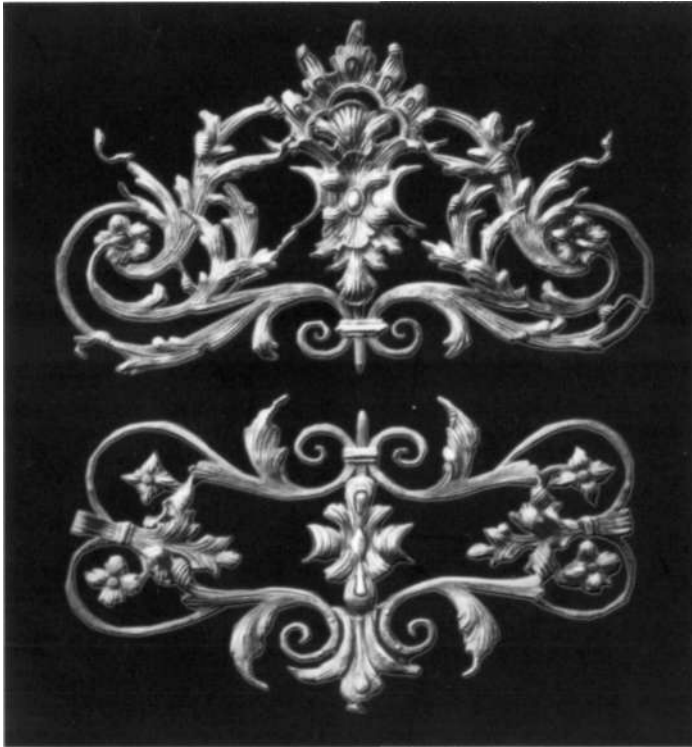


DR. SEREGI GYÖRGY - KRISTÓFI ÁKOS

KOVÁCSMŰVESSÉG



FŐSZERKESZTŐ:

KOVÁCS IMRE

Főszerkesztő:
KOVÁCS IMRE

Szakmailag lektorálta:
SEREGI GYÖRGY kovács iparművész

A fotókat készítették:
JULIÉN MONCEL (6. fejezet),
MILOS JÓZSEF, MOLNÁR RUDOLF (4. fejezet),
SEREGI GYÖRGY, SZILÁGYI EDIT

ISSN 1587-1975
ISBN 963 513 184 4

Kiadja az Építésügyi Tájékoztatási Központ Kft.
Felelős kiadó: *dr. Hamvay Péter* igazgató. Kiadóvezető: *Karácsony Tiborné*
Kiadói szerkesztő: *Ágoston Jánosné*
Műszaki szerkesztő: *Zaffiry Kálmán*
Tervező-szerkesztő: *Kása József*
Azonossági szám: 52/2003
Nyomdai munkák: Grafika-Press Rt.
Budapest, 2005

Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----------|
| 1. A kovácsoltvas-művesség története | 5 |
| 2. Anyagismeret | 7 |
| 2.1. Az acél előállítás..... | 7 |
| 2.2. Kovácsolható anyagok..... | 8 |
| 2.2.1. Ötvöztelen vagy szénacél..... | 9 |
| 2.2.2. Ötvözött acél..... | 13 |
| 2.3. Félkész termékek..... | 19 |
| 2.4. Az anyagminőség meghatározása..... | 24 |
| 3. A kovácsműhely kialakítása és berendezése | 27 |
| 3.1. Követelmények, a vas megmunkálása..... | 27 |
| 3.2. A kovácsműhely kialakítása..... | 32 |
| 3.3. A kovácsolás hevítőberendezései..... | 34 |
| 3.3.1. A kováctűzhely..... | 34 |
| 3.3.2. Üzemi kemence..... | 35 |
| 3.4. Üllők, üllőbetétek, kalapácsok..... | 36 |
| 3.5. Tűzifbgók..... | 40 |
| 3.6. Satuk..... | 41 |
| 3.7. Egyengető- és lyukasztólapok..... | 42 |
| 3.8. Szabadalakító kovácsológépek..... | 42 |
| 3.9. A kovácsműhely gépei..... | 47 |
| 3.10. Mérészközök..... | 51 |
| 4. Megmunkálás, gyártástechnológia | 53 |
| 4.1. A meleganyag megmunkálása..... | 53 |
| 4.1.1. Nyújtás..... | 54 |
| 4.1.2. Duzzasztás, zömítés..... | 58 |
| 4.1.3. Lépcsőzés, nyakalás..... | 59 |
| 4.1.4. Hajlítás..... | 61 |
| 4.1.5. Csavarás..... | 63 |
| 4.1.6. Levágás, darabolás..... | 64 |
| 4.1.7. Hasítás..... | 67 |
| 4.1.8. Lyukasztás..... | 68 |
| 4.1.9. Kovácshegesztés..... | 69 |
| 4.1.10. Simítás, egyengetés..... | 70 |
| 4.1.11. Süllyesztékes vagy ódorkovácsolás..... | 71 |
| 4.1.12. Melegalakító szerszámok hőkezelése..... | 71 |
| 4.2. Megmunkálás meleg és hideg állapotban..... | 73 |
| 4.2.1. Faragás..... | 73 |
| 4.2.2. Domborítás..... | 74 |
| 4.2.3. Erezés..... | 75 |



1.2. ábra. Kovácműhely a középkorban



1.3. ábra. Belső barokk rács,
Johanneskapelle, Bécs. Készült 1738-ban

az ókor óta nem változtak (1.2. ábra), sol szór még ma is a kovács maga készíti őket. *i* mestert segítő és a vas előállításához szükséges gépek technológiai fejlődése viszont változott. Ezeknek a gépeknek a fő célja a sok szorosítás és a gyorsaság volt.

A korai középkorban nem született vasművesség fejlődését lényegesen befolyásoló alkotás, hiszen a vas igazi diadalútját a 10. századtól kezdte meg, amely során - városiasodásnak és a templomépítészetnél köszönhetően - az építészet alkalmazott művészetévé vált. Kezdetben csak a célszerűség volt fontos (ajtóvasalások, kulcsok, zárrak, rácsok), később egyre inkább használták díszítésre is, pontosabban a célszerűség összefonódott a díszítő- és a hasznosság céllal. Bútorok, csillárok, kandeláberek gyertyatartók, szentségtartók, szélkakasok ékszerládák készültek már a 10. század végétől. A következő századok során egyre jobban kiszélesedett a kovácsoltvas felhasználási területe, de végig megmarad az építészet szolgálatában is.

A reneszánsz századaiban (14–16. század) a világi alkalmazás lépett előtérbe. Kutal lezárása, polgári házak és paloták ablakai cégérek, fáklyatartók, berendezési tárgyak kerestek maradtak fenn az utókor számára. Egy 18. századi jellegzetes barokk alkotás látható az 1.3. ábrán.

A 17-18. század a barokk és rokokó időszak, a mintalapok elterjedésének kora volt és elismert, megbecsült mesterségnek számított.

tott a vasművesség, az iparművészet más ágaival együtt. A mintalapok formák és díszítési egységek gyűjteményei, melyek elősegítették az egyes stílusváltozatok expanzióját, és így egyes iskolák hatást gyakorolhattak Európa más területeire. Ezeket a mintalapokat aztán évtizedekig használták, sőt a 19. században az eklektikus és historizáló időszakban újra támpontot nyújtottak a mestereknek.

A 19. század az öntöttvas ipari térhódításának a kora. A század közepétől elterjedt az építészeti alkalmazásban. Korlátok, kapuk, rácsok, kerítések, lámpaoszlopok, előtetők, zászlótartók készültek belőle. A belsőépítészet területén csillárokat, falikarokat, tűzi szerszámkészleteket, bútorokat találunk. Szerencsére a századforduló művészete újra hangsúlyozta a vas tűzi megmunkálását és kézi kovácsolását, köszönhetően az iparművészeti forradalomnak, melyet a preraffaeliták szorgalmaztak, s a szecessziós mozgalmak tárgyiasítottak.

A 20. században tovább élt a vasművesség minden hagyományos területen, de megnőtt a tisztán esztétikai funkciót hordozó alkotások száma kisplasztikák, vasszobrok, emlékművek formájában. Templomokban szentélyrácsokat, tételválasztó rácsokat, csillárokat, gyertyatartókat, könyvtartó állványokat készítettek kovácsoltvasból már a középkor óta.

2. Anyagismeret

2.1. Az acél előállítása

Azok a fémek, amelyek egy adott hőmérsékletre felmelegítve képlékenyek, *kovácsolhatók*. *Képlékenynek* azt a testet nevezik, amelynek két szomszédos részecskéje meghatározott nagyságú külső erő hatására eltolódik egymáson anélkül, hogy közöttük az összefüggés megszűnne, és ebben az eltolódott helyzetben alakja megmarad az erőhatás megszűnte után is. A képlékenység mértéke az alakváltozás, amelyet létrehozhatnak a szakadás vagy törés bekövetkeztéig.

Ilyen tulajdonsággal rendelkezik a legtöbb fém, így a réz, a rézötvözetek, a bronz, az alumínium és leginkább a vas legtöbb ötvöze, amelyeket *acélnak* neveznek.

Az acélgártás alapanyaga a *nyersvas*, amelyet *vasércből* (magnetit, hematit, limonit stb.) kohászati úton állítanak elő. Az acél tehát melegen alakítható vasötvözet. Legfontosabb ötvözőeleme a *szén* (karbon). Ez szabja meg elsősorban az acélok tulajdonságait. A szénen kívül az acél nélkülözhetetlen alkotóeleme a *szilícium* és a *mangán*. Az acélok széntartalma kisebb 2%-nál, olvadáspontjuk 1536 °C.

A nyersvasat az acélgártás folyamán szabadítják meg felesleges szén-, szilícium- és mangántartalmától, valamint más szennyezőktől, így pl. a kénről és a foszfortól. A folyamathoz tartozik az acélötvözetek előállítása is. A korszerű acélgártás ívfényes elektrokemencében, illetve felső hivatásos, oxigénes konverterben történik.

Az acél lehet:

- ötvöztelen vagy szénacél, illetve
- ötvözött acél.

Az *ötvöztelen acél* a szénen kívül nem tartalmaz olyan ötvözőt, amely az acél mechanikai tulajdonságait módosítja; csak olyanokat, amelyek a kikészítéshez (dezoxidáláshoz) szükségesek.

Az *ötvözött acélnél* az ötvözők össz mennyisége (szén nélkül) általában 5-10% között van. Az 5% alattiakat gyengén ötvözöttnek nevezik (pl. légköri korrózióknak ellenálló szerkezeti acél).

A folyékony acélból *tuskókat* öntenek, amelyek szerkezete és a belőlük gyártott félkész termék minősége legnagyobb mértékben az acél csillapításának a módjától függ. A *csillapított acél* tuskója felöntő fejben végződik, ahol a gázzárványok, szennyezők összegyűlnek, ezért maga a tuskó szerkezete egyenletesebb, belsőjében kevesebb a hiba. A kovácsolt elemekhez többnyire a *csillapítatlan acél* is megfelelő.

Az acél *hőkezelésénél* az anyagot olvadáspontjánál alacsonyabb hőmérsékletre melegítik, bizonyos ideig azon tartják, majd meghatározott sebességgel lehűtik.

Legfontosabb hőkezelési eljárás kovácsolási szempontból az *edzés*. Célja, hogy az acél szövet-szerkezetét *martenzitessé* alakítsa, amely a szövetelemek közül a legkeményebb. Az acélt 723 °C fölé melegítik, majd gyorsan vízben, olajban lehűtik. Ezt az eljárást a kézi kovácsolásnál is gyak-



2.1. ábra. Kovácsolt darab edzése

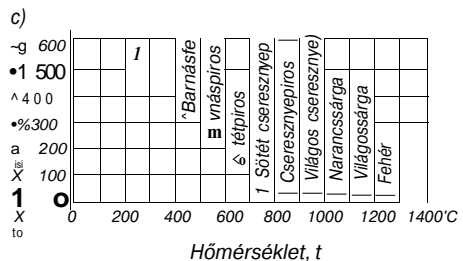
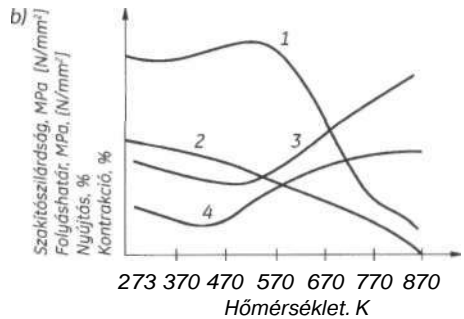
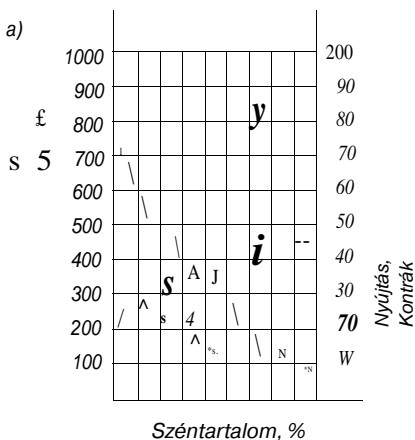
ran használják Az edzést káros jelenségek, így többek között edzési feszültségek, vete-
medések és repedések kísérhetik (2.1. ábra).

Hőkezelési eljárás még a feszültségcsökkentés, a lágyítás, a megeresztés, a nemesítés,
a normalizálás, az izotermikus hőkezelés és a kérgesítés. Ezek közül a kovácsolandó
anyag kiválasztása szempontjából fontos a normalizálás. Ekkor a valamilyen oknál fog-
va (pl. hengerlés, kovácsolás) megváltozott anyag tulajdonságainak visszaalakítását vég-
zik el hőhatással. A felizzított anyagot szabad levegőn hagyják lehűlni, s az visszanyeri
eredeti (normális) szerkezetét.

2.2. Kovácsolható anyagok

2.2.1. Ötvözetlen vagy szénacél

Kovácsoltvas szerkezetekhez, az építéssel összefüggő művészi kovácsoltvas alkotások-
hoz, tárgyakhoz az esetek nagy részében az ötvözetlen vagy szénacélt használják. Főként
a szén mennyiségének változtatásával, valamint az acél meleg-, illetve hidegalakításával
befolyásolható az anyagminőség. A 2.2a ábra szerint a széntartalom emelkedésével a
szakítószilárdság és a folyási határ nő, az alakíthatóságot befolyásoló tényezők pedig -
a nyúlás, a kontrakció - csökkennek. A hőmérséklet emelkedésével a szilárdság - ezen
belül a szakítószilárdság 500.. .550 K felett hirtelen, a folyáshatár pedig már alacsonyabb
hőmérsékleten is szinte egyenletesen - csökken (2.2b ábra). A hőmérséklet-csökkenés
különösen a fajlagos ütmunkára és az alakíthatóságra hat kedvezőtlenül (2.2c ábra).



2.2. ábra. A szénacél tulajdonságainak változása

a) a széntartalom hatása; b) a hőmérséklet emelkedésének hatása: 1 - szakítószilárdság,
2 - folyáshatár, 3 - kontrakció, 4 - nyúlás; c) az acél szilárdsága és hőmérséklete közötti

Az ötvözetlen acél lehet:

- alapacél vagy
- minőségi acél.

A kovácsolásnál használatos anyagok zömmel az *alapacél* kategóriájába sorolhatók. Az alapacélra nem írnak elő olyan minőségi követelményt (pl. mélyhúzhatóság, különleges felületi megjelenés), amely az acélgyártás során különleges gondosságot igényelne (pl. hőkezelés), talán a szegecsacél a kivétel.

2.2.1.1. Kovácsolhatóság

A vas-szén ötvözetek elméleti *állapotábrája* [1] szerint az acél 1,2%-os széntartalom alatt kovácsolható, 1,2-2,06% között rosszul kovácsolható (2.3. ábra). Gyakorlati irodalmi adatok alapján [2] a széntartalom függvényében az acél kovácsolhatósága három csoportra osztható:

- korlátlan kovácsolhatóság 0,8% széntartalomig,
- korlátolt kovácsolhatóság 0,8... 1,3% széntartalomig,
- alig kovácsolhatóság 1,3... 1,7% széntartalomig.

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------------|------------------------|
| | 0,2 0,3 0,6 | 1,2 | 2,06 2,3 | 4,5 | széntartalom % 6,67 |
| | acélok | | | nyersvasak | |
| szerk. acél | szerszámacél | | öntöttvas | feldolgozásra nem alkalmas | |
| nem edzh. betét ben edzh | edzhető | | | | |
| lói heg | nem hegeszthető | | | | |
| | kovácsolható | rosszul kov. | | | |

2.3. ábra. A széntartalomtól függő acélfajták és tulajdonságaik

A kovácsolhatóságot rontja, ha a *foszfor*, a *kén*, az *oxigén*, az *arzén* és a *réz* a megengedettnél nagyobb arányban van jelen az acélban. Ilyen acél melegítésekor 1100-700 °C között ún. *vöröstörés* keletkezhet. Ennek kapcsán az anyag izzó állapotban megreped, szétválik, elszakad. A *nikkel* és a *volfrám* a kovácsolhatóságot javítja. A korlátlanul kovácsolható szénacél hevítési hőmérséklete 1150... 1350 °C. A nagyobb hőmérséklet az egészen lágy, a 0,1% széntartalomnak, míg a kisebb a korlátlanul kovácsolható acél felső, 0,8% széntartalmának felel meg. A kovácsolás legkisebb hőmérséklete 710 °C fölött van. A kovácsolási hőmérséklet alsó-felső határát a széntartalom függvényében a 2.1. táblázat mutatja be.

Az acélnak minden hőmérsékletéhez meghatározott *izzási szín* tartozik, melyet a kovácsnak ismernie kell (2.2. táblázat). Ha a kovácsolandó darab hőmérséklete 850... 250 °C, az anyagot nem szabad ütni, mert a kristályszerkezet széttoreszódik.

2.2.1.2. Anyagminőségek, mechanikai tulajdonságok

A művészi kovácsolással foglalkozó szakembereknek ismerniük kell az acél alapvető fizikai tulajdonságait. A legfontosabbakat a 2.3. táblázat foglalja össze.

2.1. táblázat

Az acél kovácsolási hőmérséklete a szénttartalom függvényében

| Szénttartalom, % | A kovácsolási hőmérséklet felső határa, t, °C | A kovácsolási hőmérséklet alsó határa, t, °C |
|---------------------|--|---|
| 0,05 | 1400 | 700 |
| 0,1 | 1350 | 950 |
| 0,2 | 1320 | 950 |
| 0,3 | 1290 | 900 |
| 0,4 | 1270 | 900 |
| 0,5 | 1240 | 900 |
| 0,6 | 1210 | 850 |
| 0,7 | 1170 | 850 |
| 0,8 | 1150 | 820 |
| 0,9 | 1120 | 800 |
| 1,0 | 1100 | 800 |
| 1,1 | 1080 | 800 |
| 1,2 | 1050 | 750 |
| 1,3 | 1050 | 750 |
| 1,4 | 1050 | 750 |
| 1,5 | 1050 | 750 |
| 3 % Ni | 1250 | 850 |
| Cr-Ni | 1250 | 850 |
| Cr-V | 1250 | 850 |
| rozsdálló | 1280 | 900 |
| 30% Ni | 1100 | 900 |

Az acél *anyagsűrűsége* a fémek között is magas értékű, amihez azonban nagy szilárdság párosul. A *rugalmassági modulus* értéke kifejezi, hogy az acél rugalmas, de az alakváltozásokra a többi fémhez képest (pl. alumíniumhoz, rézhez, horganyhoz) kevésbé érzékeny. Kovácsoláskor olvadáspontja alatt kell az anyagot felmelegíteni. Az acél *hőtágulását* részben a megmunkálás során, részben a beépítéskor, szereléskor kell figyelembe venni, és a hőtágulást biztosítani. Pl. 100 °C hőmérséklet-különbségnél méterenként 1,2 mm hosszváltozás keletkezik. A *hővezetési tényező* ismerete az anyag melegítése közben ad segítséget, hogy különböző helyeken milyen az anyag hőmérséklete. Az acél *Brinell-keményiségének* a kovácsolásnál, hajlításkor, fúrásnál van szerepe, mert meghatározza, hogy kemény vagy puhább fémrel dolgozunk.

Az acél mechanikai tulajdonságait a *húzódiagramból* állapítják meg. A próbapálcán végzett szakítóvizsgálat eredménye a 2.4. ábrán látható, amely a függőleges tengelyen a *szilárdságot (erőt)*, a vízszintes a próbapálcá *nyúlását* mutatja. Az erő hatására egy ponton az anyag megfolyik (*folyási határ: ReH*), majd újabb erőfelvétel után elszakad. A legnagyobb erőfelvétel alapján számítják ki a *szakítószilárdságot (Rm)*. Az ábráról leolvasható továbbá az anyag szakadási nyúlása és rugalmassági modulusa, ami megfelel az egyenes szakasz iránytangensének.

