

SZÁMÍTÓGÉPPSEL SEGÍTETT JAVÍTÓ- ÉS FELRAKÓ HEGESZTÉS TERVEZÉS

COMPUTER AIDED PROCESS PLANNING OF SURFACING AND REPAIR WELDING

Dr. Palotás Béla*

ABSTRACT

The surfacing and repair welding are very economical processes in the practice. Expensive tools, elements of machines can be renewed with repair welding in more economical way than investigation of new ones. The surfacing is applied for cladding of elements when the production of them is more economical. The surfacing is applied as repair welding many times, so it is an important process in the practice as well. The process planning of repair welding and surfacing is a complicated task, so they require high level qualified specialists and much experience. If the specialists have a computer system for helping of this process planning in the practice it would be very useful. The article shows a possible variant of CAPP of Surfacing and Repair welding.

BEVEZETÉS

A javító és felrakó hegesztés alkalmazása a gyakorlatban jelentős gazdasági előnyökkel jár. Újjonnan nehezen beszerezhető, illetve drága szerszámok, berendezés alkatrészek újíthatók fel javító hegesztéssel, annál lényegesen olcsóbban mint amennyibe az új szerszámok, vagy alkatrészek beszerzése kerülne. A felrakó hegesztés is igen fontos technológia a gyakorlatban, hiszen rétegek hegesztésével az alkatrészek ára jelentősen csökkenthető, illetve a javító hegesztés is sokszor felrakó hegesztést jelent. A javító- és felrakó hegesztés tervezése a gyakorlatban magas szaktudást, tapasztalatokat igényel, így ha olyan számítógépi program áll a szakemberek rendelkezésére amely ezt a tervezést segíti, az nagyon hasznos lehet [1].

A továbbiakban ismertetünk egy olyan számítógépi rendszertervet, amely a javító-, felrakó hegesztés egy lehetséges számítógéppel segített tervezését kísérli meg bemutatni.

A számítógéppel segített tervezéseknél az emberi tényező hatása csökkenthető, kevesebb szaktudással is tervezhetők a technológiák és gyorsabban készíthetők el a hegesztési utasítások.

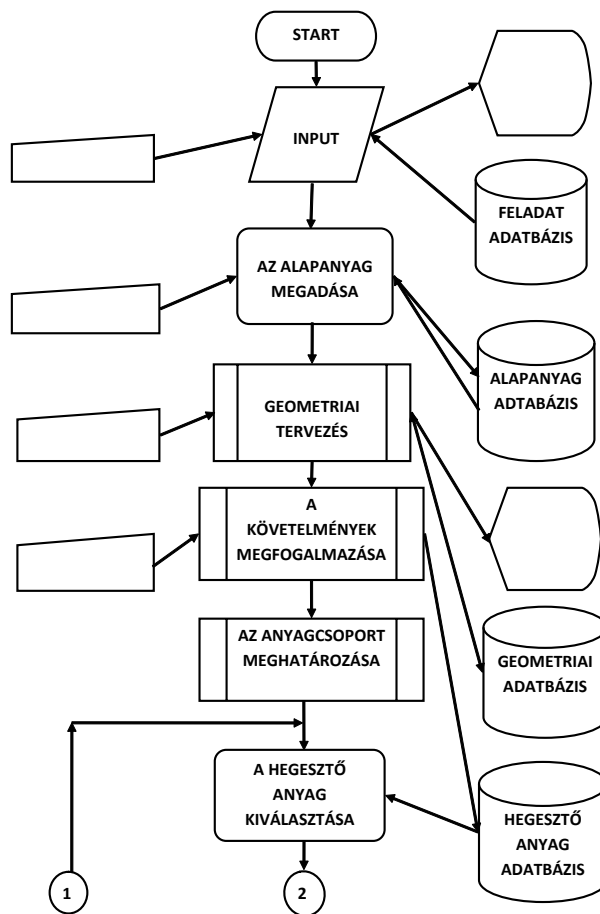
*egyetemi docens, Dunaújvárosi Főiskola, Műszaki Intézet, Anyagtudományi Tanszék, tanszékvezető, e-mail: palotasb@mail.duf.hu

