfejlesztett változata már a kézi pozicionálású berendezésekhez is elérhető. **A digitális kijelzésen kívül,** amennyiben a hegesztési eredmény **nem 100%-os,** a berendezés **nem engedi** a következő hegesztési folyamatot, vagyis csak a rossz eredmény törlése után enged továbblépni. A szoftver segítségével **nyomon követhetővé válnak** olyan fontos mérhető paraméterek, mint a hegesztő-áram, a hegesztési feszültség és idő, csap emelése, bemerülési mélysége. Ezáltal lehetővé válik a hagyományos csaphegesztők teljesítőképességének - minőség-felügyelet nélküli -, olcsó átalakítása, a **DIN EN ISO 9000 szabványnak** megfelelően. A hegesztési eredmények számítógépre menthetőek, ami azonnali nyomon követést, dokumentálást, későbbi hegesztési eredmények dátumhoz kötött visszakeresését biztosítja.