Az ötvözetlen szénacél, melyből melegen hengerelt termékeket (*rúd- és idomacélt, durva-*

2.2. táblázat

Az acél izzási színei

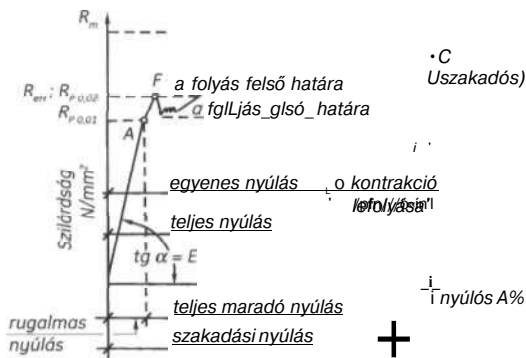
| Szín | Hőmérséklet, t, °C |
|-------------------------|--------------------|
| Fehér | 1300 |
| Világossárga | 1200 |
| Narancssárga | 1100 |
| Világos cseresznyepiros | 1000 |
| Cseresznyepiros | 900 |
| Sötét cseresznyepiros | 800 |
| Sötétpiros | 700 |
| Barnáspiros | 600 |
| Bamásfekete | 550 |

2.3. táblázat

A szerkezeti acél fizikai tulajdonságai

| Jellemző | Átlagérték |
|---|---------------------|
| Anyagsűrűség 20 °C-on, ρ , t/m ³ | 7,85 |
| Rugalmassági modulus, E, N/mm ² | 206000 |
| Nyírási rugalmassági modulus, G, N/mm ² | 78000 |
| Olvadáspont, t_0 , °C | 1450 |
| Forráspont, t_b , °C | 2500 |
| Hőtágulási együttható, α , 1/K | 12x10 ⁻⁶ |
| Hővezetési tényező 10 °C-on, λ , W/(m·K) | 58,1 |
| Súrlódási tényező, acél-acélon, u_{fc} | 0,14 |
| Keményiség, S235JR acélnál, Brinell HB N/mm ² | 1050 |
| Keményiség, S355JO acélnál, Brinell HB N/mm ² | 1450 |

lemez, szélesacélt, abroncsacélt, valamint kovácsolt rúdacélt) készítene, lehet az MSZ EN 10025:1988 szerinti általános felhasználású szerkezeti acél, vagy az MSZ EN 10113:1995 szerinti hegeszthető, finom szemcsés szerkezeti acél. A dízműkovácsok zömmel az előbit használják, ami a gyakorlatban szintén hegeszthető. Fenti szabványok 1998, illetve 1995 óta érvényesek, a korábbi hasonló anyagokkal történő összehasonlítást a 2.4. táblázat segíti elő. A jelölésnél az S betű az acélt, az ezt követő háromjegyű szám a legfeljebb 16 mm vastagságra előírt legkisebb folyáshatár



2.4. ábra. A szénacél húzódiagramja

értékét jelenti N/mm²-ben kifejezve (pl. 235), a JR, JO... J2 a szabványban előírt minőségi csoportok szerinti szállítási állapotot, a G1-G4 a dezoxidálás módját határozza meg a

2.4. táblázat

Az EN 10025 szerinti anyagminőségek összehasonlítása a korábbi magyar acélminőségekkel

| Az acélminőség jele | | | |
|----------------------------|---|--|---|
| Az EN 10025 anyagminőségei | Az MSZ 500:1989 hasonló ¹⁾ minőségei ^{2,3)} | MSZ 500:1981 hasonló ⁴⁾ minőségei ^{2,8,9)} | Az MSZ 6280:1982 hasonló minőségei ¹⁰⁾ |
| S185 | Fe 310-0 | A0 ¹¹⁾ | |
| S235JR | Fe 235 B ¹⁾ | A 38 | |
| S235JRG1 | Fe 235 B ¹¹⁾ | A38 X | |
| S235JRG2 | Fe 235 B ¹¹⁾ | A 38 B | 37 B |
| S235J0 | Fe 235 C | | 37 C ⁷⁾ |
| S235J2G3 | Fe 235 D ⁵⁾ | | 37 D ⁷⁾ |
| S275JR | Fe 275 B | A 44 | 45 B |
| S275J0 | Fe 275 C | | 45 C ¹⁾ |
| S275J2G3 | Fe 275 D ⁵⁾ | | 45 D ⁷⁾ |
| S275J2G4 | Fe 275 D | | |
| S355JR | Fe 355 B | | |
| S355J0 | Fe 355 C | | 52 C ⁷⁾ |
| S355K2G3 | Fe 355 D ^{5,6)} | | 52 D ⁷⁾ |
| E295 | Fe 490-2 | A 50 | |

- 1) Az MSZ 500:1989 és az MSZ 500:1981 szerinti acélminőségek több előírás tekintetében különböznek az EN 10025 előírásaitól, az acéltermékek felhasználási igényeinek ismeretében tételes összehasonlítást ajánlatos végezni.
 - 2) Minőségeire nincs előírt normalizált szállítási állapot.
 - 3) A technológiai tulajdonságok közül csak élhajlíthatóságra tartalmaz előírást.
 - 4) Csillapítás tetszőleges, a gyártómű választása szerint.
- FU) Csillapítatlan acél.
 FN) Csillapítatlan acél nem lehet.
- 5) Csak hosszú termékek gyárthatók.
 150 mm fölötti átmérő vagy vastagság esetében az ütőmunka értéke 23 J.
 Mikroötvözéssel gyártható acél.
 Ütőmunkára nincs előírás.
 A technológiai tulajdonságok közül csak a hajlíthatóságra tartalmaz előírást.
 - 10) A technológiai tulajdonságok közül csak az élhajlíthatóság szavatolható, külön megállapodás alapján.

Segédlet a G1-G4 kiegészítő tulajdonságjel használatához az EN 10025 tartalma alapján

| Jelölés | Dezoxidálás módja | Az acél típusa* | Szállítási állapot |
|---------|-------------------|-----------------|-----------------------------|
| G1 | FU | BS | Megegyezés szerint |
| G2 | FN | BS | Megegyezés szerint |
| G3 | FF | QS | N |
| G4 | FF | QS | A gyártó választása szerint |

FU: csillapítatlan acél

FN: csillapítatlan acél nem lehet

FF: teljesen csillapított acél

BS: alapacél

QS: minőségi acél

N: normalizált, vagy normalizáló hengerléssel készült

* az EN 10020 szerint

Lapos és hosszú termékek vegyi összetétele az MSZ EN 10025 szerint

| Az acélminőség jele | | A dezoxidáció módja | Acél-típus ⁴⁾ | C % legfeljebb névleges vastagság, mm | | | Mn % legf. | Si % legf. | P % legf. | S % legf. | N ^{2)-3), % legf.} |
|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| EN 10027-1 és EC1SS IC | EN 10027-2 szerint | | | 16-ig | 16-tól 40-ig | 40 ⁵⁾ felett | | | | | |
| S185 ⁶⁾ | 1.0035 | tetszőleges | BS | - | - | - | - | - | - | - | - |
| S235JR ⁶⁾ | 1.0037 | tetszőleges | BS | 0,17 | 0,20 | - | 1,40 | - | 0,045 | 0,045 | 0,009 |
| S235JRG1 ⁶⁾ | 1.0036 | FU | BS | 0,17 | 0,20 | - | 1,40 | - | 0,045 | 0,045 | 0,007 |
| S235JRG2 | 1.0038 | FN | BS | 0,17 | 0,17 | 0,20 | 1,40 | - | 0,045 | 0,045 | 0,009 |
| S235J0 | 1.0114 | FN | QS | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 1,40 | - | 0,040 | 0,040 | 0,009 |
| S234J2G3 | 1.0116 | FF | QS | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 1,40 | - | 0,035 | 0,035 | - |
| S275JR | 1.0044 | FN | BS | 0,21 | 0,21 | 0,22 | 1,50 | - | 0,045 | 0,045 | 0,009 |
| S275J0 | 1.0143 | FN | QS | 0,18 | 0,18 | 0,18 ⁷⁾ | 1,50 | - | 0,040 | 0,040 | 0,009 |
| S275J2G3 | 1.0144 | FF | QS | 0,18 | 0,18 | 0,18 ⁷⁾ | 1,50 | - | 0,035 | 0,035 | - |
| S275J2G4 | 1.0145 | FF | QS | 0,18 | 0,18 | 0,18 ⁸⁾ | 1,50 | - | 0,035 | 0,035 | - |
| S355JR | 1.0045 | FN | BS | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 1,60 | 0,55 | 0,045 | 0,045 | - |
| S355J0 ⁸⁾ | 1.0553 | FN | QS | 0,20 | 0,20 ⁹⁾ | 0,22 | 1,60 | 0,55 | 0,040 | 0,040 | 0,09 |
| S355K2G3 ⁸⁾ | 1.0595 | FF | QS | 0,20 | 0,20 ⁹⁾ | 0,22 | 1,60 | 0,55 | 0,035 | 0,035 | - |
| E295 | 1.0050 | FN | BS | - | - | - | - | - | 0,045 | 0,045 | 0,009 |

- A megadott értékek túlléphetők, amennyiben minden egyes 0,001% N növekedés mellett az acél foszfortartalma a megengedett legnagyobb értékhez képest 0,005%-kal csökken. A nitrogéntartalom azonban az adagelemzésben nem haladhatja meg a 0,012%-ot.
- Az acél N-tartalmára vonatkozó előírás nem érvényes, ha az acél legalább 0,020% összes alumíniumot vagy más, nitrogént lekötő elemet tartalmaz. A nitrogént lekötő elemet a vizsgálati bizonylatban közölni kell.
- BS: alapacél; QS: minőségi acél.
- A 100 mm-nél nagyobb névleges vastagságú idomacéloknál a karbontartalomban meg kell egyezni, 25. választható előírás.
- Csak legfeljebb 25 mm névleges vastagságban szállítható.
- A C legfeljebb 0,20% a 150 mm-nél nagyobb névleges vastagságoknál.
- A 7.3.3.2. és 7.3.3.3 szakasz szerint.
- C legfeljebb 0,22% a 30 mm-nél nagyobb névleges vastagságú termékeknél és a görgős hidegalátásra alkalmas minőségeknél a (a 7.5.3.2. szakasz szerint).

2.5. táblázat segítségével. Kovácsoláshoz általában csillapítatlan (FU) acélt használnak, az acél típusa pedig: alapacél (BS).

Az európai szabványoknak megfelelő MSZ EN 10025:1998 szabvány szerinti lapos és hosszú termékek *vegyi összetétele, mechanikai tulajdonságai*, legkisebb szakadási *nyúlása*, a hidegalakításra vonatkozóan előírt legkisebb *hajlítási sugarak* a 2.6–2.9. táblázatokban láthatók. A táblázatokban öt minőségi kategória szerepel. A minőségi kategóriák emelkedő sorrendben a széntartalom, a szilárdság és a hajlítási sugár növekedését és a szakadási nyúlás csökkenését mutatják. Mind az öt kategóriába tartozó anyag széntartalma a korlátlan kovácsolhatóságot biztosítja.

Ahol a hegesztések megbízhatósága fontos követelmény, vagy minősített hegesztési varratokat kell készíteni (pl. teherviselő elemeknél), célszerű az MSZ EN 10113:1995 szerinti *hegeszthető, finom szemcsés szerkezeti acélt* választani. A normalizált acél vegyi összetételét a 2.10. táblázat, mechanikai tulajdonságait a 2.11. táblázat mutatja.

2.2.2. Ötvözött acél

A légköri korrózióknak ellenálló, krómmal, nikkellel gyengén ötvözött anyagból melegen hengerelt durva- és finomlemez, rúd- és idomacélt, abroncs- és szélesacélt, kovácsolt terméket és acélcsovet gyártanak. Az ilyen anyagból készült elemeken szilárdan tapadó, tömör oxidos réteg, védőrozsdá képződik, amely az acélt védi a további korróziótól, illetve a korróziót lényegesen lassítja. Ezeket az LK jelű anyagokat még LÉGKOR, CORTEN vagy KORELL elnevezéssel használták régebben.

A rozsdamentes (korrózióálló), ötvözött acél legalább 12 tömegszázalékban tartalmaz krómot, és széntartalma kisebb, mint 1,2%. Jelentősebb ötvözőeleme még a nikkellel.

2.2.2.1. Kovácsolhatóság

Az LKjelű anyagok a 0,15% alatti széntartalmuk alapján jól kovácsolhatók. Szilárdsági értékeik a szénacél megfelelő minőségi kategóriáival azonosak, így az alakítási ellenállásuk is hasonló.

Más a helyzet a rozsdamentes acélnél. Kovácsoláskor nagyobb erők lépnek fel, így fokozottabb az energiaszükséglet. Ez utóbbi miatt a fellépő mechanikai és hődeformációk nagyobbak. A megmunkálás környezetéből a felesleges hő sokkal lassabban tud eltávozni, s ennek nyomán nő a helyi túlmelegedés veszélye. A kovácsolást rozsdamentes, tiszta környezetben, csak erre a célra használatos szerszámokkal szabad végezni. Hegesztése külön felkészültséget igényel. Az alapanyaghoz előírt hegesztőpálcát kell használni.

Az ötvözött vagy rozsdamentes acél kovácsolása, hegesztése a szénacélhoz képest nehezebb, nagyobb szakértelmet kíván. Az anyag ára többszöröse az ötvözetlen acélénak, ezért felhasználását csak korrózióknak fokozottan kitett helyen javasolják. Ilyen anyagból szabadtéri kovácsolt szobrokat is készítenek.

2.2.2.2. Anyagminőségek, mechanikai tulajdonságok

A légköri korrózióknak ellenálló anyagok vegyi összetétele (MSZ EN 10155:1988) a 2.12. táblázatban található. A széntartalom max. 0,15%.

A mechanikai tulajdonságok közül a szabvány a folyási határt és a szakadási nyúlást adja meg. Megmunkálás szempontjából hasznos adat még a hajlíthatóságra vonatkozó előírás (2.13. táblázat).

A rozsdamentes acélok megnevezése és összehasonlítása a régi (2000. december 1-je óta hatályon kívül helyezett) MSZ 4360:87-es szabvánnyal a 2.14. táblázatban látható. Az

Lapos és hosszú termékek mechanikai tulajdonságai az MSZ EN 10025 szerint

| Az acélminőség jele | | A dezoxidálás módja | Acél-típus ²⁾ | A legkisebb folyáshatár, R_{eL} , N/mm ² " ha a névleges vastagsága, mm | | | | | | | | Szakítószilárdság, R_m , N/mm ² " ha a névleges vastagság, mm | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------------|--|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--|--------------|-------------------|-------------------|
| EN 10027-1 és EC1SS IC 10 szerint | EN 10027-2 szerint | | | 16-ig | 16 felett 40-ig | 40 felett 63-ig | 63 felett 80-ig | 80 felett 100-ig | 100 felett 150-ig | 150 felett 200-ig | 200 felett 250-ig | 3-nál kisebb | 3-tól 100-ig | 100 felett 150-ig | 150 felett 250-ig |
| S185 ³¹⁾ | 1.0035 | választható | BS | 185 | 175 | - | - | - | - | - | - | 310-540 | 290-510 | - | - |
| S235JR ³⁾ | 1.0037 | választható | BS | 235 | 225 | | | | | | | 360-510 | 340-470 | | |
| S235JRG1 ³¹⁾ | 1.0036 | FU | BS | 235 | 225 | | | | | | | 360-510 | 340-470 | | |
| S235JRG2 | 1.0038 | FN | BS | 235 | 225 | 215 | 215 | 215 | 195 | 185 | 175 | 360-510 | 340-470 | 340-470 | 320-470 |
| S235J0 | 1.0114 | FN | QS | 235 | 225 | 215 | 215 | 215 | 195 | 185 | 175 | 360-510 | 340-470 | 340-470 | 320-470 |
| S234J2G3 | 1.0116 | FF | QS | 235 | 225 | 215 | 215 | 215 | 195 | 185 | 175 | 360-510 | 340-470 | 340-470 | 320-470 |
| S275JR | 1.0044 | FN | BS | | | | | | | | | | | | |
| S275J0 | 1.0143 | FN | QS | | | | | | | | | | | | |
| S275J2G3 | 1.0144 | FF | QS | 275 | 265 | 255 | 245 | 235 | 225 | 215 | 205 | 430-580 | 410-560 | 400-540 | 380-540 |
| S275J2G4 | 1.0145 | FF | QS | | | | | | | | | | | | |
| S355JR | 1.0045 | FN | BS | | | | | | | | | | | | |
| S355J0 | 1.0553 | FN | QS | | | | | | | | | | | | |
| S355K2G3 | 1.0595 | FF | QS | 355 | 345 | 335 | 325 | 315 | 295 | 285 | 275 | 510-680 | 490-630 | 470-630 | 450-630 |
| E295 ⁴⁾ | 1.0050 | FN | BS | 195 | 285 | 275 | 265 | 255 | 245 | 235 | 225 | 490-660 | 470-610 | 450-610 | 440-610 |

1) A táblázatban szereplő értékek hosszirányú (l), a legalább 600 mm széles szalag, lemez és szélesacél esetén keresztirányú (t) szakítópróbára vonatkoznak.

2) BS: alapacél, QS: minőségi acél.

3) Csak legalább 25 mm névleges vastagságokban szállítható.

Lapos és hosszú termékek legkisebb szakadási nyúlása az MSZ EN 10025 szerint

| Az acélminőség jele | | A dezoxidálás módja | Acél-csoport ²⁾ | A próbatetek helyzete ¹⁾ | A legkisebb szakadási nyúlás %, % | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| EN 10027-1 és ECISS IC 10 szerint | EN 10027-2 szerint | | | | L ₀ = 80 mm Névleges vastagság, mm | | | | | L ₀ = 5,65 Vs7 Névleges vastagság, mm | | | | |
| | | | | | 1-ig | 1 felett 1,5-ig | 1,5 felett 2-ig | 2 felett 2,5-ig | 2,5 és 3 között | 3-tól 40-ig | 40 felett 63-ig | 63 felett 100-ig | 100 felett 150-ig | 150 felett 250-ig |
| S185 ³⁾ | 1.0035 | választható | BS | I t | 10 8 | 11 9 | 12 10 | 13 11 | 14 12 | 18 16 | - | - | - | - |
| S235JR ³⁾ S235JRG1 ³⁾ S235JRG2 S235J0 S234J2G3 | 1.0037 1.0036 1.0038 1.0114 1.0116 | választható FU FN FN FF | BS BS BS QS QS | I | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 26 | 25 | 24 | 22 | 21 |
| S275JR S275J0 S275J2G3 S275J2G4 | 1.0044 1.0143 1.0144 1.0145 | FN FN FF FF | BS QS QS QS | I t | 14 12 | 15 13 | 16 14 | 17 15 | 18 16 | 22 20 | 21 19 | 20 18 | 18 18 | 17 17 |
| S355JR S355J0 S355K2G3 | 1.0045 1.0553 1.0595 | FN FN FF | BS QS QS | I | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 22 | 21 | 20 | 18 | 17 |
| E295 ⁴⁾ | 1.0050 | FN | BS | I t | 12 10 | 13 11 | 14 12 | 15 13 | 16 14 | 20 18 | 19 17 | 18 16 | 16 15 | 15 14 |

- 1) A táblázatban szereplő értékek hosszirányú (I), a legalább 600 mm széles szalag, lemez és szélesacél esetén keresztirányú (t) szakítóprobára vonatkoznak.
- 2) BS: alapacél, QS: minőségi acél.
- 3) Csak legalább 25 mm névleges vastagságokban szállítható.
- 4) Ezeket az acélminőségeiket általában nem használják idomacélok (I, éU, és szögacél) gyártására.