1. SZÁMÍTÓGÉPI RENDSZERTERV

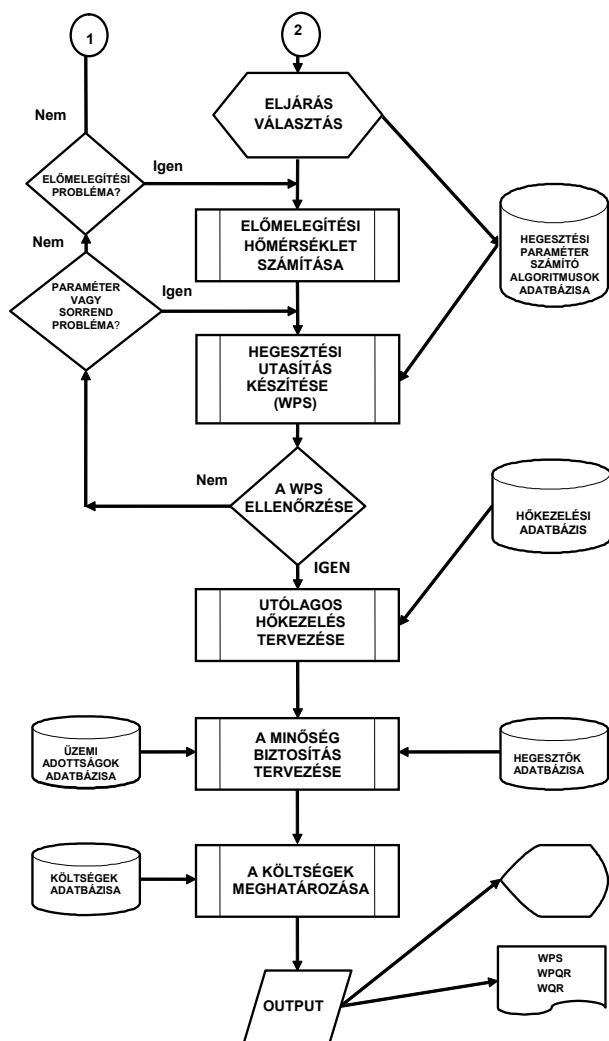
Minden számítógépi program működésének igényességét az adatbevitel szintje határozza meg. Javító- és felrakó hegesztésnél is igen fontos az, hogy minden szükséges adatot összegyűjtsünk a tervezéshez.

A javító- illetve felrakó hegesztéshez készített számítógépi rendszer terve az 1. és 2. ábrán látható.

Az adatbevitel az alapanyag megadásával kezdődik, és a geometriai tervezéssel folytatódik. Ha már hasonló feladatot terveztek a programmal, akkor a már ismert adatok behívhatók és az adott feladat szerint módosíthatók. A tervezés a réteggel szemben támasztott követelmények megfogalmazásával folytatódik.



1. ábra. Javító- és felrakó hegesztési program rendszerterve, 1. rész



2. ábra. Javító- és felrakó hegesztési program rendszerterve, 2. rész

A követelmények ismeretében határozható meg az az anyagcsoport, amelyből kiválasztott hegesztőanyag megfelel a réteggel, vagy a kötéssel szemben támasztott követelményeknek. A hegesztőanyagok ellenőrizhetők egy adatbázisban, hogy rendelkezésre állnak-e vagy sem. Abban az esetben, ha csak egy adott eljáráshez létezik hegesztőanyag, akkor a hegesztési eljárás is adott. Abban az esetben, ha többféle hegesztőanyag is létezik, a hegesztési eljárás kiválasztása a következő lépés.

Természetesen máshogyan számoljuk a hegesztési paramétereket a különböző eljárásoknál.

Felrakó hegesztésnél szükséges lehet előmelegítés az alapanyag miatt is, és szükség lehet a hegesztőanyag miatt is a repedések elkerülése céljából.