Lapos termékek hideghajlítására vonatkozóan előírt legkisebb hajlítási sugarak az MSZ 10025 szerint

| Az acélminőség jele | | A legkisebb ajánlott belső hajlítási sugár, ha a névleges vastagság, mm-ben | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------|---|-----------------|-------------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| EN 100027-1 és ECIS 1C 10 szerint | EN 10027-2 szerint | A hajlítás iránya" | 1 felett 1,5-ig | 1,5 felett 2,5-ig | 2,5 felett 3-ig | 3 felett 4-ig | 4 felett 5-ig | 5 felett 6-ig | 6 felett 7-ig | 7 felett 8-ig | 8 felett 10-ig | 10 felett 12-ig | 12 felett 14-ig | 14 felett 16-ig | 16 felett 18-ig | 18 felett 20-ig |
| S235JRC | 1.0120 | | | | | | | | | | | | | | | |
| S235JRG1C | 1.0121 | | | | | | | | | | | | | | | |
| S235JRG2C | 1.0122 | t | 1.6 | 2.5 | 3 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 28 | 36 | 40 |
| S235J 0C | 1.0115 | 1 | 1.6 | 2.5 | 3 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 28 | 32 | 40 | 45 |
| S235J2G3C | 1.0118 | | | | | | | | | | | | | | | |
| S275JRC | 1.0128 | | | | | | | | | | | t | | | | |
| S275J 0C | 1.0140 | t | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 28 | 32 | 40 | 45 |
| S275J2G3C | 1.0141 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 36 | 40 | 45 | 50 |
| S275J2G4C | 1.0142 | | | | | | | | | | | | | | | |
| S355J 0C | 1.0554 | t | 2.5 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 36 | 45 | 50 |
| S355K2G3C | 1.0593 | 1 | 2.5 | 4 | 5 | 8 | 10 | 12 | 16 | 20 | 25 | 32 | 36 | 40 | 50 | 63 |

- 1) t: a hengerlési irányra merőlegesen
 l: a hengerlési iránnyal párhuzamosan

A normalizált hegeszthető acél vegyi összetétele az MSZ EN 10113 szerint

| Jel | | C max. % | Si max. % | Mn % | P max. % | S max. ¹⁾ % | Nb max. % | V max. % | Al összes min. * % | Ti max. % | Cr max. % | Ni max. % | Mo max. % | Cu max. % | N max. % |
|--|----------------------|----------|-----------|-----------|----------|------------------------|-----------|----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|----------|
| AzEN 10027-1 és az ECISS IC 10 szerint | AzEN 10027-2 szerint | | | | | | | | | | | | | | |
| S275N | 1.0486 | 0,18 | 0,40 | 0,50-1,40 | 0,035 | 0,030 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,30 | 0,30 | 0,10 | 0,35 | 0,015 |
| S 275NL | 1.0488 | | | | 0,16 | 0,030 | | | | | | | | | |
| S355N | 1.0562 | 0,20 | 0,50 | 0,90-1,65 | 0,035 | 0,030 | 0,05 | 0,12 | 0,02 | 0,03 | 0,30 | 0,50 | 0,10 | 0,35 | 0,015 |
| S355NL | 1.0566 | 0,18 | | | 0,030 | 0,025 | | | | | | | | | |
| S420N | 1.8902 | 0,20 | 0,60 | 1,00-1,70 | 0,035 | 0,030 | 0,05 | 0,20 | 0,02 | 0,03 | 0,30 | 0,80 | 0,10 | 0,70 ³⁾ | 0,025 |
| S420NL | 1.8912 | | | | 0,030 | 0,025 | | | | | | | | | |
| S460N | 1.8905 | 0,20 | 0,60 | 1,00-1,70 | 0,035 | 0,030 | 0,05 | 0,20 | 0,02 | 0,03 | 0,30 | 0,80 | 0,10 | 0,70 ³⁾ | 0,025 |
| S460NL | 1.8915 | | | | 0,030 | 0,025 | | | | | | | | | |

- 1) Vasúti alkalmazás esetén a rendeléskor meg lehet állapodni minden legfeljebb 16 mm vastagságú termék legfeljebb 0,007%-os S-tartalmában. 18 választható lehetőség.
- 2) Megfelelő mennyiségű N-lekötő elem jelenléte esetén a legkisebb Al-tartalom előírását nem kell alkalmazni.
- 3) Ha a réztartalom több 0,35%-nál, akkor az Ni-tartalom a Cu-tartalomnak legalább a fele legyen.

A normalizált hegeszthető acél mechanikai tulajdonságai szobahőmérsékleten az MSZ EN 10113 szerint

| Jel | | Mechanikai tulajdonságok" | | | | | | | | Szakadási nyúlás ²⁾ ($L_0=5,65V_s$; % min. |
|---|-----------------------------|--|--------------|--|------------|------------|------------|-------------|--------------|---|
| | | Szakítószilárdság, R_n , ha a termék névleges vastagsága, mm | | Felső folyáshatár, R^H , ha a termék névleges vastagsága, mm | | | | | | |
| Az EN 10027-1 és az ECISS IC 10 szerint | Az EN 10027-2 szerint | <100 | >100 <150 | <16 | >16 <40 | >40 <63 | >63 <80 | >80 <100 | >100 <150 | |
| | | N/mm ² | | N/mm ² min | | | | | | |
| S275N S275NL | 1.0488 1.0488 | 370-510 | 350-480 | 275 | 265 | 255 | 245 | 235 | 225 | 24 |
| S355N S355NL | 1.0562 1.0566 | 470-630 | 450-600 | 355 | 345 | 335 | 325 | 315 | 295 | 22 |
| S420N S420NL | 1.8902 1.8912 | 520-680 | 500-660 | 420 | 400 | 390 | 370 | 360 | 340 | 19 |
| S460N S460NL | 1.8905 1.8915 | 550-720 | - | 460 | 440 | 430 | 410 | 400 | - | 17 |

- 1) Az S460 minőség esetében a 100 mm feletti és az S275, az S355 és az S420 minőségek esetében a 150 mm-nél vastagabb termék értékeiben rendeléskor kell megállapodni. 17 választható lehetőség (2. rész).
- 2) A 3 mm-nél vékonyabb termékek esetében az $L_0 = 80$ mm eredeti jeltávolságú próbatestek vizsgálatakor az értékekben a rendeléskor kell megállapodni.

A léggöri korrózióknak ellenálló szerkezeti acél vegyi összetétele

| Az acélminőség jele | Vegyi összetétel, % (értékhatár között, ill. max.) | | | | | | | | |
|---------------------|--|------|-----------|-------|-------|---------|---------|---------|-----|
| | C | Mn | Si | P | S | Cr | Ni | Cu | Mo |
| LK37B | 0,13 | 0,60 | 0,15-0,50 | 0,040 | 0,040 | 0,5-0,8 | 0,2-0,4 | 0,2-0,4 | |
| LK37D | 0,13 | 0,60 | 0,15-0,50 | 0,040 | 0,040 | 0,5-0,8 | 0,2-0,4 | 0,2-0,5 | |
| LK52D | 0,13 | 1,30 | 0,15-0,50 | 0,040 | 0,040 | 0,5-1,0 | 0,3-0,6 | 0,2-0,5 | 0,3 |

A léggöri korrózióknak ellenálló szerkezeti acél mechanikai tulajdonságai

| Az acélminőség jele | Szakítószilárdság, N/mm ² | Folyáshatár, R _{H2} , legalább, N/mm ² | | | | Szakadási nyúlás, A, % legalább | | Ütővizsgálat | | A 180°-os hajlítóvizsgálat tűskeátmérője mm (a=próbatess vastagsága, mm) | |
|---------------------|--------------------------------------|--|-----------------|-----------|--------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------|---------------------------|--|----------|
| | | A szelvényvastagság, illetve átmérő mm-ben | | | | hossz- | kereszt- | Vizsgálati hőmérséklet, °C | Ütőmunka, KV, J. legalább | hossz- | kereszt- |
| | | | 16 felett 40-ig | 40 felett | irányú próbatesten | hosszirányú próbatesten | irányú próbatesten | | | | |
| LK37B | 360-490 | 235 | 225 | | 215 | 26 | 24 | +20 | 27 | a | 1,5a |
| LK37D | | | -20 | | | | | | | | |
| | | 16-ig 35-ig | 16 felett 50-ig | 35 felett | 50 felett | | | | | | |
| LK52D | 490-630 | 355 | 345 | 335 | 325 | 23 | 21 | -20 | 40 | 2a | 3a |

Korrózióálló acélfajták összehasonlító táblázata

| MSZ 4360-87 | DIN 17440/SEW 400 | Werkstoff-Nummer | EN 10088 |
|-------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| Ferrites acélok | | | |
| K01 | X6Cr13 | 1.4000 | X6Cr13 |
| K02 | X10Cr13 | 1.4006 | X6CH7 |
| K03 | X6Cr17 | 1.4016 | |
| Martenzites (perlites) acélok | | | |
| K011 | X20Ö13 | 1.4020 | X2Cr13 |
| K012 | X30Cr13 | 1.4128 | X30CH3 |
| K013 | X38Cr13 | 1.4031 | X39G-13 |
| Ausztenites acélok | | | |
| K033 | X5CrNi18-10 | 1.4301 | X4CrNi 18-10 |
| K035TÍ | X6CrNiMoTi17-12 | 1.4571 | X6CrNiMoTi17-12 |
| K036S | X10CrNiS18-9 | 1.4305 | X8CrNiS18-9 |
| K037TÍ | X6CrNiTi18-10 | 1.4541 | X6CrNiTi 18-10 |
| K038LC | X2CrNiMo18-14 | 1.4435 | X2CrNiMo18-14 |
| K041LC | X2GNí19-11 | 1.4306 | X2CrNi19-11 |
| K043ELC | X2CrNiSi18-15 | 1.4361 | X1CrNiSi18-15 |

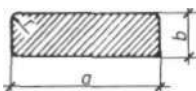
új szabvány: MSZ EN 10088-1:1988; MSZ EN 10088-2:2000; MSZ EN 10088-3:2000. Ezeknek az anyagoknak & folyási határa 220.. 300 N/mm², szakítószilárdságuk 520.. 800 N/mm² között változik. Brinell-keménységük: HB 1850.. 3100 N/mm². Az adatok mutatják, hogy nagy szilárdságú, kemény anyagokról van szó.

2.3. Félkész termékek

Kovácsolás szempontjából legfontosabb anyagok a melegen hengerelt laposacélok, a melegen hengerelt rúdacélok közül pedig a köracélok és a négyzetacélok. Ezek méretei és fajlagos tömegük a 2.15-2.17. táblázatokban található. A szállítási hossz: 3... 12 m.

Esetenként használnak a hengerelt lapos termékek közül *szélesacélt*, amelynek vastagsága 6...50 mm, szélessége 150...500 mm. Éles élű, egyenes szálakban szállított termék. Méretei és méterenkénti tömege a *2.18. táblázatban* látható. A gyártási hossz: 4... 12 m. A vastagság tűrése $\pm 0,5 \dots \pm 1,0$ mm, a szélességeké $\pm 3,0 \dots \pm 5,0$ mm. A *lemez*ek közül a melegen hengerelt acél *finomlemez*t (*2.19. táblázat*) és a simább és szebb felületű, hidegen hengerelt finomlemez (2.20. táblázat), valamint a 3...40 mm vastag melegen hengerelt *durvalemez*t használják (*2.21. táblázat*).

A klasszikus kovácsoltvas szerkezeteknél az idomacélokat csak alárendeltebb helyeken használták, ezek az anyagok inkább a lakatosszerkezetekre jellemzőek. Készítenek *egyenlő és egyenlőtlen szárú L acélt*, *U*, *I*, *T* és *Z* szelvényű idomacélokat. Előfordul még a rúdban szállított hatszögacél is. Az idomacélok méreteit és tömegüket a gyártók katalógusai tartalmazzák.



Melegen hengerelt laposacél méretei

2.15. táblázat

| Névleges szélesség, a, mm | Névleges vastagság l, b, mm | | | | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|
| | 5* | 6* | 8* | 10* | 12* | 14* | 16* | 18* | 20* |
| | Méterenkénti tömeg, kg* | | | | | | | | |
| 10 | 0,40 | 0,47 | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | 0,47 | 0,56 | 0,75 | - | - | - | - | - | - |
| 14 | 0,55 | 0,66 | 0,88 | - | - | - | - | - | - |
| 16 | 0,62 | 0,75 | 1,00 | 1,26 | - | - | - | - | - |
| 18 | 0,70 | 0,84 | 1,13 | 1,41 | - | - | - | - | - |
| 20* | 0,78 | 0,94 | 1,26 | 1,57 | 1,88 | - | - | - | - |
| 22 | 0,80 | 1,04 | 1,38 | 1,73 | 2,07 | - | - | - | - |
| 25* | 0,98 | 1,18 | 1,57 | 1,96 | 2,36 | 2,75 | 3,14 | - | - |
| 28 | 1,10 | 1,32 | 1,76 | 2,20 | 2,64 | 3,08 | 3,52 | - | - |
| 30* | 1,18 | 1,41 | 1,88 | 2,36 | 2,83 | 3,30 | 3,77 | 4,27 | 4,71 |
| 32 | 1,26 | 1,51 | 2,00 | 2,51 | 3,01 | 3,52 | 4,02 | 4,52 | 5,02 |
| 35* | 1,37 | 1,65 | 2,20 | 2,75 | 3,30 | 3,85 | 4,40 | 4,95 | 5,50 |
| 40* | 1,57 | 1,88 | 2,51 | 3,14 | 3,77 | 4,40 | 5,02 | 5,65 | 6,28 |
| 45* | 1,77 | 2,12 | 2,83 | 3,53 | 4,24 | 4,95 | 5,65 | 6,36 | 7,07 |
| 50* | 1,96 | 2,36 | 3,14 | 3,93 | 4,71 | 5,50 | 6,28 | 7,06 | 7,85 |
| 55 | 2,16 | 2,59 | 3,45 | 4,32 | 5,18 | 6,04 | 6,91 | 7,77 | 8,64 |
| 60* | 2,36 | 2,83 | 3,77 | 4,71 | 5,65 | 6,59 | 7,54 | 8,48 | 9,42 |
| 65 | 2,55 | 3,06 | 4,08 | 5,10 | 6,12 | 7,14 | 8,16 | 9,18 | 10,2 |
| 70* | 2,75 | 3,30 | 4,40 | 5,50 | 6,59 | 7,69 | 8,79 | 9,89 | 11,0 |
| 80* | 3,14 | 3,77 | 5,02 | 6,28 | 7,54 | 8,79 | 10,05 | 11,3 | 12,6 |
| 90* | 3,53 | 4,24 | 5,65 | 7,07 | 8,48 | 9,89 | 11,30 | 12,7 | 14,1 |
| 100* | 3,93 | 4,71 | 6,23 | 7,85 | 9,42 | 10,99 | 12,56 | 14,41 | 15,7 |
| 110 | 4,32 | 5,18 | 6,91 | 8,64 | 10,4 | 12,09 | 13,82 | 15,5 | 17,3 |
| 120* | 4,71 | 5,65 | 7,54 | 9,42 | 11,3 | 13,19 | 15,07 | 17,0 | 18,8 |
| 130 | 5,10 | 6,12 | 8,16 | 10,2 | 12,2 | 14,29 | 16,33 | 18,4 | 20,4 |
| 140 | 5,50 | 6,59 | 8,79 | 11,0 | 13,2 | 15,39 | 17,58 | 19,8 | 22,0 |

* A névleges méretek alapján 7,85 kg/dm³-rel számolva. Járatos méretek.

2.16. táblázat

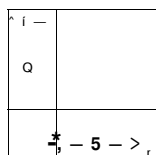
Melegen hengerelt köracél méretei

| Névleges átmérő, d, mm | Szelvényterület, cm ² | Tömeg, kg/m |
|---------------------------|-------------------------------------|-------------|
| 6 | 0,283 | 0,222 |
| 8* | 0,503 | 0,395 |
| 8,5 | 0,568 | 0,445 |
| 9 | 0,636 | 0,499 |
| 10* | 0,785 | 0,617 |
| 12* | 1,13 | 0,888 |
| 14* | 1,54 | 1,21 |
| 16* | 2,01 | 1,58 |
| 18* | 2,54 | 2,00 |
| 20* | 3,14 | 2,47 |
| 22* | 3,80 | 2,98 |
| 25* | 4,91 | 3,85 |
| 28* | 6,16 | 4,83 |
| 30* | 7,07 | 5,55 |
| 32* | 8,04 | 6,31 |
| 40* | 12,6 | 9,85 |
| 45* | 15,9 | 12,5 |
| 50* | 19,6 | 15,4 |
| 55* | 23,8 | 18,7 |
| 60* | 28,3 | 22,2 |
| 65* | 33,2 | 26,0 |
| 70* | 38,5 | 30,2 |
| 75* | 44,2 | 34,7 |
| 80* | 50,3 | 39,5 |
| 90* | 63,6 | 49,9 |
| 100* | 78,5 | 61,7 |
| 110* | 95,0 | 74,6 |
| 120* | 113 | 88,8 |
| 140* | 154 | 121 |
| 160* | 201 | 158 |
| 180* | 254 | 200 |

* Járatos méretek

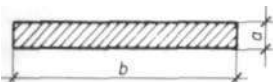
A fentiekén kívül készítenek kifejezetten kovácsoltvas szerkezetekhez fejlesztett, ún. „speciálszelvényeket” is, melyek méreteit a 2.22. táblázat foglalja össze. Ezek a rúdacélok díszítő jellegűek. Vannak olyan különleges szelvények is, amelyeket egyedi számszámokkal ellátott domborító hengerléssel alakítanak ki. Egy részüknél a széleket mintázzák (2.5. ábra), másoknál (főleg szélesebb laposacélnál) a felületbe hengerelnek díszítő alakzatokat (2.6. ábra). Kézi munkával kialakított, igényes kovácsmunkáknál az alkalmazásuk nem javasolható. Szabályos mintázatuk elárulja, hogy gépi munkáról van szó.

2.17. táblázat

Melegen hengerelt négyzetacél méretei

| Névleges oldalhossz, a, mm | Szelvényterület, cm ² | Tömeg* kg/m |
|-------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| 6 | 0,36 | 0,283 |
| 8* | 0,64 | 0,502 |
| 10* | 1,00 | 0,785 |
| 12* | 1,44 | 1,13 |
| 14* | 1,96 | 1,54 |
| 16* | 2,56 | 2,01 |
| 18* | 3,24 | 2,54 |
| 20* | 4,00 | 3,14 |
| 22* | 4,84 | 3,80 |
| 25* | 6,25 | 4,91 |
| 30* | 9,00 | 7,06 |
| 35* | 12,2 | 9,62 |
| 40* | 16,0 | 12,6 |
| 50* | 25,0 | 19,6 |
| 60* | 36,0 | 28,3 |

* Járatos méretek



Melegen hengerelt szélesacél méretei

2.18. táblázat

| Névleges szélesség, b | Névleges vastagság, a* | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 |
| | Méretenkénti tömeg*, kg/m | | | | | | | |
| 150 | 7,07 | 9,42 | 11,78 | 14,13 | 16,49 | 18,84 | 21,10 | 23,55 |
| 160 | 7,54 | 10,05 | 12,56 | 15,07 | 17,58 | 20,10 | 22,61 | 25,12 |
| 170 | 8,01 | 10,68 | 13,35 | 16,01 | 18,68 | 21,35 | 24,02 | 26,69 |
| 180 | 8,48 | 11,30 | 14,13 | 16,96 | 19,78 | 22,61 | 25,43 | 28,26 |
| 190 | 8,95 | 11,93 | 14,92 | 17,90 | 20,88 | 23,86 | 26,85 | 29,83 |
| 200 | 9,42 | 12,56 | 15,70 | 18,84 | 21,98 | 25,12 | 28,26 | 34,40 |
| 210 | 9,89 | 13,18 | 16,49 | 19,78 | 23,08 | 26,38 | 29,67 | 32,97 |
| 220 | 10,36 | 13,82 | 17,27 | 20,72 | 24,18 | 27,63 | 31,09 | 34,54 |
| 240 | 11,30 | 15,07 | 18,84 | 22,61 | 26,38 | 30,14 | 33,91 | 37,68 |
| 250 | 11,78 | 15,70 | 19,63 | 23,55 | 27,48 | 31,40 | 35,33 | 39,25 |
| 260 | 12,25 | 16,33 | 20,41 | 24,49 | 28,57 | 32,66 | 36,74 | 40,82 |
| 280 | 13,19 | 17,58 | 21,98 | 26,38 | 30,77 | 35,17 | 39,56 | 43,96 |
| 300 | 14,13 | 18,84 | 23,55 | 28,26 | 32,97 | 37,68 | 42,39 | 47,10 |
| 320 | | 20,10 | 25,12 | 30,14 | 35,17 | 40,19 | 45,22 | 50,14 |
| 340 | | 21,35 | 26,69 | 32,03 | 37,37 | 42,70 | 48,04 | 53,38 |
| 360 | | 22,61 | 28,26 | 33,91 | 39,56 | 45,22 | 50,87 | 56,52 |
| 380 | | 23,86 | 29,83 | 35,80 | 41,76 | 47,73 | 53,69 | 59,66 |
| 400 | | 25,12 | 31,40 | 37,68 | 43,96 | 50,24 | 56,52 | 62,80 |
| 420 | | 26,38 | 32,97 | 39,56 | 46,16 | 52,75 | 59,35 | 65,94 |
| 450 | | 28,26 | 35,33 | 42,39 | 49,46 | 46,52 | 63,59 | 70,65 |
| 480 | | 30,14 | 37,68 | 45,21 | 52,75 | 60,29 | 67,82 | 75,36 |
| 500 | | 31,40 | 39,25 | 47,10 | 54,95 | 62,80 | 70,65 | 78,50 |

A névleges méretek alapján 7,85 kg/dm³-rel számolva.

Melegen hengerelt acél finomlemez méretei

2.19. táblázat

| Névleges vastagság, mm | Névleges szélesség, mm | | | | | | Fajlagos tömeg* kg/m ² |
|------------------------|------------------------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| | 750 | 800 | 900 | 1000 | 1250 | 1500 | |
| | Névleges hosszúság, mm | | | | | | |
| 0,5 | | | | | | | 3,92 |
| 0,6 | | | | | | | 4,71 |
| 0,7 | 1500 | 1600 | - | 2000 | - | - | 5,50 |
| 0,8 | | | | | | | 6,28 |
| 0,9 | - | 2000 | - | 2000 | - | - | 7,07 |
| 1,0 | - | 2000 | - | 2000 | 2500 | | 7,85 |
| 1,2 | | | | | | | 9,42 |
| 1,5 | - | 2000 | | 2000 | 2500 | 3000 | 11,78 |
| 1,8 | | | | | | | 14,13 |
| 2,0 | | | | | | | 15,70 |
| 2,5 | - | 2000 | 2000 | 2000 | 2500 | 3000 | 19,63 |
| 2,8 | | | | | | | 21,98 |
| 2,9 | | | | | | | 22,77 |

A névleges méretek alapján 7,85 kg/dm³-rel számolva.

Hidegen hengerelt acél finomlemez méretei

| Névleges vastagság, mm | Névleges szélesség, mm | | | | Fajlagos tömeg* kg/m ² |
|------------------------|------------------------|------|------|------|-----------------------------------|
| | 800 | 1000 | 1250 | 1500 | |
| | Névleges hosszúság, mm | | | | |
| 0,5 | 2000 | 2000 | - | - | 3,92 |
| 0,6 | - | 2000 | 2500 | - | 4,71 |
| 0,8 | - | 2000 | 2500 | 3000 | 6,28 |
| 1,0 | | | | | 7,85 |
| 1,2 | | 2500 | 9,42 | | |
| 1,8 | | 3000 | 3000 | | 14,13 |
| 2,0 | | | | | 15,70 |
| 2,5 | - | 2000 | - | - | 19,63 |
| 2,8 | | 2500 | - | - | 21,98 |

* A névleges méretek alapján 7,85 kg/dm³-rel számolva.

2.21. táblázat

Melegen hengerelt acél durvalemez méretei

| Szélesség | 1000 | 1250 | 1500 | 1500 | 2000 |
|-----------|---------------------------|------|------|------|------|
| Hosszúság | 2000 | 2500 | 3000 | 6000 | 8000 |
| Vastagság | ^ lemeztáblák tönege*, kg | | | | |
| 3 | 47,1 | 73,6 | - | - | - |
| 5 | 78,5 | 123 | 177 | 353 | - |
| 6 | 94,2 | 147 | 212 | 424 | - |
| 8 | 126 | 196 | 283 | 565 | 1005 |
| 10 | 157 | 245 | 353 | 707 | 1256 |
| 12 | 188 | 294 | 424 | 848 | 1507 |
| 16 | 251 | 393 | 565 | 1130 | 2010 |
| 20 | 314 | 491 | 707 | 1413 | 2512 |

* A névleges méretek alapján 7,85 kg/dm³-rel számolva.

2.22. táblázat

Kovácsoltvas szerkezetekhez készülő „speciálszelvények”

| Megnevezés és alak | Méret, mm | |
|------------------------|-----------|------------|
| | legkisebb | legnagyobb |
| <i>Speciálszelvény</i> | | |
| | 14 | 18 |
| <i>Speciálszelvény</i> | | |
| | 14 | |
| <i>Speciálszelvény</i> | | |
| C | | 21 |
| <i>Speciálszelvény</i> | | |
| | 25 | 40 |

Profilszélesség 8 mm, $v = 8-25$ mm

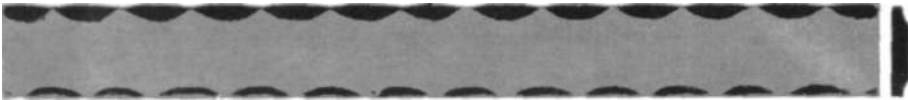
1

Profilszélesség 16 mm, $v = 8-16$ mm

i

Profilszélesség 20 mm, $v = 8-20$ mm

Profilszélesség 40 mm, $v = 6-12$ mm

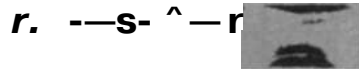


Profilszélesség 40 mm, $v = 6-12$ mm

Profil 12 mm

Profil 1A mm

Profil 16 mm



Profil 20 mm

2.5. ábra. Hengerléssel kialakított díszítő szelvények

2.4. Az anyagminőség meghatározása

Az acél minőségét a gyártó kémiai és mechanikai laboratóriumában határozzák meg. Erről a kereskedőnek műbizonylatot kell adnia. Anyagvásárláskor ezt minden esetben meg kell követelni, mert ekkor a mestert kovácsoláskor nem érik meglepetések.

Amennyiben ismeretlen anyagról van szó, az acél összetevőit közelítőleg színkép-elemzéssel (*spektrálanalízissel*) is meg lehet határozni. Kis kovácsműhelyben, ahol a mester magára van utalva, az acél hangjából is következtethet a minőségre. Az acéldarabokat szabadon felfüggesztve kalapácsával megüti, amelyik vékony, csengő hangot ad, az kemény, amelyik mély, bűgő hangot ad, az lágy acél. Gyakorlott fül a szilárdságra is jó közelítéssel következtet.

,*qgp

;

^ ^

Szélesség 40 mm, v=6-12 mm

Szélesség 50 mm, v=6-12 mm



Szélesség 30 mm, v=6-12 mm

Szélesség 40 mm, v=6-12 mm



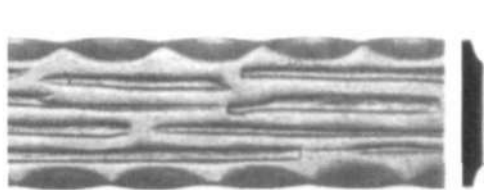
Szélesség 40 mm, v=6-12 mm



Szélesség 40 mm, v=6-12 mm

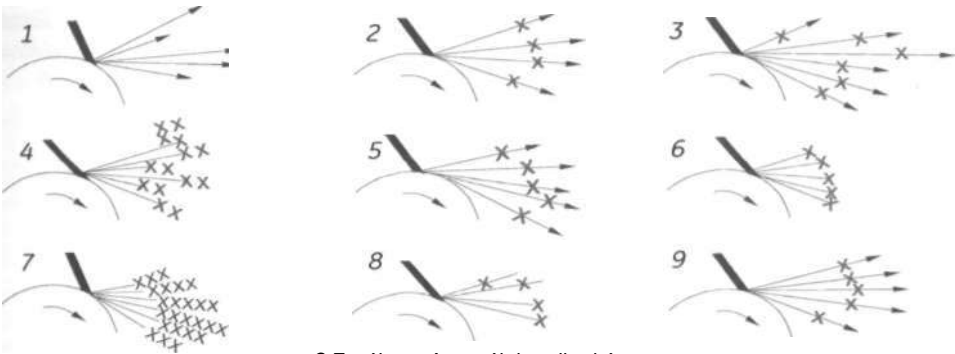


Szélesség 50 mm, v=6-12 mm



Szélesség 20 mm, v=8-20 mm

2.6. ábra. Felületi díszítéssel ellátott hengerelt szelvények



2.7. ábra. Az acélok szikraképe

1 - szénszegény acél, világossárga szikrák; 2 - közepes széntartalmú acél, világossárga szikrák; 3 - szénben gazdag acél, világossárga szikrák; 4 - mangántartalmú acél, világossárga szerteágazó szikrák; 5 - szilíciumos acél, hosszú szikra világos cseppekkel; 6 - öntöttvas, vörössárga rövid szikrák; 7 - gyorsacél, sötétvörös csillagképződés, közepesen hosszú szikra; 8 - volfrámacél, téglavörös szikra, a volfrámtartalom növekedésével a vörös szín sötétül; 9 - króm-nikkel acél, narancssárga szikra, szénacélhoz hasonló

Ugyancsak egyszerű vizsgálati módszer a *reszelőpróba*. Ha a reszelek apró, és a reszelő megcsúszik a vas felületén, akkor az anyag kemény, ötvözött acél, ha tapad, akkor az anyag lágy. A reszelőt azonos erővel kell nyomni. A reszelőpróbát a felületen, nem az éleken kell elvégezni.

Szikrapróba alapján is következtetnek az anyagminőségre. Az acélt gyors fordulatú köszörűhöz szorítják, és a szikra színéből és alakjából gyakorlattal megállapítható a szén közelítő mennyisége, az ötvözött acélban az ötvözőanyagok fajtája és közelítő mennyisége (2.7. ábra). Ez a módszer gyors, egyszerű, ezért a kovácsok gyakran alkalmazzák. A műhely sötétebb részében végzik, hogy a napsütés ne zavarja meg a szikrák képét.

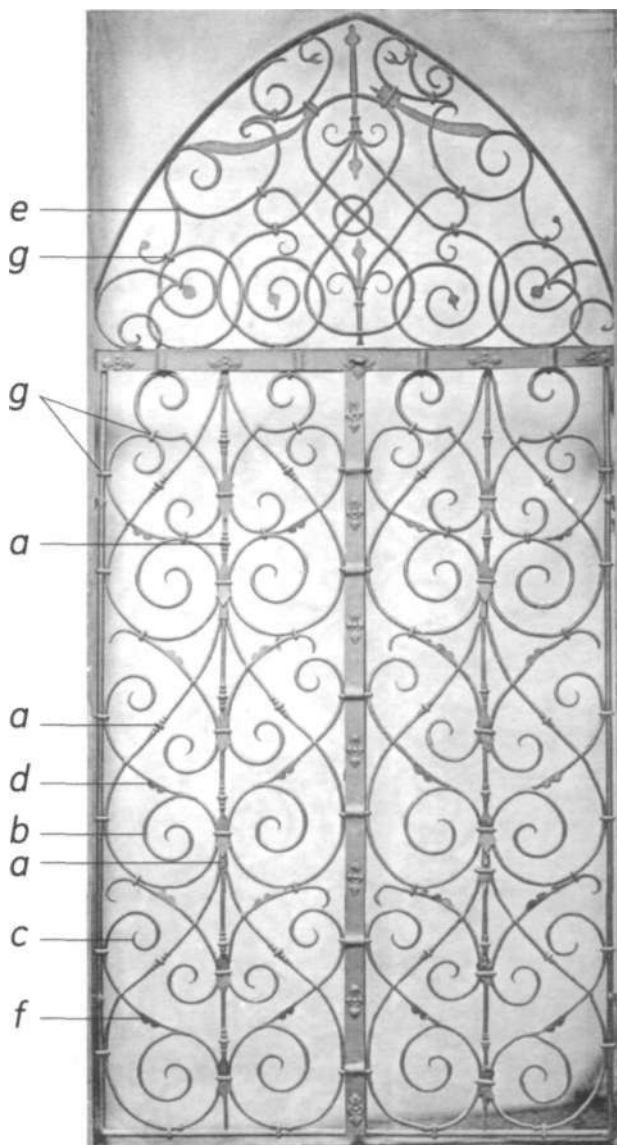
3. A kovácsműhely kialakítása és berendezése

3.1. Követelmények, az acél megmunkálása

A kovácsolás munkafázisait alapvetően melegmegmunkálással végzik. Ennek érdekében az acélt szénttartalmától függően 850... 1150 °C-ra kováctűzben vagy kemencében felmelegítik, majd az üllőn kézi vagy gépi kalapáccsal a kívánt formára megmunkálják. A megmunkálás történhet *szabadalakítással* vagy *odorban* történő kovácsolással. A művészi kovácsolás szabadalakítással történik, itt ugyanis nemcsak a kézi erőre és a kézügyességre, hanem a formaérzékre, az egyéni kvalitásokra, a művészi többletteljesítményre is szükség van. A kovácsmunka sablonossá válik, ha az acélt odorban kovácsolják, vagyis előre elkészített számba verik, bár a középkorban az ismétlődő elemeknél ezt a módszert is művészi módon alkalmazták a szabadon alakított részekkel (3.1. és 3.2. ábra).

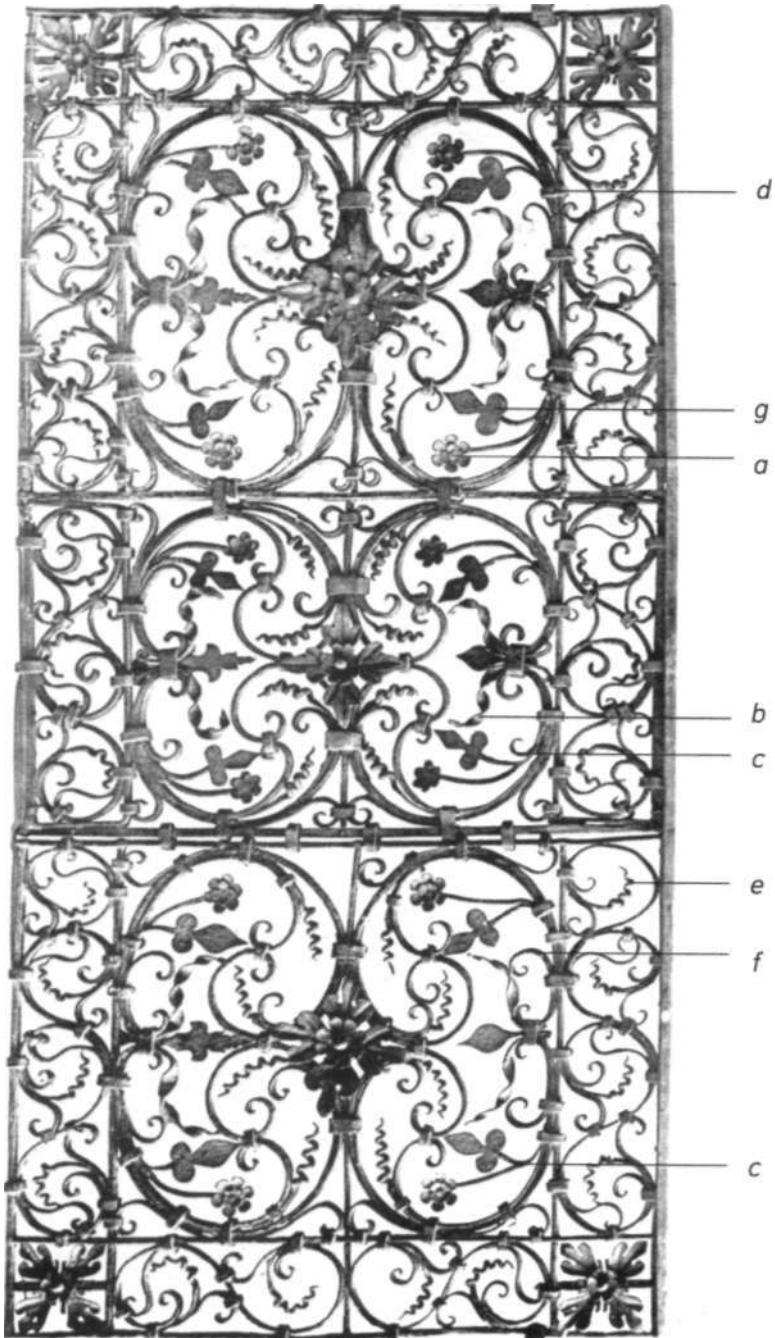
A szabadalakító kovácsolás a következő főbb műveletekből áll:

- nyújtás, szélesítés, élezés, hegyezés,
- duzzasztás, zömítés,
- lépcsőzés, nyakalás,
- simítás, egyengetés,
- hajlítás,
- csavarás,
- darabolás,
- hasítás,
- lyukasztás,
- süllyesztékes vagy ódorkovácsolás,
- faragás,



3.1. ábra. Kovácsoltvas rács, készült a 15. században

a) odorban készült elemek; b) hajlítás; c) hegyezés; d) kovácshegésztés; e) hasítás; f) nyújtás; g) bundkötés



3.2. ábra. Olasz kovácsoltvas rács, készült a 15. században
 a) odorban készült elem; b) csavarás, c) hasítás; d) bundkötés;
 e) hegyezés; f) hajlítás; g) domborított levél

- domborítás,
- erezés,
- hegesztés (tűzi kovácshegesztés vagy elektromos, illetve gázhegesztés),
- szegecselés.

A szabadalakító kovácsolás műveleteivel a 4. fejezet részletesen foglalkozik. A legegyszerűbb kovácsmunkát - amikor a négyzetvas éleit vágóval behasítják, bemetszik - *irdalt* munkának nevezik (3.3. ábra).

Gazdagabb formavilágot mutat az a barokk levélminta, amit kilapított laposvasból hasítottak ki (3.4. ábra).

Az áttört munkáknál a kovács alakító szerszáma a lyukasztó, amit lemezeknél vagy egymásba dugott elemeknél egyaránt alkalmaz. Ilyen *átbújtatott* elemekből készült rácsokat már a reneszánsz korban is alkalmaztak, de a mai kovács iparművészek is gyakran visszatérnek ehhez az ízig-veérgig kovácsoltvas jellegű megoldáshoz (3.5. ábra).

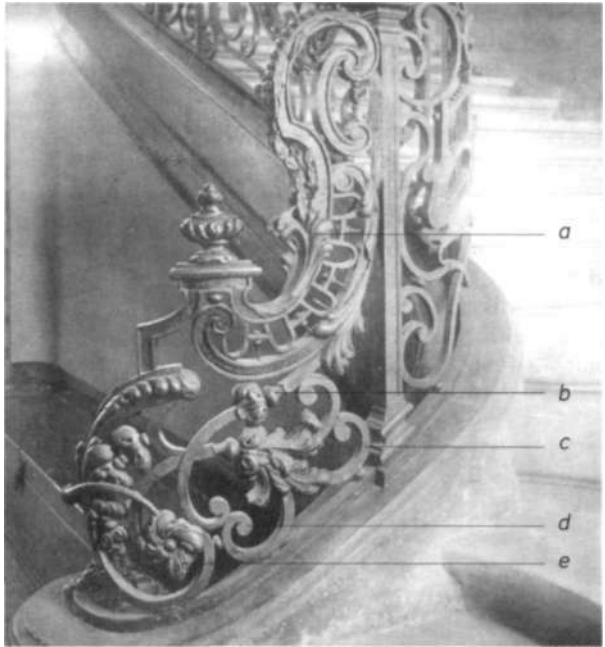
A vasművesség másik ága az acél hidegen történő megmunkálása. A vékony lemezt hidegen is lehet lyukasztani, domborítani. Az előbbi lyukasztóval, az utóbbit domborítókalapáccsal végzik, így jönnek létre a domborított vagy *trébelt* elemek (pl. levél, rózsza), amelyekkel a melegmegmunkálással készült kovácsoltvas kapukat, rácsokat díszítették (lásd 3.4. ábra).

Idetartozik a *rovott* vagy árkolt és a *véssett* munkák technikája is. Rovott vagy árkolt munkánál a tárgy felszínébe a díszítményt hegyes acélszerszámmal hidegen, esetleg melegen róják be. Ilyen áttöréssel, cizellált felületeket képeztek ki azokon a középkori kulcsokon, amelyek a 3.6. ábrán láthatók. Az acél faragásával plasztikus, térbeli tárgyakat (szobrokat) hoztak létre (3.7. ábra).

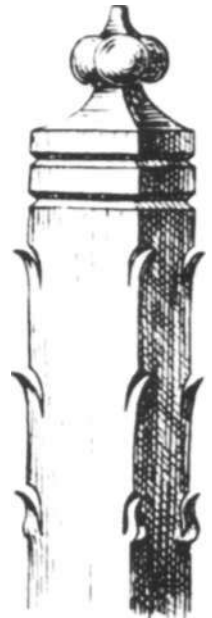
A melegmegmunkálással készült munkák elemeit, díszítéseit hegesztéssel, a hidegen készületeket általában szegecseléssel, kötegeléssel, bújtatással vagy csappal egyesítik.

Régen általános volt, de ma is előfordul az acél csavart díszítése, készüljön az melegen vagy hidegen. Itt az anyagot satuba fogják és megcsavarják.

A mai mesterek felhasználják a kovácsoltvas-munkák készítésénél a modern, korszerű gépi eszközöket, berendezéseket, kisgépeket. Ez természetes is mindaddig, amíg használatuk nem megy a



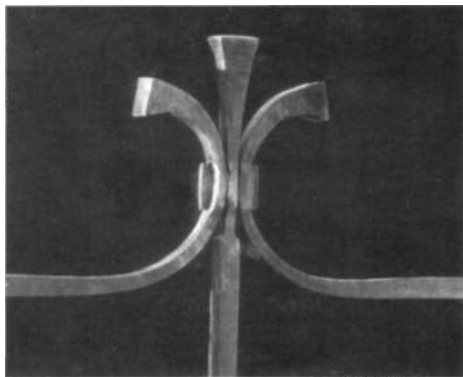
3.4. ábra. Barokk lépcsőkorlát részlete, 18. század
a) hasított levélminta; b) duzzasztás; c) hajlítás;
d) zömítés; e) domborított rózsza



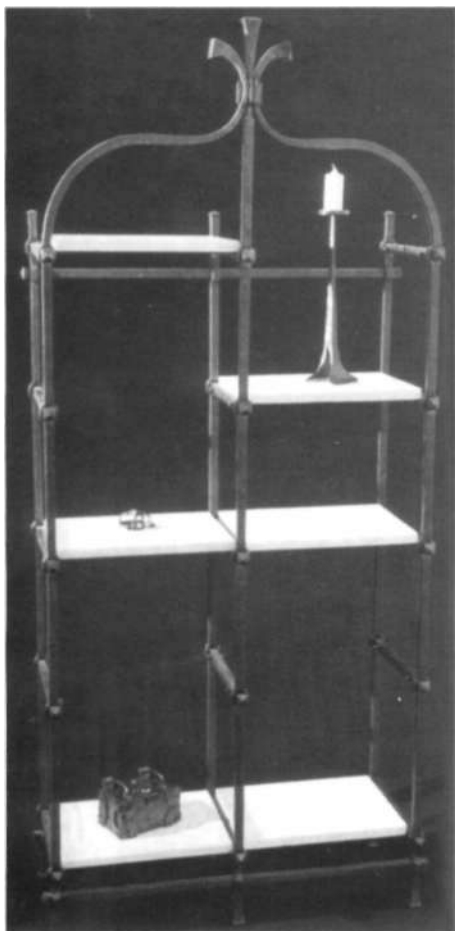
3.3. ábra. Csúcsíves stílusú irdalt oszlop

művészi érték rovására. A művészi értéket ugyanis a kézi megmunkálás egyedi, művészijellege adja. Ha a hozzáértő egy munkáról a készítő személyét nem ismeri fel, a művészi érték megkérdőjelezhető.