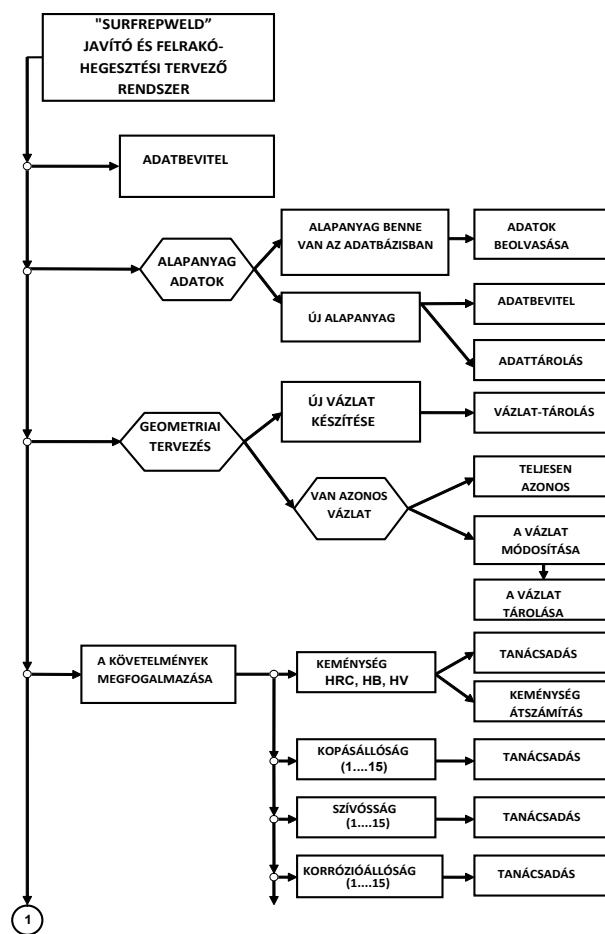
Az adott hegesztési eljárásához elkészítjük a hegesztési utasítást. A hegesztési utasítás ellenőrzése után lehetőség van módosításokra. A hegesztési utasítás elfogadása után, az utólagos hőkezelés előírása következik.

Mint minden hegesztésnél, ebben az esetben is fontos a minőségbiztosítási előírások megfogalmazása. Ezután költségek számítása következhet, majd az adatkivitel.

Az adatkivitelben meg kell jelentetni a bemeneti adatokat és a tervezés során meghatározott adatokat is. A rendszerterv rövid ismertetése után részletesebben is bemutatjuk a tervezés fő részeit.

2. A TERVEZÉS RÉSZLETEI

A 3. ábrán az adatbevittelt láthatjuk részletesebben. Az adatbevétel során fontos, hogy azt minél részletesebben, de minél egyszerűbben oldjuk meg. Abban az esetben ha az alapanyag benne van az adatbázisban akkor az alapanyag adatai rendelkezésre állnak, ha eddig nem használt anyagról van szó, akkor az alapanyag adataival célszerű bővíteni adatbázisunkat.



3. ábra. Az adatbevétel (folytatás a 4. ábrán)

Hasonlóan gondolkodtunk a geometriai tervezésnél is, hiszen gyakran van hasonló felrakó hegesztési vagy javítási feladat adott üzemben, ilyenkor az adatbevétel egyszerűsíthető az adatok módosításával. Ebben az esetben is célszerű az új geometriai adatok részletes bevitelére és adatbázisban való rögzítésére.

A tervezés talán legfontosabb lépése a rétegekkel szemben, illetve a kötéssel szembeni követelmények megfogalmazása. Ehhez dr. Béres Lajos Úr által kidolgozott szempontrendszer [2] használjuk fel.

Béres Tanár Úr a szükséges keménységen túl, további 6 szempontot vett figyelembe és ezek szerint azonosította a hegesztő anyagokat. Ilyen szempontok:

- a kopásállóság (1 ... 15),
- a szívósság (1 ... 15),
- a korrózióállóság (1 ... 15),
- az üzemi hőmérséklet, °C – ban,
- az üzemi hőmérséklet ingadozása (1 ... 15),
- a relatív ár (1 egység az ára az 1 csoportba sorolt, ötvözetlen szerkezeti acélnak).

Abban az esetben, amikor a jellemző tulajdonságok nem számszerűsíthetők, akkor az adott követelmények 1 ... 15 – ig megadott számmal értékelhetők. A nagyobb

szám a nagyobb mértékű ellenállásra utal.