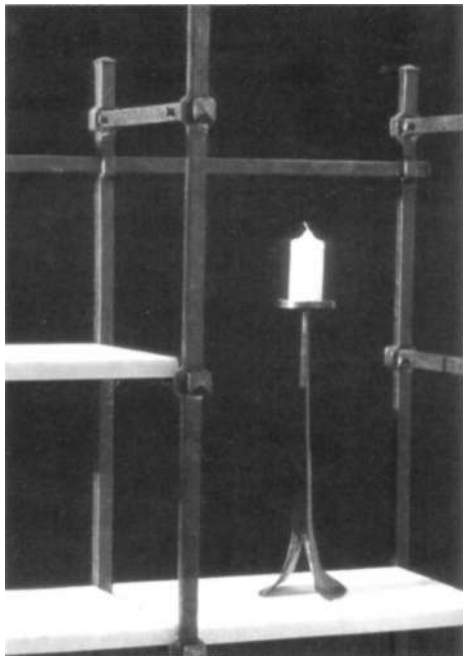
Napjaink műhelyében természetesen, hogy a durva nagyolást *légkalapáccsal*, a fűrészt gépi *lyukasztással* vagy *csigafúróval*, a darabolást *autogénvágással* vagy ollóval, esetleg körfűrészsel, a lemezeken történő alakos vágásokat lézervágóval vagy kivágóollóval végzik. Az is nyilvánvaló, hogy a pontozás (kírnerezés) ma már csak ritkán szükséges, a reszelő szerepét átvette



3.5b ábra. A 3.5a ábra részlete



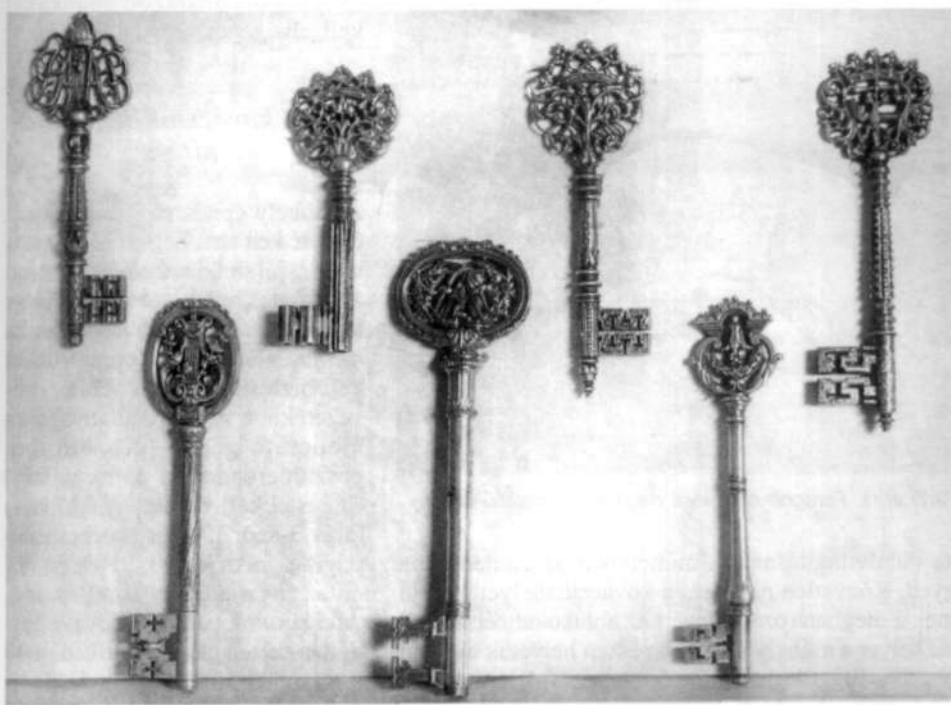
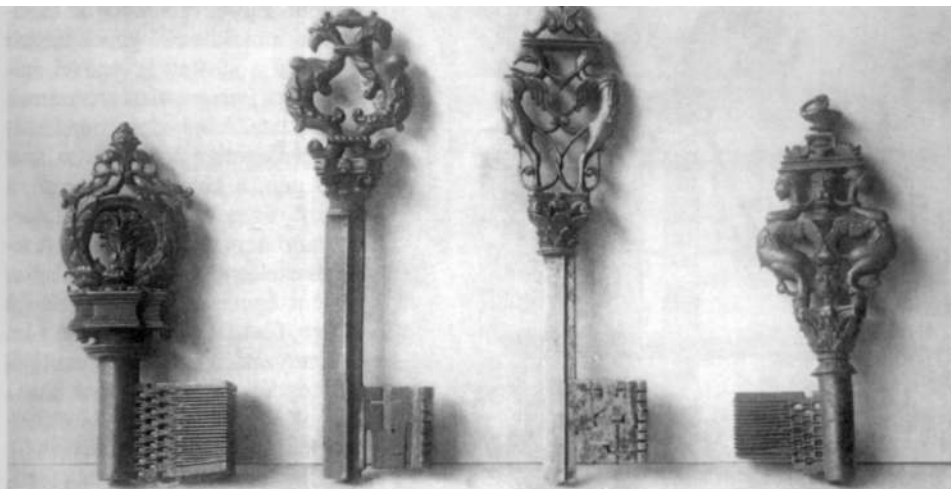
3.5a ábra. Rúdelemek bújtatott csatlakozása. Kovácsoltvas polc, Seregi György alkotása



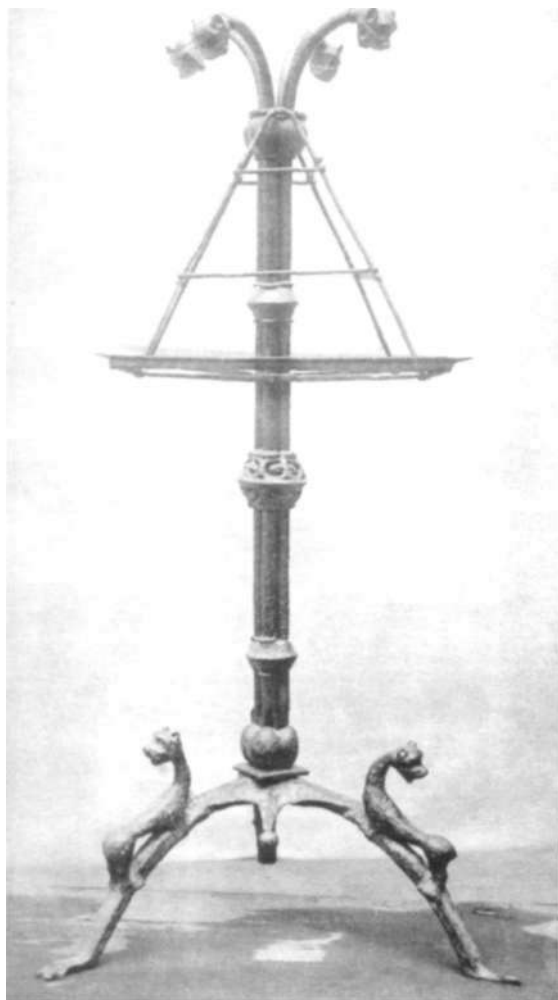
3.5c ábra. A 3.5a ábra részlete

a *sarokcsiszoló*, amellyel darabolni, sőt polírozni is lehet. Sok műhelyben elkel a két-három méteres *élhajlító*-, a *maró*- vagy akár az *esztergagép* is. A hegesztéseket kézi *elektromos ívhegesztéssel* vagy autogénhegesztéssel végzik, a szegecselést is sokszor gépi úton készítik.

A gépek működtetéséhez 220/380 V feszültségű áramforrás szükséges, amelyet



3.6. ábra. Lyukasztott és cizellált technikával készült középkori kulcsok



3.7. ábra. Faragott állatokkal díszített háromlábú állvány

az oldalvilágításnál. A műhelyben az általános megvilágítás mértéke 90... 100 lux legyen. Közvetlen napsütés a kovácstűzhelyet ne érje, mert az zavarja az acél izzási színének a meghatározását, ezért az ablakokat célszerű az északi homlokzatra tenni. A kovácstűzhelyet a műhely sötétebb részén helyezik el. Felülvilágítás esetén előnyös a Shade-tető (északi, függőleges felületű üvegezés) beépítése. Régen a kovácsműhelyeket nem fűtötték, mert a kovácstűz önmaga is temperálta a helyiséget. A mai műhelyeket központi fűtéssel látják el, amit úgy célszerű megtervezni, hogy a munkapadoknál, illetve ahol az összeállítást végzik, ott se legyen 16 °C-nál magasabb a hőmérséklet. A tűzhely környékére fűtőberendezést nem szükséges elhelyezni.

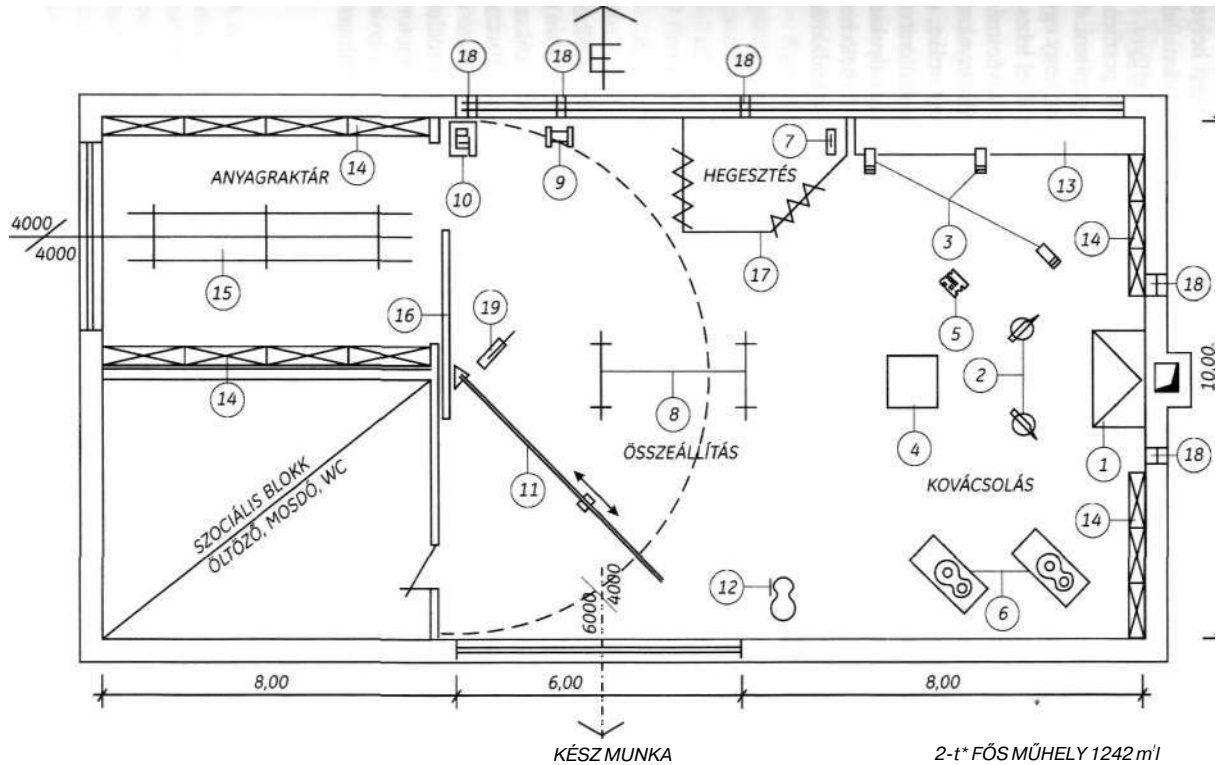
A műhely legyen tágas, de az összetartozó munkafázisok elvégzéséhez szükséges berendezések, gépek legyenek közel egymáshoz. Így a tűzhely közelébe kell elhelyezni az üllőtökét az üllővel, a kovácsológépet, a kalapácsok, a tűzifogók, a nyeles szerszám-

az egész műhely területén ki kell építeni. Egyes esetekben az elektromos működtetésű gépek mellett célszerű a sűrített levegővel működtetett, *pneumatikus* szerszámok használata. A helyszíni szerelésnél elengedhetetlen szerszám az *ütve fúró gép*, a kézi *sarokcsiszoló*, a kézi *fúrógép* és esetenként a *hordozható hegesztőberendezés*. A felületkezelésnél az egykori olajban történt égetés helyett többretegű szórt festést, esetenként tűzi horganyzást, a felület előkészítésére (rozsdátlanítására) többek között homokszórást vagy vegyi előkezelést használnak.

Egy kovácsműhelyben a fentiekben körvonalazott munkákat kell elvégezni.

3.2. A kovácsműhely kialakítása

A műhely építészeti kialakításánál ügyelni kell arra, hogy a helyiség világos és jól szellőztethető legyen mind természetes, mind mesterséges úton. A természetes szellőzést ablakokkal, a mesterségest elszívóventilátorokkal kell biztosítani. Ez utóbbiak csővezetékét a szennyező anyagokat kibocsátó gépek (köszörű, hegesztőberendezés, polírozó stb.) fölé is el kell vezetni. A felülvilágítást 3-szor, 5-ször hatékonyabb



FELÜLETKEZELÉS

3.8. ábra. Kovácsműhely elrendezési vázlatja

- 1 - kovácstűz; 2 - illő; 3 - safu; 4 - egyengetoasztal; 5 - lyukas egyengető; 6 - kovácsológép; 7 - hegesztőgép;
 8 - összeállító bak; 9 - állványos köszörűgép; 10 - darabológép; 11 - forgó daru; 12 - fűrőgép; 13 - munkaasztal; 14 - állvány; 15 - anyagtaroló állvány;
 16 - tolóajtó; 17 - mobil falak; 18 - légtechnika, elszívás; 19 - fűrészgép

mok, az üllőbetétek elhelyezésére szolgáló szerszámállványokat, szekrényeket. Ugyancsak a tűzhely közelében legyen a tűzsisu és a víztároló edény. Az ablak alá vagy világos helyre célszerű tenni az acél hidegmegmunkálásához szükséges satukkal és szerszámokkal felszerelt munkapadot. A ritkábban használt gépeket is hozzáférhető helyen, a bal- és jobbkezes kezelést lehetővé téve kell elhelyezni. Így többek között a hegesztési helyet célszerű elkülöníteni a műhely többi részétől, legalább mobil, tűzmentes paravánfallal. Az összeszereléshez egy körbejárható, min. 3 x 4 m-es területet szabadon kell hagyni.

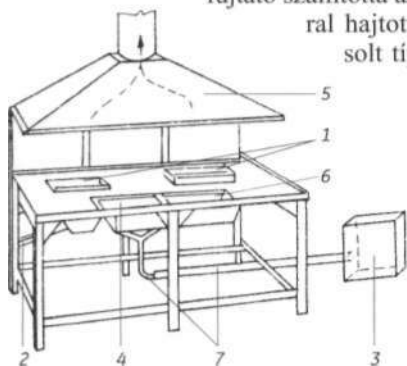
A műhely kb. 150..300 négyzetméter alapterülettel, lehetőleg téglafalazattal, pormentes betonpadozattal készüljön. A munkapadok előtt indokolt keményfa padlót beépíteni. A műhely magassága legalább négy méter legyen. A födémét úgy kell megtervezni, hogy egy 500 kg tömegű tárgyat a födém méretezett tartógerendájára akasztott csigasorral fel lehessen emelni. Továbbá egy 10 N teherbírású forgódaru is igen hasznos egy kisebb kovácsműhelyben. Az anyagtárolást a műhely elkülönített részén, erre a célra kialakított állványokon célszerű megoldani, külön a szálanyagot és külön a lemezeket. A tüzelőanyag-tárolást, a szociális blokkot (öltöző, mosdó, WC) és az irodát a műhely mellett, de attól elkülönítve kell kialakítani. A műhely éghető anyagokból nem épülhet, és a tűzvédelmi szabályokat, előírásokat mindenkor be kell tartani. Az előírt méretű poroltót könnyen hozzáférhető helyen kell tartani. Egy lehetséges műhelyelrendezést mutat a 3.8. ábra. A műhely kialakítására vonatkozó bővebb előírások az irodalomban találhatóak [3], [4].

3.3. A kovácsolás hevítőberendezései

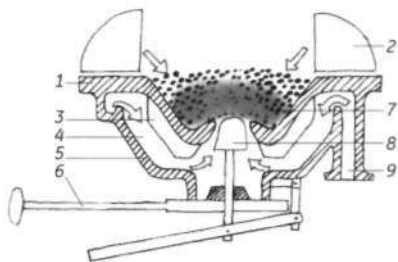
3.3.1. A kovácstűzhely

A szabadkézi kovácsolásnak még ma is a legfontosabb melegítőberendezése az acélból készült kovácstűzhely, amely a régi falazott tűzhelyeket teljesen kiszorította (3. 9. ábra). Ezzel izzítják fel a kisebb darabokat, valamint a szálanyagok egy részét. A széntől, koksztól származó hő nagyobb része nem a tüzelőanyag közé tett hideg acélt melegíti, hanem a környezetet, ezért hatásfoka rossz, alig 6...8%-os. A nyitott kovácstűzhely fő része a *tűzkosár*, amelyben a szilárd tüzelőanyag ég. A kosár alá régebben kézi vagy lámpedalós

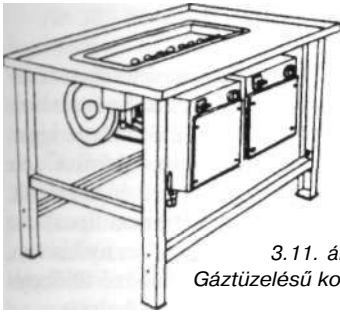
fűjtató szállította az égéshez szükséges levegőt, ma villamos motorral hajtott ventilátor végzi a levegőszolgáltatást. A javasolt típusok műszaki adatait a 3.1. táblázat tartalmazza.



3.9. ábra. Nyitott kovácstűzhely
1 - kovácstűz; 2 - fűvókaszályozó és salakozókar; 3 - ventilátor; 4 - víztartály; 5 - füstelszívó ernyő; 6 - szénttartó; 7 - levegővezeték



3.10. ábra. A tűzkosár keresztmetszete
1 - tűzkosár; 2 - tűzpart; 3 - hűtőbordák; 4 - légcsatorna; 5 - hűtőköpeny; 6 - hamuretesz; 7 - átégett szén; 8 - fűvókakúp; 9 - légcsatorna



3.11. ábra.
Gáztűzelésű kovácstűzhely



A kovácstűzhelyhez
szükséges
elektroventillátorok

| Volt | Watt | m ³ /min | Pa | Tűztér | kg |
|----------|------|---------------------|------|--------|----|
| 400/3-ph | 40 | 2,7 | 650 | 1 | 6 |
| 230/1-ph | 40 | 2,7 | 650 | 1 | 6 |
| 400/3-ph | 120 | 5,0 | 1000 | 1-2 | 9 |
| 230/1-ph | 120 | 4,9 | 1000 | 1-2 | 9 |

za. A kosárhoz csatlakozik az öntöttvasból készült szén- és salaktányér, amelyen közepén kúp van, ennek ülése egy kör alakú nyílást ad a kúppal: ez a fűvoka. A nyílás nagysága a kúp emelésével és süllyesztésével szabályozható (3.10. ábra). A levegő vezetékén tolvár van, ezzel a levegő szabályozható. A nyitott tűz gáza és füstje az egészségre ártalmas, ezeket a tűztér felett elhelyezett füstelszívó ernyővel el kell vezetni min. 30 cm átmérőjű kéményen keresztül a szabadba.

Kaphatók 5 mm-es acéllemezből készült, 1000 x 800 mm méretű platnival ellátott gáztűzelésű kovácstűzhelyek is (3.11. ábra), amelyeket propán-bután gázzal vagy földgázzal lehet fűteni. Az előbbi gázfelhasználása 3 kg/h, a gáznyomás 50 mbar, az utóbbié 4,0 m³/h, a gáznyomás 20 mbar. Atűztér mérete 590 x 265 mm. A munkadarabot 3,4 vagy 7 fűvokából lehet melegíteni. A tűzhely magassága 800 mm.