A hegesztőanyagok csoportosítása, az adott anyagra jellemző kémiai összetétel és az előző követelmények szerint megadott jellemzők az 1. táblázatban láthatók. A táblázatot kiegészítettük az adott keménységnek és kémiai összetételnek legjobban megfelelő hegesztőanyag DIN kódjával. Azért választottuk a DIN 8555 szerinti besorolását a hegesztőanyagoknak, mert ezt a hegesztőanyag katalógusok megadják. A kódban szereplő anyagcsoport nem egyezik meg az 1. táblázatban szereplő 47 anyagcsoporttal, bár van közöttük átfedés. A megadott 47 anyagcsoport részletesebb és igényesebb felosztást mutat.

Csoport szám	Kémiai összetétel, %										Követelmény						DIN Kód**
	C	Mn	Cr	Mo	Ni	W	Si	Co	Egyéb	HRC (HB)	1*	2*	3*	4*	5*	6*	
1	0.1	1								(150)	1	10	1	200		1	Eltérő kód
2	0.1	2	1							(250)	2	9	1	300		1.5	1-250
3	0.2	2	2	1	1					(300)	3	8	1	300		3.5	1-300
4	0.2	2	3					2		(350)	4	7	1	300		3	1-350
5	0.4	3	2							(400)	5	6	1	300		3	1-400
6	0.5	1	2					2		50	6	5	1	300		2.5	1-500
7	0.5		6	1				3		55	7	4	2	300		3.5	6-55
8	0.6	3	8					2		60	8	3	2	350		4	6-60
9	0.7	1	4	6						60	8	4	1	550		10	4-60
10	3.3		25							53	9	3	3	400		5.5	10-55
11	3.4		30					1		58	10	3	4	400		6	10-60
12	3.5		7	1				2		60	10	2	2	300		5.5	10-60
13	4.4		33							61	10	1	4	400		5	10-60
14	5		23					1	Nb=1	63	11	1	4	400		6.5	10-65
15	5		40							64	12	1	5	400		6.5	10-65
16	5		20	6		2			Nb=5	65	13	2	3	500		15	10-65
Csoport szám	Kémiai összetétel, %										Követelmény						DIN Kód**
	C	Mn	Cr	Mo	Ni	W	Si	Co	Egyéb	HRC (HB)	1*	2*	3*	4*	5*	6*	
17	5		20	6				11		65	13	3	6	500		25	20-65
18	1.0		28			5		63		42	8	11	12	700		145	20-40
19	1.5		28			10		56		50	9	10	11	700		140	20-50
20	2.0		28			15		51		55	10	9	11	700		135	20-55
21	2.5		32			20		44		58	11	8	10	700		130	20-60
22	5.5		25					60		60	12	7	11	700		140	20-65
23	0.9		33		52	10	2		B=1	40	8	10	12	700		145	22-40
24						80			Fe=R	66	15	2	2	300		90	21-65
25					20	80				66	15	6	4	500		110	21-70
26						60			Fe=R	65	14	2	2	300		80	21-65
27	0.8		4	8		2			V=2	60	10	7	2	550		10	4-60
28	0.8		5	5		6			V=2	62	11	6	2	550		13	4-65
29	0.9		5			18			V=1	63	12	5	2	550		26	4-65
33	0.8		4	1					V=1	60	10	5	2	500		4	2-60
34	0.2		2			4				45	7	9	2	550	8	7	3-45
35	0.3		3	2		5				50	8	9	2	550	9	9	3-50
Csoport szám	Kémiai összetétel, %										Követelmény						DIN Kód**
	C	Mn	Cr	Mo	Ni	W	Si	Co	Egyéb	HRC (HB)	1*	2*	3*	4*	5*	6*	
36	0.4		3			10				52	9	9	2	600	10	15	3-55
37	0.4		7	3		1				57	10	8	2	550		16	3-60
38	.04			8	12			14		(500)	7	11	9	350	12	30	4-55
39	.04		17	17	60	5				(350)	6	11	10	700	15	50	23-350
40	0.3		20		10	15		54		(240)	7	12	13	700	15	130	20-250
41	0.4		24	5	5			62		(350)	8	12	14	700	15	140	20-350
42	1.2	13								(220)	12	12	1	200		2.5	7-200
43	0.7	13			3		1			(220)	11	13	1	200		3.5	7-200
44	1.0	16	9						Nb=3	(250)	11	14	3	250		5.5	7-250
45	0.5	15	20							(250)	10	15	8	250		6	7-250
46	0.1	6	18		8		1			(200)	9	15	12	350		7	8-200
47	0.1		29		9					(250)	10	14	15	350		7	9-250

1. táblázat

* 1: Kopásállóság 2: Szívósság 3: Korrózióállóság 4: Üzemi hőmérséklet 5: Az üzemi hőmérséklet ingadozása 6: Relatív ár.

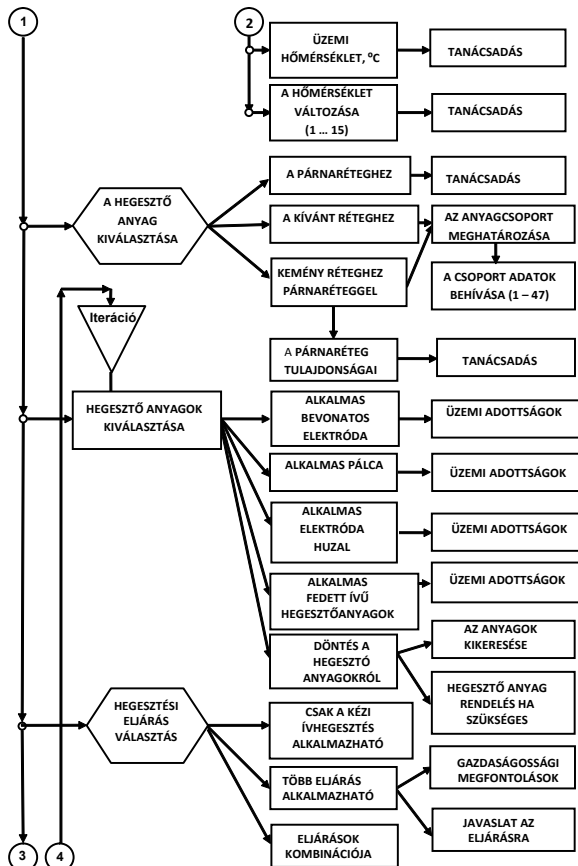
** A kódban az első karakter a hegesztési eljárástól függ, E: Elektroda, bevont elektródás kézi ivhegesztéshez, MSG: Fogyóelektrodás védőgáz ivhegesztés huzalelektrodája, WSG: AWI – hegesztő pálca, UP: Fedett ív hegesztő huzal, MF: Portöltetű huzal, G: Lánghegesztő pálca. R: (Rest) maradék. A 24–25–26. sorban a W alatt, WC-ot kell érteni.

A hegesztőanyaggal szemben megfogalmazott követelmények alapján kiválasztható a szükséges hegesztőanyag csoport (1. táblázat szerint), majd a tervezés a 4. ábra szerint folytatódik. A hegesztőanyag csoport ismeretében az adatbázisban ellenőrizhető, hogy van-e ilyen anyag az üzemben. Ha nincs ilyen hegesztőanyag az üzemben, akkor gyártói katalógusokból kiválasztható a szükséges hegesztőanyag, amellyel célszerű a hegesztőanyag adatbázisunkat bővíteni. Ha több eljáráshoz is rendelkezésre áll a szükséges hegesztőanyag, akkor célszerű a leggazdaságosabb eljárást alkalmazni, persze az üzemi adottságokat itt is figyelembe kell venni.