A 3.9. ábrán lévő berendezésen két kovácstűzből dolgozhatnak egyszerre. A nyitott kovácstűzhöz víztartó is tartozik, amelyből a tűz felületét locsolja a kovács. A fogókat is ebben hűtik. A hűtővíztartály mellett van a tüzelőtartó vályú.

A kovácstűzhely-kezelés szerszámaival a 3.12. ábra mutatja be: a különféle salakszurkálókat, a kovácsszénlapátokat, a salakkaparókat és a pamacsvasat, amely a pamacs beszorítására alkalmas köracélból készült nyél. A beszorított pamaccsal a tűz felületét locsolják. Ezeket az egyszerű szerszámokat régen a kovácsok maguk készítették, manapság - borsos áron - megvásárolhatók.

PPOP00 Q P



3.12. ábra.

A kovácstűzhely szerszámaival

3.3.2. Üzemi kemence

A hagyományos kovácstűzhelyben a munkadarab hőfokát annak izzási színéről a kovács maga állapítja meg. Ez nagy odafigyelést és gyakorlatot kíván. Egyes anyagok izzításánál a kovácsolási hőmérséklet igen szűk határok között mozog, másoknál az izzási színek nem jelentkeznek határozottan. Ilyen anyagok többek között a nagy szilárdságú, rozsdamentes acélok, a bronz és az alumínium. Ezeket célszerű gáztűzelésű kemencében hevíteni. Ilyen mobil kemencét ábrázol a 3.13. ábra, amelynél a belső munkatér szélessége 210 mm, magassága 160 mm, mélysége 490 mm.

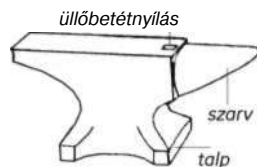
Kaphatók PB-gázzal vagy földgázzal üzemelő berendezések. Az előbbinél a gázfogyasztás 2,8 kg/h, a gáznyomás 1,5 bar, az utóbbinál a gázfogyasztás 3,6 m³/h, a nyomás 20 mbar. A kemence elektromos (digitális) hőszabályozóval rendelkezik, a beállítható max. hőmérséklet 1250 °C. Áramsüksége 40 kW, a gázcsatlakozás 'A'-os vezetékén lehetséges.

3.4. Üllők, üllőbetétek, kalapácsok

Az üllő a kovács ősrégi munkaesztala, amely felfogja azokat a kalapácsütéseket, amelyekkel a kovács a darabot alakítja. Az üllő a súlyával ellenáll a kovács kalapácsütéseinek, csak ennek révén lehetséges az acél képlékeny alakítása. Ha az üllő tömege kicsi, akkor az ütések hatására rezeg, billeg és nem ad megfelelő ellenerőt, nincs „húzása”. Az üllő a kalapácsütésre csengő hangot ad. Acélöntvényből készül, lapja edzett és köszörült. Az üllő lehet egyszarvú (német, illetve magyar típus) vagy kétszarvú (francia típus). Az utóbbinál az egyik szarv hengeres, a másik szögletes. Sík lapján egy vagy két nyílás van, mely lehet négyszög vagy kör keresztmetszetű. Ezek fogadják be a különböző üllőbetéteket és a *szarvasüllőt*, amely kisebb és finomabb darabok kovácslására alkalmas.

3.2. táblázat

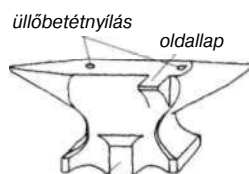
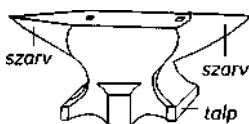
Egységesített típusú üllők méretei



| Tömeg | Sík lap szélessége, mm | Hosszúság, mm | Magasság, mm |
|------------------|------------------------|---------------|--------------|
| 20 kg - 1 szarv | 80 | 360 | 155 |
| 35 kg - 1 szarv | 95 | 420 | 200 |
| 50 kg - 1 szarv | 110 | 470 | 220 |
| 75 kg - 1 szarv | 125 | 575 | 265 |
| 100 kg - 1 szarv | 130 | 650 | 290 |
| 20 kg - 2 szarv | 80 | 390 | 155 |
| 35 kg - 2 szarv | 95 | 475 | 200 |
| 50 kg - 2 szarv | 110 | 570 | 220 |
| 75 kg - 2 szarv | 125 | 635 | 265 |
| 100 kg - 2 szarv | 130 | 720 | 290 |
| 125 kg - 2 szarv | 130 | 720 | 310 |

3.3. táblázat

Minőségi üllők méretei

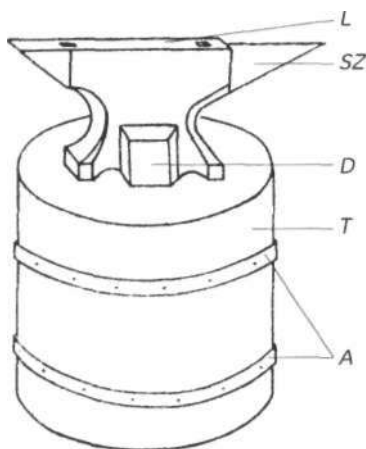


| Tömeg | Sík lap szélessége, mm | Hosszúság, mm | Magasság, mm |
|--------------------|------------------------|---------------|--------------|
| 100 kg | 110 | 745 | 290 |
| 125 kg | 120 | 830 | 330 |
| 150 kg | 115 | 930 | 340 |
| 175 kg | 120 | 910 | 350 |
| 200 kg | 125 | 1040 | 350 |
| 250 kg | 130 | 1090 | 395 |
| 35 kg oldallappal | 100 | 480 | 205 |
| 50 kg oldallappal | 100 | 540 | 230 |
| 100 kg oldallappal | 110 | 745 | 290 |
| 125 kg oldallappal | 120 | 930 | 340 |
| 175 kg oldallappal | 120 | 910 | 350 |
| 200 kg oldallappal | 125 | 1040 | 350 |
| 250 kg oldallappal | 130 | 1090 | 395 |

Az üllő hengeres szarván végzik a munkadarab hajlítását és az előlyukasztott darab tágítását. Az üllő szarva azért kúpos, hogy sokféle méretre használható legyen. A kisebb gyűrűket a kúp végén, a nagyobbakat a tövében alakítják ki. A sík lap élén, az oldallapon vagy esetleg a talp lépcsőzetén a különféle hajlításokat végzik. Az egységesített üllőtípusok méretei és sajtó tömegük a 3.2. táblázatban, a nehezebb tömegű, duzzasztólappal, illetve oldalappal ellátottaké a 3.3. táblázatban láthatók. A 20...75 kg-os üllőket vékony, kis keresztmetszetű elemek, a 75...250 kg-os üllőket a nagyobb keresztmetszetű darabok kovácsolására használják. A gyakorlatban a 200 kg-os kétszarvú üllőn a díszműkovácsolás munkafázisai elvégezhetőek.

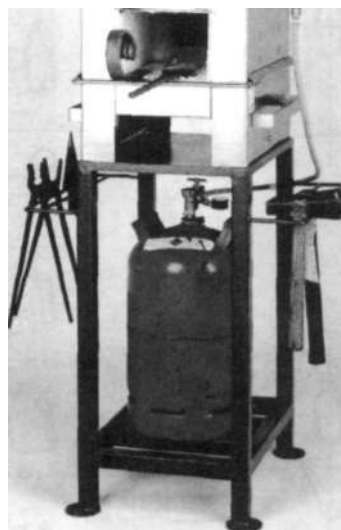
A üllő erős tölgyfa rönkre, a *tőkére* van erősítve. A tőkét melegen rásütött vasabroncsok tartják össze. Olyan mélyre kell beásni a talajba, hogy a rákerülő üllő lapjának magassága a padlószint felett 700...800 mm-re legyen (3.14. ábra). A tőke hossza olyan legyen, hogy a talajszint feletti rész kb. azonos legyen a talajszint alattival.

A *kézikalapács* a kovács legfontosabb szerszáma. Az izzó anyagot a kovács a fogóval fogja, és a kalapáccsal kifejtett erővel alakítja. A kalapács alakja ősidők óta alig változott. Aszerint, hogy mekkora munkadarabot kell kovácsolni és milyen nagy alakító munkát kell végezni, a kalapácsok mérete is változó. Minél nehezebb a kalapács és minél nagyobb az ütés sebessége, annál nagyobb a kalapács ereje.



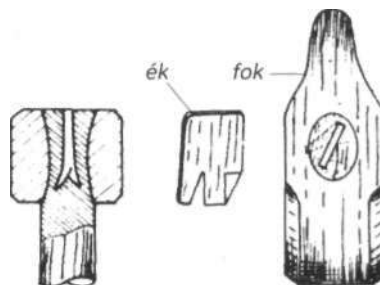
3.14. ábra. Üllő a tőkén

A - vasabroncsok; L - lap; SZ - szarv;
D - duzzasztólap; T - tölgyfa tuskó



3.13. ábra. Gáztüzelésű kovácske-mence

Műszaki adatok: szélesség: 210 mm, magasság: 160 mm, mélység: 490 mm, teljesítmény: 36 kW, gáz: propán (palack), felhasználás 1,5 bar-nál: 2,8 kg/h, gáznyomás: 0,5-2,5 bar, max. hőmérséklet: 1250 °C

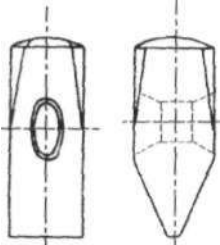
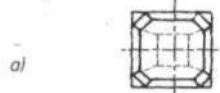

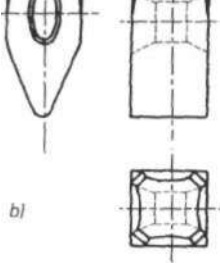


3.15. ábra. A kalapács ékelése



3.16. ábra. A kalapács nyelvének hossza

Kovácskalapácsok típusai és méretei

| | | Tömeg, kg |
|---|---|-------------------|
|  | j | Kovácskalapács |
| | | 1,4 |
| | | 1,7 |
| | | 1,9 |
| 2,2 | | |
|  | i | Gömbfejű kalapács |
| | | 0,8 |
| 1,1 | | |
|  | | Simítókalapács |
| | | 1,3 |
| 1,7 | | |
|  | ^ | Ráverőkalapács |
| | | 3,5 |
| | | 5,5 |
| 8,5 | | |

a)

b)

c)

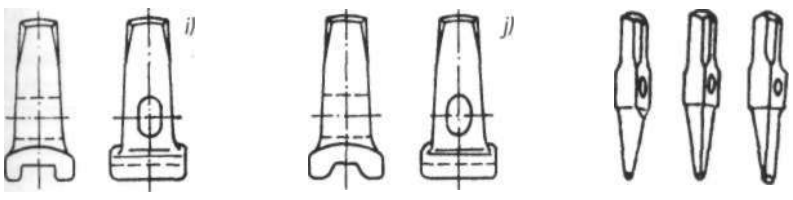
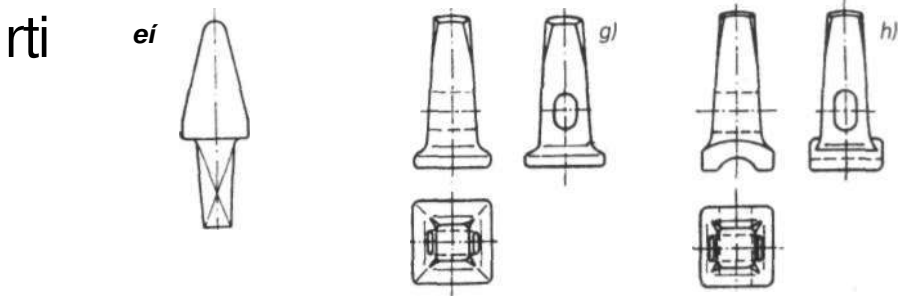
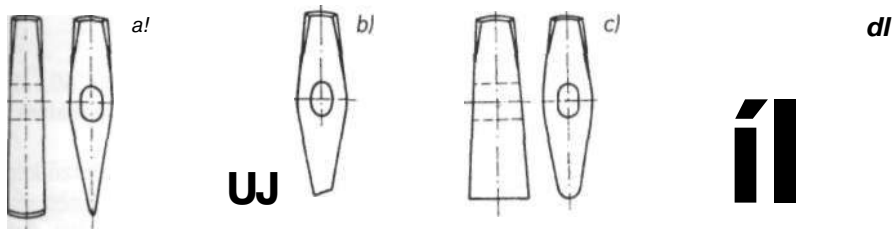


3.77. ábra. Kézi kovácskalapácsok
a) ráverőkalapács; b) harántkalapács;
c) ráverőkalapács használata

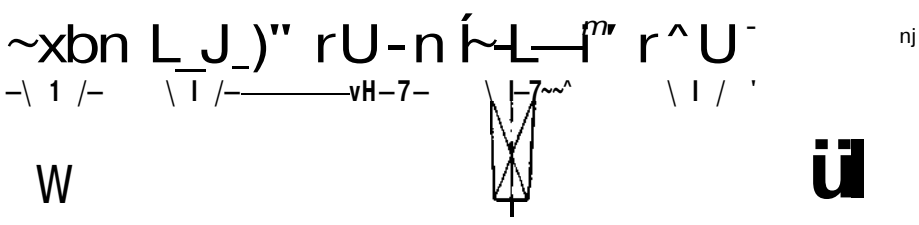
A kézi kovácskalapács fej $Z > 67$ és nyélből áll. A fej szerszám- acélból, a nyél csomómentes somfából készül. A kalapácsfej talpa domború, a foka keskeny, legömbölyített felület, amely nyújtja az anyagot. Mindkét ütőfelület edzett és köszörült. Ovális furata a nyél irányában szűkül, az ebbe nyúló nyél végébe átlósan elhelyezett acéléket ütnek (5.75. ábra).

A kézikalapács 1... 2,2 kg tömegű, nyele az alsókar hosszának megfelelően 40...60 cm (3.16. ábra), a kétkezi kalapács tömege 3...8 kg, nyele 60... 100 cm (3.17. ábra). A kétkezi kalapács lehet ráverő- vagy harántkalapács. Az előbbit a segéd használja a nagyobb erőt igénylő alakításoknál, az utóbbira akkor van szükség, ha két segéd dolgozik. A ritmust a mester diktálja, és kisebb ütésekkel jelzi, hogy hová kéri a segédektől az erőteljes alakító ütések. A keresztkalapács foka a nyéllal párhuzamos. Nyújtásra használják. Használják még gömbfejű és simítókalapácsot. Az előbbit domborításnál, az utóbbit egyengetésnél alkalmazzák. A gyártott típusok a 3.4. táblázatban láthatók.

A kézi kovácsolás rátét-, illetve betétszerszámait a 3.18. ábra foglalja össze. Megnevezésük utal az általuk elvégezhető műveletekre. Van un. nyeles rátétszerszámok, és vannak üllőbetétek. Az üllőbetétek egyik vége 25 x 25 mm-es négyzet keresztmetszetű, és illeszkedik az üllő lapján lévő nyílásba. A kiegészítő szerszámok alkalmazásával a 4. fejezet foglalkozik.



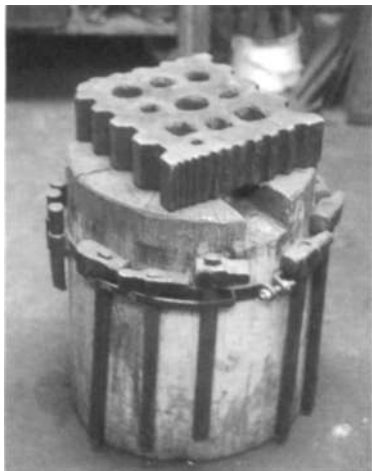
m



3.78. ábra. Kéz/ kovácsolás rátétszerszámai
 a) nyeles vágó; b) nyeles ferdevágó; c) nyeles árkoló; d) vágó üllőbetét; e) nyeles ívesvágó; f) árkoló üllőbetét; g) nyeles simítókalapács; h) kerekidom-verő; i) nyeles négyszögidom-verő; j) nyeles hatszögidom-verő; k) nyeles lyukasztók; l) kerekidom-verő üllőbetét; m) négyszögidom-verő üllőbetét; n) hatszögidom-verő üllőbetét

láthatónak a pófái a satu pófaival párhuzamosan szorítanak, a *b* ábrán lévő a satuba mindkét irányban befogható. A kisebb keresztmetszetű felhevített rudakat a *c* ábrán látható villapárral hajlítják. Az alsó rész az üllő négyzetes furatába helyezhető, a felső rész karját a kovács fordítja el. A villa karja csővel meghosszabbítható, ha nagyobb hajlítóerőre van szükség.

3.7 Egyengető- és lyukasztólapok



3.22. ábra. Lyukasztólap elhelyezése keményfa tőkén

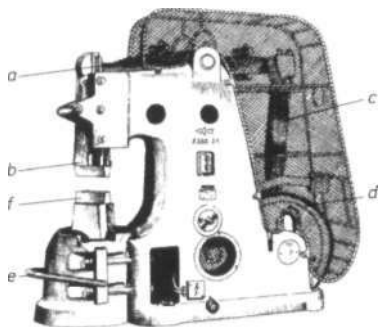
Kis- és közepes méretű kovácsdarabok egyengetésére merev, legalább 100 mm vastagságú, sima *egyengetőlapot* (platnit), a lyukasztásokhoz, hajlításokhoz pedig *lyukasztólapot* használnak. Az egyengetőlap mérete 1000 x 1000 * 300 mm, és erős vasasztalon nyugszik. A lyukasztólapok kapható mérete és állványa a 3.6. táblázatban látha-

3.6. táblázat

Lyukasztólapok méretei

| Ís? ⁰ : 3,s | Lapméret, mm | Vastagság, mm |
|---------------------------|--------------|---------------|
| H o Sij.-/ | 305 x 305 | 100 |
| | 380 x 380 | 130 |
| | 510 x 510 | 180 |
| : H | 400 x 400 | 100 |

tók. A lyukasztólapok rugalmasabb alátámasztása vasalt keményfa tőkével oldható meg (3.22. ábra). A lyukasztólap oldalán különféle sugarú csipkékzet található, ezeket hajlításkor használják. A többféle méretű négyzetes és kör alakú furata az ellapított anyagon a lyukasztást segíti elő.



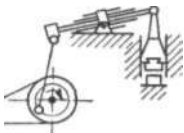
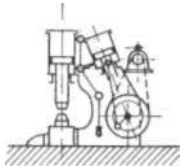
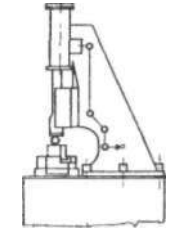
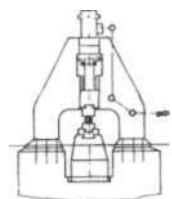
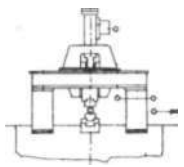
3.23. ábra. Ajax rendszerű lemezrugós kalapács

a) lemezrugó; b) medve; c) elasztikus hajtókar; d) excenter; e) pedál; f) üllő

3.8. Szabadalakító kovácsológépek

A díszműmunkákhoz a kovácsolás géptípusai közül a szabadalakító kalapácsokat használják. Ezekkel a kovács az alakítást pusztán ügyességével és gyakorlatával, vagy egyszerű segédszerszámokkal a gépi kalapács alatt végzi. így tulajdonképpen csupán a nehéz fizikai munkát takarítja meg, a munkadarab alakítása, a kézi megmunkáláshoz hasonlóan, egyéni kvalitásától függ. Ezek a kalapácsok mindig gyorsan működő ütőerővel, nem nyomóerővel dolgoznak. A gép mozgó része, a *medve* egyenletesen gyorsuló (4...7 m/s) mozgással zuhan az alakítandó, izzó munkadarabra.

Szabadalakító kalapácsok osztályozása hajtásuk, szerkezetük és vezérlésük szerint

| Megnevezés | Hajtás | Szerkezet | Vezérlés | Elv |
|--|---|--------------|-------------------------|--|
| Nyeles kalapácsok | mechanikus | egyállványos | szijterelővel | irtó |
| Rugós kalapácsok | mechanikus, villamos | egyállványos | szijterelővel | |
| Légpárnás pneumatikus kalapácsok | mechanikus, villamos | egyállványos | szeleppállítással |  |
| | | egyállványos | kézi önvezérlés |  |
| Gőz-, légkalapácsok | gőz vagy sűrített levegő (6...8 atm) | kétállványos | kézi kézi önvezérlés |  |
| | | hídállványos | kézi kézi |  |
| | | | |  |

A szabadalakító kalapácsok csoportosítása (3. 7 táblázat):

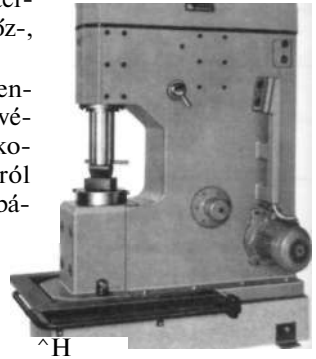
1. nyeles kalapácsok
 - merev nyeles kalapácsok;
2. rugós kalapácsok
 - csavarrugós kalapácsok,
 - ívrugós kalapácsok,
 - laprugós kalapácsok;
3. légpárnás kalapácsok;
4. gőz-, léghalmozós kalapácsok
 - egyállványos kalapácsok,
 - kétállványos kalapácsok,
 - hídállványos kalapácsok.