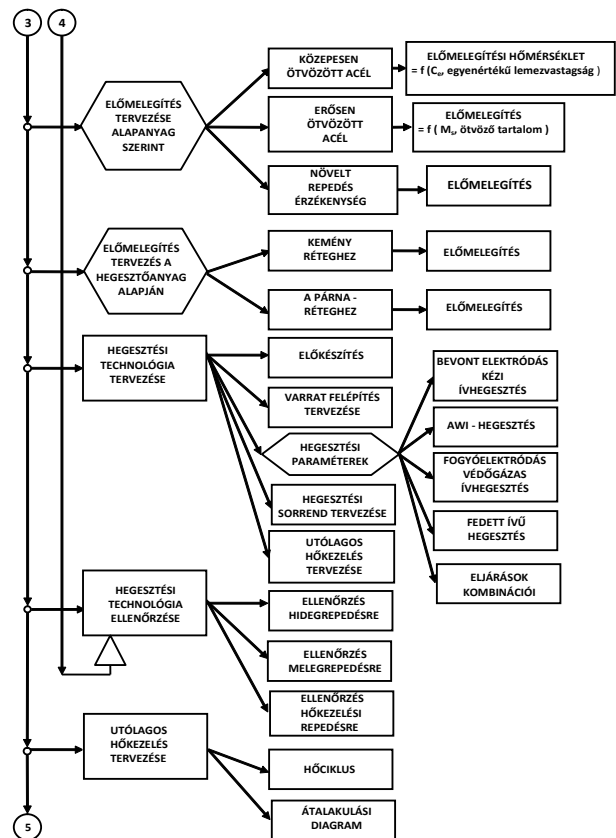
Több hegesztőanyag alkalmazásakor hasznos a párnaréteg alkalmazása. A párnaréteg egy nagy alakváltozó képességű réteget jelent, amellyel megakadályozható a keményrétegekben gyakran keletkező repedések terjedése. A párnaréteg szükségességéről dönteni kell, hiszen ilyenkor több hegesztési eljárás is szóba jöhet.

Sokszor a hegesztőanyagok közül csak bevonatos elektróda, vagy portöltetű huzal létezik, így a hegesztési eljárás is adott ha csak egyféle hegesztőanyag létezik.

A tervezés következő lépése az előmelegítés tervezése (5. ábra). Az előmelegítés szükséges lehet az alapanyag miatt is, de sokszor a hegesztőanyag is igényel előmelegítést. Az előmelegítés tervezése külön dolgozat témája lehet, így csak egy összefoglalást mutatunk be az előmelegítések szokásos értékeire (2. táblázat) [2] felhasználásával.



4. ábra. A hegesztőanyagok kiválasztása (folytatás az 5. ábrán)



5. ábra. A hegesztési munkarend tervezése (folytatás a 6. ábrán)

Az előmelegítés meghatározására léteznek számítási módszerek, ezek részletezésétől most eltekintünk. A hegesztési technológia tervezésének lépései a következők:

- Az előkészítés tervezése,
 - A varrat felépítés tervezése,
 - A hegesztési paraméterek meghatározása, amely az alkalmazott hegesztési eljárástól függ,
 - A hegesztési sorrendek tervezése,
 - Utólagos hőkezelés, a varratok utókezelésének tervezése,
 - A Hegesztő minősítésének előírása,
 - A hegesztő berendezések, esetleg készülékek előírása.
- A hegesztési technológia ellenőrzése a repedések elkerülése szempontjából fontos, így a
- hidegrepedés elkerülése,
 - a kristályosodási repedés elkerülése,
 - a hőkezelési repedések elkerülése
- szempontjából. Ezekre az ellenőrzésekre is léteznek számítási módszerek, tehát az ellenőrzések is elvégezhetők számítógéppel. Abban az esetben, ha az előmelegítés elkerülhető, az gazdasági – és hegesztés-technikai előnyökkel is jár, így célszerű egy iterációval meghatározni azt a munkarendet amellyel az előmelegítés elkerülhető, illetve a hőmérsékletek csökkenthetők.
- A tervezés következő lépése a szerkezet/alkatrész szempontjából szükséges utólagos hőkezelés megtervezése. Ez a hőkezelés lehet nemesítés, normalizálás de akár egy ausztenites edzés is, a feladattól függően.

Alapanyag \ Varratfém	Előmelegítési hőmérséklet, lásd táblázat alsó részében												
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Legfeljebb 300 ...350 HB (1)	A	D	E	F	H	E	B	X	A	H	H	A	A
Legfeljebb 40 ... 45 HRC (2)	C	C	C	F	H	X	X	X	C	H	H	C	C
Legalább 40 ... 45 HRC (3)	E	E	E	F	H	X	X	X	E	H	H	E	E
Közepesen ötvözött szerszámacél (4)	F	F	F	F	H	X	X	X	F	H	H	F	F
Erősen ötvözött szerszámacél (5)	G	G	G	G	G	X	G	X	G	G	G	G	G
Ferrites krómaceél (6)	O	O	O	O	X	E	E	X	A	H	H	E	E
Auszenites Cr – Ni acél (7)	X	X	X	X	X	E	B	B	A	H	H	A	A
Auszenites Mn – acél (8)	X	X	X	X	X	X	B	B	B	X	X	B	B
Auszenites Cr – Mn acél (9)	A	C	C	C	H	E	A	B	A	H	H	A	A
(10): Keményötvözet varrat	A: Előmelegítés nem szükséges, de nagy szelvényméreteknel 100 – 200 °C előnyös												
(11): WC szemcsék, Fe vagy Co bázissal	B: Előmelegítés káros												
(12): WC szemcsék, Ni bázisú	C: Előmelegítés C_{ekv} –ből számítható												
(13): Co vagy Ni bázisú lágyötvözet	D: Előmelegítési hőmérséklet: 100 ... 200 °C												
H: Előmelegítési hőmérséklet: 400 ... 600 °C	E: Előmelegítési hőmérséklet: 150 ... 300 °C												
O: Az alapanyag – varrat párosítás nem szokásos	F: Előmelegítési hőmérséklet: 250 ... 400 °C												
X:Az alapanyag – varrat párosítást kerülni kell.	G: Auszenites előmelegítés: 400 ... 600 °C-ra												

2. táblázat

A 6. ábra mutatja a tervezés utolsó lépéseit és az adatkivitel.

A minőségbiztosítás keretében roncsolásmentes és roncsolásos eljárások előírására is gondolnunk kell, az előbbieket a javított vagy felrakó hegesztett szerkezetre kell érteni, míg a roncsolásos vizsgálatok elsősorban a hegesztési utasítás jóváhagyására végzett vizsgálatokat jelenti. A javító-, illetve felrakó hegesztésre készülő hegesztési utasítások (WPS – k) annyira egyediek, hogy az eljárás vizsgálatokra mindig gondolni kell.

A tervezés következő lépései a költség becslések, ezeket nem hajtják végre minden esetben, de ha ilyen adatok ismertek, azok hasznosak lehetnek.

Az adatkivitel képernyőre történik, itt célszerű még lehetőséget biztosítani az adatok ellenőrzésére, módosítására és természetesen a kinyomtatásra. Az adatkivitelből látszania kell mi a feladat és annak megoldására mit javasol a számítógép.

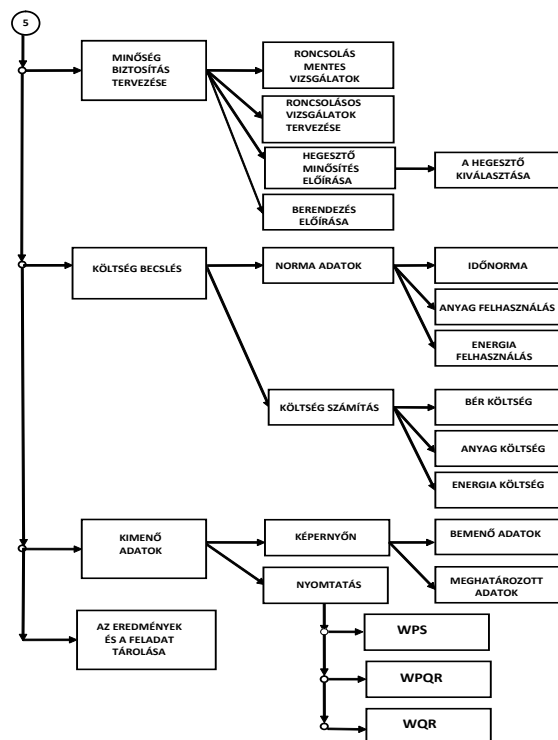
3. A JAVÍTÓ- ÉS FELRAKÓ HEGESZTÉS ALKALMAZÁSA A GYAKORLATBAN

A javító- és felrakó hegesztésre számos példát találhatunk a gyakorlatban, ezek közül néhányat a 7. ábrán mutatunk be. Az ábrán látható számok azt mutatják, hogy az adott szerkezet, alkatrész javításakor melyik osztályba sorolt hegesztőanyag alkalmazása bizonyult már sikerrel alkalmazhatónak (lásd 1. táblázat).