^A rúdanyag mérete a kalapács medvesúlyának függvényében nyújtókovácsolás esetén

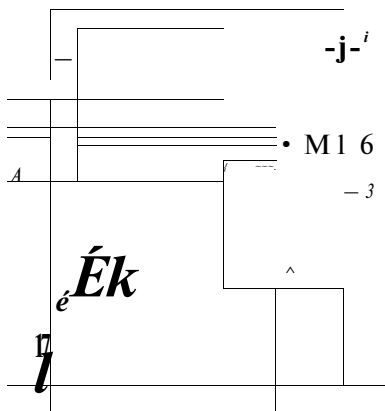
| Medvesúly, k_p | A rúdanyag \varnothing mérete, mm | | | |
|---------------------|-------------------------------------|------|--------------------------|------|
| | Szerkezeti acél | | Ötvözött szerkezeti acél | |
| | min. | max. | min. | max. |
| 100 | 30 | 90 | 20 | 65 |
| 150 | 40 | 110 | 28 | 70 |
| 200 | 50 | 120 | 35 | 80 |
| 300 | 65 | 140 | 45 | 90 |
| 400 | 75 | 160 | 50 | 100 |
| 500 | 80 | 180 | 55 | 115 |
| 750 | 95 | 200 | 65 | 130 |
| 1000 | 110 | 230 | 75 | 150 |

A rúdanyag méretét nyújtókovácsolás esetén a kalapács medvesúlyának függvényében a 3.8. táblázat tartalmazza. A nyeles kalapácsokat (pl. vízhámorokat) a korábbi évszázadokban használták, a rugós kalapácsok közül leginkább a még ma is alkalmazott laprugós kalapácsok (Ajax) terjedtek el. A mai modern gépek légpárnás kalapácsok. A gőz-, léghalmozós kalapácsokat elsősorban az iparban használják.

Az Ajax-kalapácsnál a rugalmas közeg a lemezrugó. Elrendezése a 3.23. ábrán látható. Az a) lemezrugóköteg egyik végéhez a b) medve, a másikhoz a c) elasztikus hajtókar csatlakozik. Az erőátvitel a hajtókar útján, a d) excentertárcsáról történik. A kalapács lökete az excentricitás állításával szabályozható. Az excentertárcsát elektromotor hajtja. A kalapács az e) pedál lenyomásánál kezd működni. Ha az excenter lefelé fordul, a kalapács medvéje felemelkedik, ha pedig felfelé fordul, akkor a medve ütést mér az \hat{H} üllőre, illetve az erre helyezett felhevített kovácsdarabra.

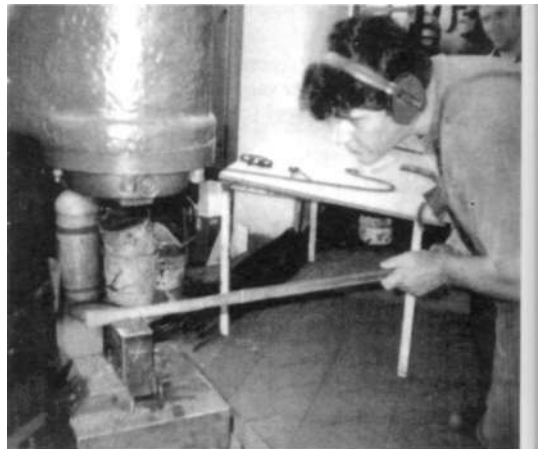


3.25. ábra.
Légkalapács nézeti képe



3.24. ábra. Kettős működésű léghalmozós kalapács hosszmetsete

- 1 - felső szabályozószelep; 2 - dugattyú; 3 - alsó szabályozószelep; 4 - hajtórúd; 5 - dugattyú; 6 - léghenger



3.26. ábra. Munkavégzés léghalmozóval

E kalapácsok percenkénti ütésszáma 200.. .300. A medvesúly 50.. .250 kg, de leggyakoribb a 100 kg-os medvesúlyú kalapács. Az Ajax egyszerű szerkezetű - szelepek, dugattyúk nélküli -, csekély súrlódási veszteséggel rendelkező, nagy ütőerejű gépi kalapács. Sűrített levegőre nincs szükség, karbantartása egyszerű, a medve lökethossza az anyagvastagságnak megfelelően beállítható. Hátránya, hogy a lemezugók gyakran eltörnek. Ennek megakadályozására a lemezugó alá csavarrugót építenek be, így rugalmas befogást biztosítanak [5].

Ha rugalmas közegeként a medve és az ezt mozgató hajtórúd közé rugók helyett levegőt használnak, akkor *légpárnás* vagy *pneumatikus* motoros kalapácsot kapnak. A sokféle megoldás közül a korszerű gépeknél a felső és alsó levegővel működő *kettős működésű* kalapácsok terjedtek el. Ilyen típusú kalapács hosszmetsetét a 3. 24. ábra, nézeti képét a 3.25. ábra mutatja. Léggalapáccsal való munkavégzés látható a 3.26. ábrán.

Az 1 felső szabályozószelepen (körtolattyún) át a 2 dugattyú feletti levegőtérbe, a másik 3 alsó szabályozószelepnél a dugattyú alatti térbe juthat a sűrített levegő. Az elektromotor fel- és lefelé mozgatja a 4 hajtórudat és az arra szerelt 5 dugattyút. A dugattyú lefelé mozgásakor a felette lévő térben megritkul a levegő, és mivel a 6 léghengert csatoma köti össze a 7 munkahengerrel, a munkahenger felett is légritka tér keletkezik. A léghenger 5 dugattyúja viszont lefelé mozgáskor sűríti az alatta lévő levegőt, és a 3 szelepen keresztül a munkahenger a dugattyú alatti térbe nyomja. A sűrített levegő a kalapács dugattyújára alulról felfelé irányuló mozgást gyakorol úgy, hogy az a medvét felemeli. Az 5 dugattyúnak felfelé irányuló mozgásánál fordított a helyzet, minek következtében a dugattyú lefelé mozog, a medve lecsapódik, és ütést mér az állón elhelyezett izzó munkadarabra. A medve mozgásának szabályozása az 1 és 3 szelepekkel végezhető. Beállítható, hogy a medve folyamatos ütések adjon a kovácsdarabra, felemelt helyzetben maradjon, illetve az állóhöz szorítva tartsa a munkadarabot. Ezeket a léggalapácsokat lábvezérléssel látják el. Ezzel lehet szabályozni az ütési energiát (nagy vagy kicsi ütés), az ütés súlyát (leszorító ütés, kemény ütés) és az ütés gyakoriságát, azaz a percenkénti ütésszámot.

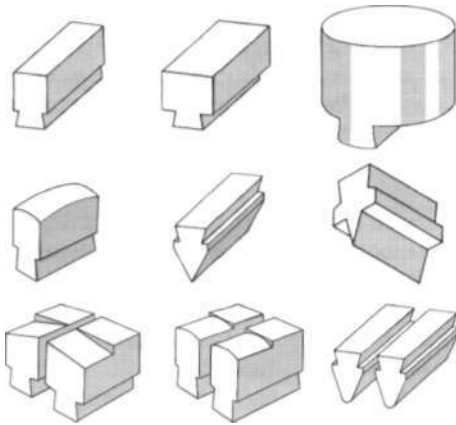
A művészi szabadalakító kovácsolás részére gyártott léggalapácsok műszaki adatai az alábbiak:

- medvesúly: 22...50 kg,
- a medve lökethossza: 200...230 mm,
- ütésszám: 220 ütés/perc,
- motorteljesítmény: 2,2...5,5 kW,
- elektromos ellátás: 380/660 V, 50 Hz,
- állósúly: 180...300 kg,
- nettó gépsúly: 410... 1200 kg,
- géphossz: 970... 1410 mm, szélesség: 665...840 mm, magasság: 1230... 1600 mm.

A gép kiválasztásánál célszerű a medvesúlyból kiindulni. 40 kg-os medvével a feladatok nagy része elvégezhető.

Az egyes géptípusokhoz szállítanak különféle medve- és üllőbetéteket is. Ezek egyik vége fecskefark alakúra van kimunkálva, hogy biztonságosan rögzíthető legyen a medvéhez, illetve az üllőhöz. A sima, lapos kiképzésű fej (medvebetét) a legtöbb munkára alkalmas, így négyzetes vagy téglalap keresztmetszetű darabok kovácsolására. Kaphatók hegyesszögű, vágásra, lépcsőzésre készült éles szerszámok; vagy ehhez hasonló, de az élek legömbölyítésével készült, nyújtásra alkalmas betétek; illetve íves kialakítású szerszámok, melyekkel hajlításokat lehet végezni (3.27. ábra).

Alakosra kiképzett betéteket mutat a 3.28. ábra. Ezek között vannak páros betétek (pl. köracél megmunkálására) vagy csak alakos üllőbetétek. Ez utóbbinál a medvebetét

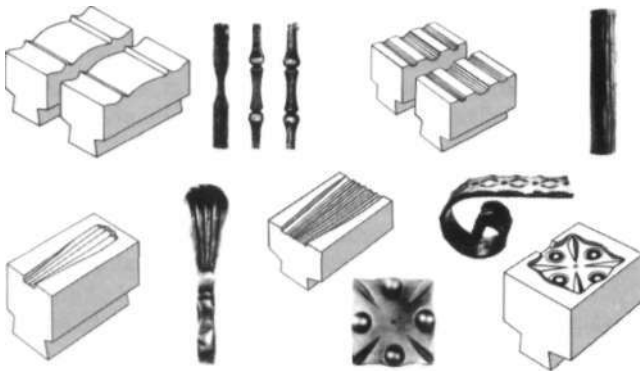


3.27. ábra. Általános felhasználású medves- és állóbetétek

sík felületű (pl. rozetta kovácsolása lemezről). Az alakos szerszámokkal készült elemeket - amik megfelelnek az odorban történő kovácsolásnak - a tömeggyártásnál használják, ezért ezek nem tartoznak a művészi kovácsolás műfajába.

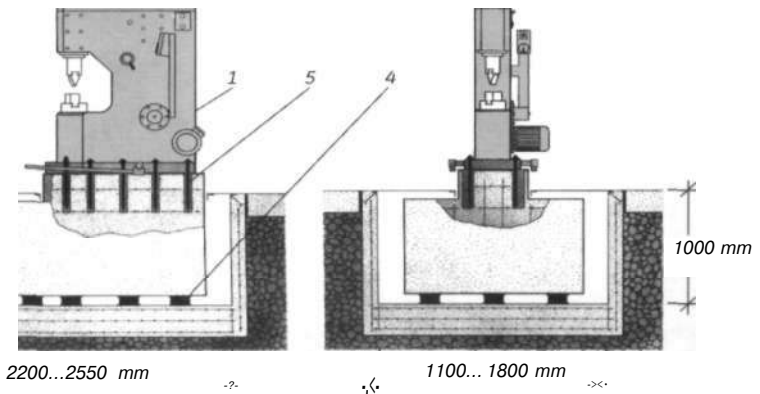
A légalapács *alapo*zása nemcsak a gép saját tömegét hordja, hanem többlet-igénybevételt is kap a kovácsolással kapcsolatos dinamikus hatásokból. A jó alap nem engedi a gép elmozdulását, a gépnek biztos alátámasztást ad, és nem adja át a talajnak a gép mozgásából eredő rezgéseket.

Ökölszabály, hogy hagyományos, egy tömbben készülő alapozásnál a szabadalakitó kalapács 1 t medvesúlyára 35 t tömegű alap szükséges.



3.28. ábra. Alakos állóbetétek

A tökéletes alapozást a 3.29. ábra mutatja be. Az ábrán a gépalap egy vasbeton teknőben nyugszik, és erős rugók vagy rugalmas gumialátétek biztosítják a dinamikus hatások átvételét. Ez esetben talajrezgések nem keletkeznek. Gondoskodni kell aknalejárattal vagy egyéb módon - törés esetén - a rugók cseréjéről.



3.29. ábra. Egyálh/ányos légalapács alapozása

1 - légalapács; 2 - vasbeton teknő; 3 - gépalap; 4 - rugó vagy gumipárna; 5 - lehorgonyzócsavarok

3.9. A kovácműhelygépei

A megalakító gépeken és berendezéseken kívül - elsősorban a hidegmegmunkálási feladatok elvégzésére - kisegítő, kiegészítő gépeket használnak.

Az anyagraktárban vagy mellette célszerű elhelyezni a 3.30. ábrán látható *fűrész tárcsás darabolót*, amellyel rúdanyagok vágását lehet elvégezni merőleges vagy ferde vágással. Kis műhelybe a kézi működtetésű javasolható. A gép biztonságos, orsóval állítható befogószerkezettel rendelkezik, akárcsak a nagyobb keresztmetszetű anyagok vágására alkalmas és a 3.31. ábrán bemutatott *fűrészgép*. Ez utóbbi szintén dönthető, ha ferde síkú leszabásokra van szükség.

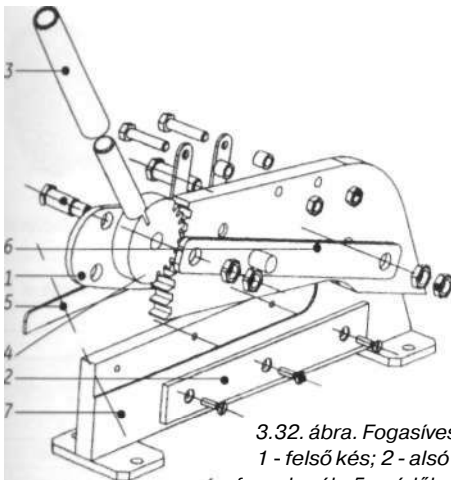
Vékony lemezek vágására alkalmas hazai gyártású gép & fogasíves, karos lemezolló. Háromféle nagyságban készítik, jelölését a vágási hossz szerint adják meg. Nézeti képe a 3.32. ábrán, műszaki adatai a 3.9. táblázatban láthatók.

Fontos megjegyezni, hogy keskeny (50 mm alatti) szalagok vágásánál az anyagot kézi fogóval kell meg-



3.30. ábra. Fűrész tárcsás daraboló

| Géptípus | Műszaki adatok | | | | | | Szerelvények vágható max. mérete | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|----------|--------------|-----------|------------|----------|----------------------------------|----|--------|--------|-------|---|-------|---|---|---|
| | Max. tárcsa-átmérő mm | Motor kW | Fordulat RFM | Asztal mm | Méreték cm | Tömeg kg | 0° | | | 45° <- | | | 45° ^ | | | |
| | Ⓢ | Ⓚ | # | Ű | Ⓚ | f+ \ | Ⓚ | D | l | l | Ⓚ | l | l | l | l | l |
| BROWN 250 | 250 | 0.75/1.1 | 38/75 | 890 | 44x143x80 | 67 | 70 | 60 | 100x50 | 7(1 | 70x50 | | | | | |
| BROWN 250 | 300 | 1.2/1.5 | 42/84 | 935 | 52x177x113 | 150 | 80 | 70 | 120x70 | 70 | 90x60 | | | | | |



3.32. ábra. Fogasíves, karos lemezolló
1 - felső kés; 2 - alsó kés; 3 - hajtókar;
fogaskerék; 5 - védőkar; 6 - összekötő; 7 - váz



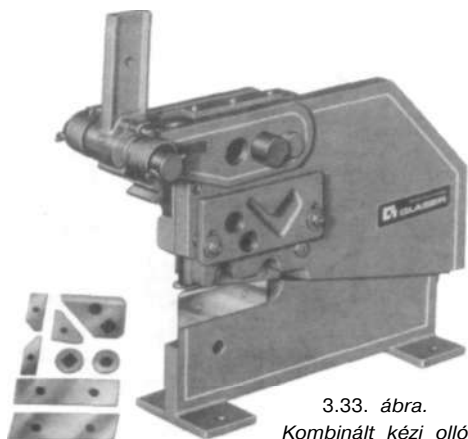
Szerelvények vágható max. mérete

| | | |
|-----|-----|----------|
| 0° | 165 | 225x160 |
| 45° | 165 | 170x100 |
| 60° | 85 | 110 x 60 |

| | | |
|-----|---------|---------|
| 0° | 225x160 | 165x165 |
| 45° | 155x155 | 155x155 |
| 60° | 105x60 | 60x60 |

2400 x 0,90 x 20 mm
fűrészlap mérete

3.31. ábra. Fűrészgép



3.33. ábra.
Kombinált kézi olló

Műszaki adatok:

Modell: RF-19
 Fűrési teljesítmény: 28 mm
 Kinyúló rész: 250 mm
 Asztalméret: 420x470 mm
 Asztal-felfogófelület: 330 x 3800 mm
 Talplemezméretek: 330 x 360 mm
 Oszlopátmérő: 100 mm
 Szegnyeregátmérő: 55 mm
 Orsómenet: 120 mm
 Szerszámfelfogás az orsóban: MK3
 Fokozat: 12
 Orsófordulatszámok: 90-2150 min'
 Motorteljesítmény: 0,74 kW
 Méretek(HxSxM):570x820x1785mm
 Tömeg kb.: 210 kg

3.34. ábra. Oszlopos fűrőgép

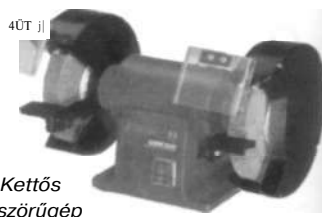
fogni. Kombinált lemezek és alakos szelvények vágására alkalmas kézi ollót ábrázol a 3.33. ábra, melynél a vágási hossz 170 mm, a vágható maximális lemezvastagság 10 mm, laposacélnál 90 x 14 mm, szögacélnál 60 x 7 mm, négyzetacélnál 20 mm. Az olló saját tömege 108 kg. A kézi ollókat stabil állványra kell lecsavarozni.

3.9. táblázat

Fogasíves, karos lemezőllók műszaki adatai

| | | | |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Tömeg: | 25 kg | 30 kg | 50 kg |
| Befoglaló méret: | 120x440x260 | 120x560x340 | 120x700x340 |
| Vágható lemez vtg: | 2 mm | 2 mm | 2 mm |
| Vágható anyagszilárdság: | 450 N/mm ² | 450 N/mm ² | 450 N/mm ² |
| Vágási hossz: | 200 mm | 300 mm | 400 mm |
| Vágóélek keménysége: | 54 + 2 HRc | 54 + 2 HRc | 54 + 2 HRc |
| Vágóélek szöge: | 5° | 5° | 5° |

A kovácsműhelybe javasolható *asztali és oszloposfűrőgépekben* igen nagy a választék. A 3.34. ábrán egy közepes teljesítményű oszlopos fűrőgép nézeti képe és műszaki adatai láthatók. Sok esetben ennél kisebb gép is megfelel, ha csak 16 mm átmérőig kell lyukat fúrni.



Kettős
köszörűgép

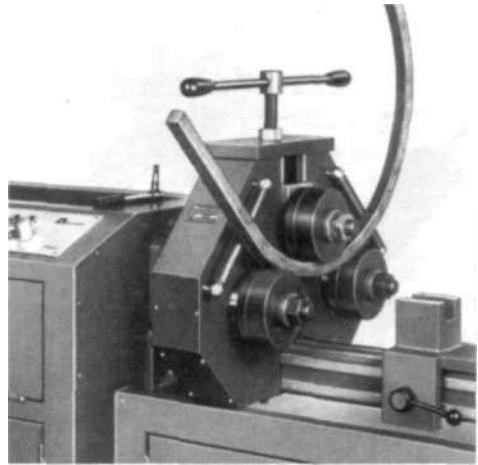
3.10. táblázat

Köszörűgépek műszaki adatai

| | | | |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|---------------------|
| Összehasonlító készülékjellemzők | | | váltóáramú motorral |
| Csiszoló tárcsa-átmérő: | 175 mm | 200 mm | 200 mm |
| Csiszoló tárcsa-szélességek: | 25 mm | 25 mm | 25 mm |
| Csiszoló tárcsa-furat: | 32 mm | 32 mm | 32 mm |
| Szemcseméret: | 36 + 60 | 36 + 60 | 36 + 60 |
| Teljesítményfelvétel: | 500 W | 700 W | 550 W |
| Névleges fordulatszám: | 2840 ford./perc | 2800 ford./perc | 2840 ford./perc |
| A gép tömege: | 14,3 kg | 16,2 kg | 15,6 kg |

A *köszörűgépet* csiszoláshoz, szerszám-élezéshez, sorjázáshoz, lesarkításokhoz stb. használják. A különféle kettős köszörűgépek műszaki adatai a 3.10. táblázatban láthatók.

A díszműkovács a hajlításokat általában kézi ívesítéssel, melegén végzi. Esetenként - főleg ha pontos ívméretre van szükség - célszerű gépi ívesítést végezni. Ilyen *görgős ívesítőberendezés* látható a 3.35. ábrán. Itt az ív rádiuszát három görgő alakítja ki. Kétféle berendezést ajánlanak; az ezekkel történő hajlíthatóságot a 3.11. táblázat foglalja össze. Egyes alakos szelvények ívesítéséhez egyedi görgők szükségesek, amelyeket a géppel együtt szállítanak.