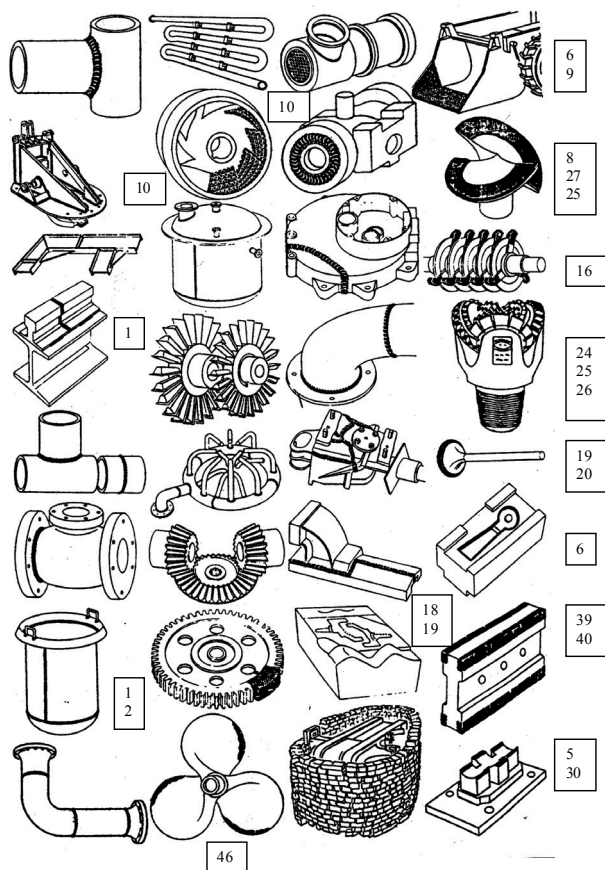
A javító- és felrakó hegesztés tervezésekor azt is figye-

lembe kell venni, hogy a varrat felépítési sorrendek, a hegesztési sorrendek eltérőek a kötőhegesztéseknél megszokott és általában alkalmazott sorrendektől.

A felrakó hegesztésnél alkalmazott sorrendekről a [3] – ban található jól használható összeállítást.



6. ábra. A minőségbiztosítás tervezése és a kimenő adatok



7. ábra. Tipikus példák a javító- és felrakó hegesztés alkalmazására

ÖSSZEFOGLALÁS

A javító és felrakó hegesztés a gyakorlatban számos gazdasági előnnyel jár, de a tervezése jelentős szaktudást igényel. Ha létezik egy olyan számítógépi program, amely több szakértő tudását felhasználva készül el, akkor az sokat segíthet a gyakorlatban a javító- és felrakó hegesztés tervezésében.

A cikk egy ilyen számítógépi rendszer lehetséges felépítését mutatja be, részletezve a tervezés egyes lépéseit. A tervezés legfontosabb eleme a hegesztőanyag kiválasztás, amely a [2] felhasználásával készült. A

rétegekkel, vagy a kötésekkel szemben támasztott követelmények megfogalmazása esetén a hegesztőanyagok egyszerűen kiválaszthatók. Ez sokszor meghatározza a hegesztési eljárást is és a szükséges előmelegítést.

A bemutatott rendszer alapján készülő számítógépi program alkalmazása a gyakorlatban számos műszaki és gazdasági előnnyel jár.

SUMMARY

The application of surfacing or hardfacing and repair welding has much advantage, but process planning of them is required high qualification of Specialists. If we have a computer program for process planning of repair welding and surfacing then it is very useful in the practice.

The article presents a possible building up of a computer aided process planning system of repair welding and surfacing with a detailed showing of elements of planning. The most important part of the system is the selection of welding consumable is based on [2]. The determination of requirements of cladding or joint of elements the selection of consumable is a simple task. The consumable is determining the welding processes and preheating temperatures many times.

Application of a computer program prepared on the basis of presented system has much economical and technical advantage in the practice.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] DR. PALOTÁS B.: A hegesztés modellezésének hazai és nemzetközi helyzete. XI. Országos Hegesztési Tanácskozás, Budapest, 2002. március 28-29., GTE, p.:105–119.
- [2] DR. BAUER F., DR. BÉRES L., DR. BURAY Z., DR. SZITA L.: A hegesztés anyagismerete és a hegesztéstechnológia alapjai, BME, MTI, Budapest, 1995. (Jegyzetszám: 5346)
- [3] DR. ROMVÁRI P., BÉRES L.: Javító és felrakóhegesztés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.