3.35. ábra. ívesítőberendezés

3.11. táblázat

Hajlíthatóság ívesítő géppel

| GBR 666 | | | | GBR 66 | | | | | |
|---------|----|-------------|--------|--------|--------|-------|-------------|------|---|
| Profil | | mm | Radius | | Profil | mm | Radius | | |
| - | | 60 x 10 | 700 | * | - | 80x10 | 600 | * | |
| 1 | 1 | 70 x 12 | 500 | | 1 | 1 | 80 x 16 | 25 | |
| • | • | 30x30 | 300 | | • | • | 35x35 | 200 | |
| - | | 35x30 | 400 | | - | | 40x30 | 210 | |
| ● | ● | 30 | 300 | | ● | ● | 40 | 210 | |
| D | D | 50x50x4 | 2000 | * | D | • | 60 x 60 x 4 | 2000 | * |
| D | • | 40 x 40 x 3 | 1500 | * | o | a | 60 x 40 x 4 | 1500 | * |
| 0 | O | 1 Vi x 2 | 800 | ● | • | D | 50x4 | 600 | * |
| 0 | 0 | 1 % x 2 | 300 | * | D | D | 40x3 | 400 | * |
| J | L | 45x6 | 500 | | ○ | ○ | 2" x 2 | 500 | * |
| L | J | 45x6 | 600 | * | ○ | ○ | 1% x 2 | 200 | * |
| t- | H | 40x6 | 350 | ● | J | L | 45x6 | 250 | |
| H | t- | 45x6 | 300 | | L | J | 45x6 | 400 | ● |
| 3 | C | 60x40 | 400 | | h | H | 45x6 | 300 | ● |
| C | 3 | 60x40 | 600 | | H | 1- | 45x6 | 250 | |
| | | | | | 3 | C | 60x50 | 400 | |
| | | | | | C | 3 | 60 x 50 | 600 | |

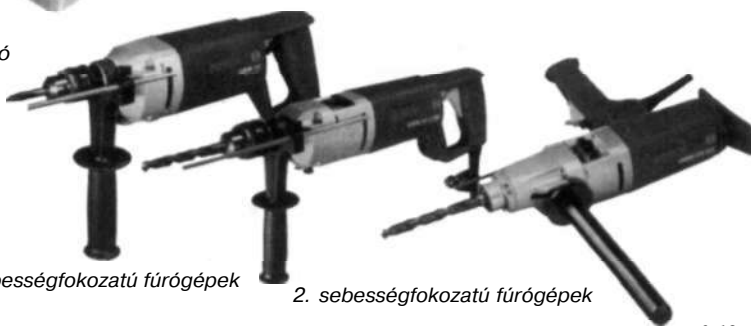
I(= egyedi görgőkkel

A műhelyben legszükségesebb *kisgépek* közül elsősorban a *sarokcsiszoló* említhető. Ez a többfunkciós kézi kisgép ma már nélkülözhetetlen, mert csiszolásra, darabolásra és polírozásra egyaránt használható. A műhelybe - a tartóssági követelmények miatt - csak márkás, professzionális gépet érdemes vásárolni még akkor is, ha az drágább, mint a barkácsgép. Ez minden kisgépre igaz. A vevő a bőség zavarával küzd, olyan nagy a választék.



A sarokcsiszolók teljesítménye 670...2600 W-ig változik, fordulatszámuk 6500... 11 000 ford./perc. Saját tömegük 1,4...5,3 kg közötti. Vannak normál- és kétkézes típusok, amelyek más és más feladatra alkalmasak (3.36. ábra). A tárcsaátmérő 180...230 mm, amelyet igen nagy választékban lehet kapni a feladattól és a munkadarab anyagminőségétől, felületének állapotától függően (darabolás, csiszolás, polírozás). Célszerű a műhelybe egy kisebb teljesítményű, kis súlyú, könnyen kezelhető, nagy fordulatszámú és egy nagyobb teljesítményű, alacsony fordulatszámú sarokcsiszolót beszerezni. A korszerű gépeket rezgéscsillapítóval is ellátják, a daraboláshoz külön állvány kapható.

3.36. ábra.
Sarokcsiszoló
és állványa



1. sebességfokozatú fúrógépek

2. sebességfokozatú fúrógépek

3.12. táblázat

1. és 2. sebességfokozatú fúrógépek

| Összehasonlító készülékjellemzők | | | |
|--|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Teljesítményfelvétel/leadott teljesítmény: | 900 W / 475 W | 1050 W/570 W | 1150W/670W |
| A gép tömege: | 2,5 kg | 3,7 kg | 4,8 kg |
| Forgatónyomaték, max., 1. sebességfokozat/2. sebességfokozat: | 30 Nm / - | 50 Nm / 22 Nm | 115 Nm/50 Nm |
| Fordulatszám, max., 1. sebességfokozat, fűrés/2. sebességfokozat, fűrés: | 950 ford./perc / - | 540 ford./perc/1260 ford./perc | -/- |
| Névleges fordulatszám jobbra forgásnál, 1. sebességfokozat / 2. sebességfokozat: | 660 ford./perc / - | 380 ford./perc / 880 fordVperc | 280 ford./perc / 640 ford./perc |
| Fúrótengely-csatlakozómenet: | A" - 20 UNF | B 16-os kúp | - |
| Szerszámbefogás: | - | - | MK 2 - DIN 228 |
| Fúrási tartomány, 1 sebességfokozat, alumínium/fa/acél: | 20 mm / 32 mm /13 mm | 20 mm / 40 mm / 16 mm | 28 mm / 50 mm /23 mm |
| Fúrási tartomány, 2. sebességfokozat, alumínium/fa/acél: | - | 13 mm / 20 mm /8 mm | 18 mm/ 35 mm / 13 mm |

A kézi fúrógépeket elsősorban összeszerelésnél és külső szerelésnél használják. A műhelyben, ha az elem mérete megengedi, inkább a stabilan lealapozott oszlopos fúrógéppel célszerű a lyukfúrásokat elvégezni. A kézi fúrógépeket 320... 1500 W teljesítmény felvételig gyártják. Professzionális munkák végzésénél az 1.. 2 sebességfokozatú, 900... 1150 W teljesítményfelvételű fúrógépek (3.12. táblázat) ajánlhatók, melyekkel 013...023 mm-ig lehet lyukfúrásokat végezni. Kapható 4 sebességfokozatú, 1500 W teljesítményfelvételű fúrógép is, amellyel 032 mm-ig lehet fúrni, és szállítanak hozzá mágneses fúróállványt is. Külső szerelésnél, ha nincs áramforrás, *akkumulátorosfúrógépet* használnak. Kapható *sarokfúrógép* és *menetfúró* is. Az *ütvefúrókat* külső szerelésnél használják (pl. kapupánt, ablakrács beerősítése a téglá- vagy betonfalba), itt is az 1000 W feletti ajánlhatók (pl. Hilti). Gyakorlati tapasztalat, hogy célszerű egyfunkciós kiegészítőkkel dolgozni, mert azok megbízhatóbbak. Talán kivétel a 600 W-os GEX 150 *turbóexcentrikus csiszoló*, mely átállítható finomcsiszolásra durvacsiszolásra vagy polírozásra.

3.10. MÉRŐESZKÖZÖK

A *tűzi mérőszablon* vagy *kovácsmérce* főleg kovácsolás közben alkalmas tájékoztató, ellenőrző mérésekre (3.37. ábra). Ha nagyobb pontosságra van szükség, a rozsdamentes acélból készült *tolómérőt* használják. Ebből kapható normál- (3.38. ábra) és hosszú csőrű kivétel. Az előbbi 150 mm, az utóbbi 1000 mm hosszban is készül. A hosszmerést mm-beosztású acél mérőszalaggal, a pontosabb mérést hajlékony vagy merev *acélvonalzóval* végzik. Az előbbi rugóacélból, az utóbbi krómozott acélból készül letompított éllel. Az acélvonalzók hossza 300... 1000 mm.

Fontos mérőeszköz a *derékszögmérő*, amely készülhet sima vagy talpas kivételben. Méretei a 3.13. táblázatban láthatók.

3.37. ábra. Kovácsmérce



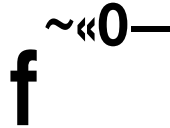
Méret 150/6 Imm/inch
Alsó nőnius: 1/20 Imm)
Felső nőnius: 1/128 (Inch)

f |

3.38. ábra. Tolómérő

Méret: 200 Imm)

3.39. ábra. Szögvonalzó



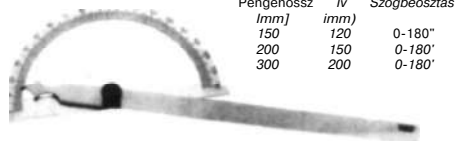
Méret: 100-250 Imm)

3.40. ábra. Acélkörző



Méret: 150-300 Imm)

3.47. ábra. Acélkörző állítható ívvel



| Pengehossz Imm) | Ív Imm) | Szögbeosztás |
|--------------------|------------|--------------|
| 150 | 120 | 0-180° |
| 200 | 150 | 0-180° |
| 300 | 200 | 0-180° |

3.42. ábra. Szögmérő

Derékszögmérő

| Méret, mm |
|--------------|
| 100x150 |
| 130x200 |
| 160x250 |
| 175x300 |
| 230 x 400 |
| 280 x 500 |

3.13. táblázat A szögmérést állítható szögvonalzóval végzik (3.39. ábra), melynek egyik szára szárnyas csavarral rögzíthető. A körzők rugós beállítású anyával és finombeállítási lehetőséggel (3.40. ábra), illetve állítható ível készülnek (3.41. ábra). Szögmérést az

állítható lakatos szögmérővel célszerű végezni (3.42. ábra). Jelölésre különböző méretű és formájú rajztűket, pontozókat lehet kapni.

4. Megmunkálás, gyártástechnológia

4.1. A meleganyag megmunkálása

A2. fejezetben említettük, hogy az acél és a legtöbb fém magas hőmérsékleten képlékeny, ezért izzó állapotban kovácsolják. Az acél melegítésénél kezdetben csökken a nyújthatósága, ami kb. 250...300 °C-on a legalacsonyabb, ezért nem szabad kémeleg állapotban kovácsolni. További melegítésre kezdetben rohamosan emelkedik a hőmérséklet, illetve a nyúlás, a vörösmeg elérése után sárga- és fehérmeleg állapotban az acél teljesen képlékeny, és bármilyen alakváltozás elvégezhető a törés veszélye nélkül. A kovácsolást csak akkor szabad elkezdeni, ha az anyag teljes keresztmetszetében átmelegedett.

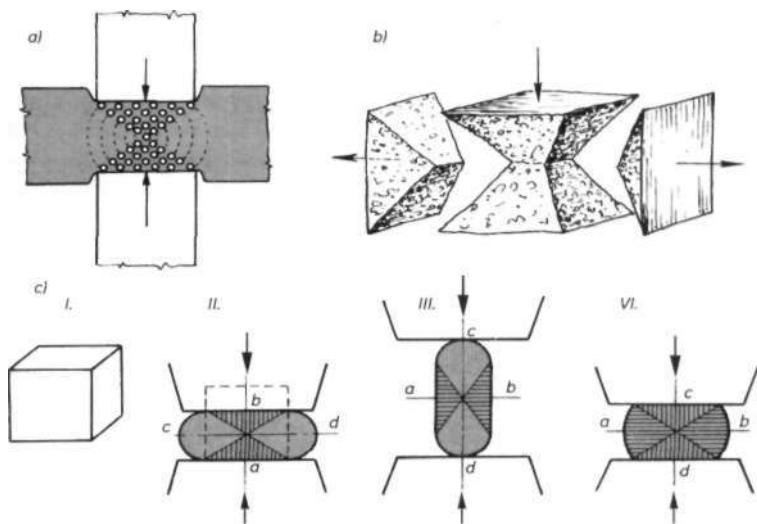
A szabványos acél kovácsolásánál megengedett hőfokhatárokat pontosan megadják a táblázatok. A gyakorlott mesterek azonban az acél melegítési színéről, képlékenységről maguk is meg tudják ezeket határozni. Ökölszabály, hogy az ötvözetlen acélt 1200 °C-on, a keményebb gépacélt 1100 °C-on, a szerszámacélt 1000 °C-on kovácsolják.

Az acél felületén a kovácsoláskor oxidréteg, *reve* keletkezik. Az intenzív reveképződés 570 °C-on kezdődik, és 900 °C felett a melegalakítás hatására könnyen leválik a felületről. Az ebből keletkező leégési veszteség kb. 3%.

A melegítés hibái

A melegítés hibái: az elszéntelenedés, a túlhevítés, az elégetés és a kén hatása.

Ha a kovácsdarabot túl gyorsan, túl hosszú ideig vagy túl magas hőmérsékletre hevítik, illetve sokszor teszik ki kovácsolási hőhatásnak, akkor a hevítés során a felület bizonyos mélységéig a szénttartalom csökken, a felület *elszéntelenedik*. A darab felületén 0,5... 1,5 mm vastag lágy réteg keletkezik. Ezt a réteget csak forgácsolással lehet eltávolítani. A jelenséget úgy lehet megakadályozni, hogy az anyagot 700 °C-ig lassan hevítik,



4.1. ábra. Kovácsoláskor kialakuló nyomókúp: a) nyomókúp; b) rideg anyag törése a nyomókúp irányában; c) a szemcsefinomodás lefolyása

hogy teljes keresztmetszetében átmelegedjen, majd 1000... 1250 °C-ig gyorsan hevítik, így az elszéntelenedés veszélye kisebb.

Ha az anyagot a szükségesnél hosszabb ideig melegítik, vagy magasabb hőmérsékletnek teszik ki, oxigénhiány keletkezik, a szemcsék eldurvulnak, törékenyek, ridegek lesznek. Ezt nevezik *túlhevítésnek*. Ha ez nem nagy mértékű, hőkezeléssel, megfelelő átkovácsolással a hiba kijavítható.

Ha az acélt jóval 1200 °C fölé hevítik, a szemcsék közötti kohézió megszűnik, oxigén hatol a kristályok közé, az acél hidegtörékeny, illetve melegtörékeny lesz, így kovácsolásra alkalmatlan, az anyag *elég*.

A *kén* az acél kovácsolhatóságát és szilárdságát rontja. A kovácstűzben az acélban lévő vas és a kovácsszénben, kokszban lévő kén egymással kémiai reakcióba lép, vaszulfid keletkezik, ami csökkenti a szemcsék közötti kohéziót, és az acél vöröszízzó állapotban vöröstörékennyé válik. Ezért a kokszt és a kovácsszént kéntartalma minél kisebb legyen, és a kovácstűzbe csak a kén kiégése után tegyék a kovácsdarabot.

Az ütések hatása

Kovácsoláskor az ütőerő hatására a kristályok közel 45°-os irányban nyomják egymást, ennek következménye a nyomókúp kialakulása. A törések a nyomókúp mentén történnek (*4.1. ábra*). Jó átkovácsoláskor az anyagban a nyomókúpok összeérnek, ennek eredményeképpen szemcsefinomítás, minőségjavulás jön létre. Nyújtó kovácsolásnál az acél még szálaz szövetelrendezést is kap, ezért szálirányban nő a szilárdsága.

A nehéz kalapács ütése a munkadarab magjába, a könnyű kalapácsé a felszínére hat. Ezért az előkovácsolást nehéz kalapáccsal vagy kovácsológéppel, a készre kovácsolást pedig könnyű kalapáccsal végzik. Az ütés nagysága nemcsak a kalapács súlyától, hanem az ütés sebességétől is függ.

A kovácstűz és kezelése

A munkadarab melegítését kovácstűzben vagy kemencében végzik. Az előbbinél az anyagot izzó parázsba kell helyezni úgy, hogy azzal mindig be legyen fedve. Vigyázni kell, hogy a friss szén az izzó acéllal ne kerüljön érintkezésbe, ezért mindig a széléről kell az előmelegített szenet az anyagra tenni. A tüzet mindig a szélén kell locsolni, hogy lassan égjen és összesüljön, mert így jól tartja a meleget. Ellenőrzéskor nem szabad az acélt kihúzni a tűzből, hanem lapáttal, a tűzzel együtt felemelve lehet az izzási szint megállapítani. Kemencében történő melegítésnél figyelni kell a fokozatos hőfokbeállításra és arra, hogy az anyagot a meleg egyenletesen érje. Kaphatók automatikus hőfokszabályozással ellátott berendezések is. A melegmégmunkálással a szakirodalom széleskörűen foglalkozik [6].

4.1.1. Nyújtás

A nyújtás a képlékeny szabadalakító kovácsolás leggyakoribb művelete, amelyet a munkadarab hossz tengelyére merőleges ütésekkel végeznek. E művelet során a kovácsdarab hossza nő, ugyanakkor a keresztmetszete csökken. Nyújtáskor a keresztmetszet alakja legtöbbször nem változik, négy- vagy kör- vagy laposacél marad, előfordul azonban, hogy négy- vagy kör keresztmetszetű anyagból kör alakút kell kovácsolni.

Nyújtáskor a képlékeny anyag folyása a kalapács súlyától, sebességétől és alakjától függ. Ha a kalapács talpával ütjük az acélt, az F_k erővel lecsapó kalapács négy irányban okoz elmozdulást az anyagban (*4.2a ábra*), az ütés az A felületen oszlik el, a behatolás

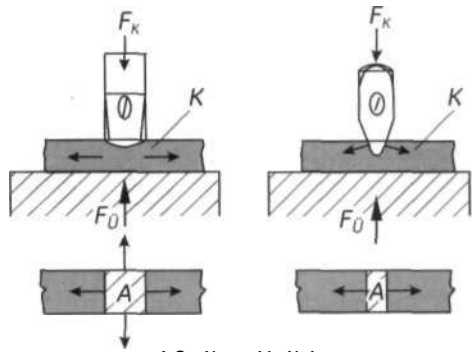
kicsi. Ha a kalapács fokával ütjük a munkadarabot (4.2b ábra), az érintkezési felület kisebb, a behatolási mélység pedig nagyobb, az anyag két irányban nyúlik.

A nyújtást a kovács:

- egyedül,
- ráverő segítségével vagy
- gépi úton végzi.

Ha a kovács egy ráverővel dolgozik, akkor a nyújtást keresztkalapáccsal vagy nyújtó rátétkalapáccsal végzi (4.3. ábra).

A nyújtás lehet egyoldali vagy 180°-os forgatással kétoldali. Egyoldali nyújtás esetén az anyagfolyást a szerszám egy ol-

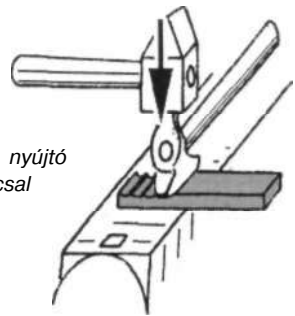


4.2. ábra. Nyújtás

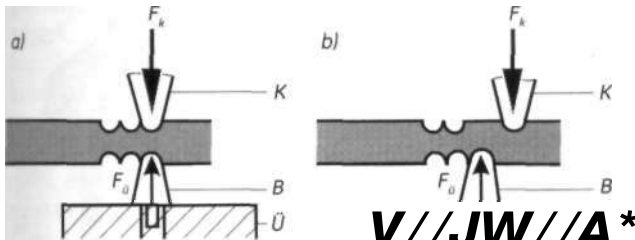
a) kalapács talpával; b) keresztkalapács fokával; F_k - kalapács ütőereje; F_0 - üllő ellentartó ereje; K - kovácsdarab; A - ütött felület



4.4. ábra. Nyújtás az üllő élén



4.3. ábra. Nyújtás az üllőn nyújtó rátétkalapáccsal

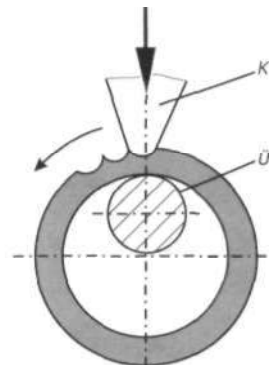


4.5. ábra. Kétoldali nyújtás

a) helyes; b) hibás

- kalapács ütőereje; F_0 - üllő ellentartó ereje;
- K - nyújtókalapács; B - üllőbetét; Ü - üllő

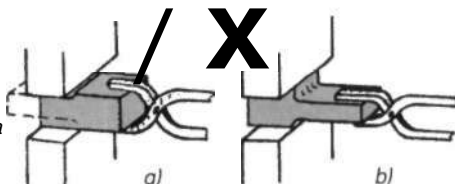
4.6. ábra. Gyűrű nyújtástágítása az üllő szarván
K - kalapács; Ü - üllőszarv

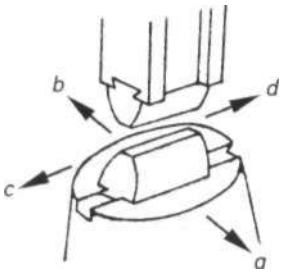


4.7. ábra.

Rövid darab nyújtása

- a) első ütem;
- b) második ütem





4.8. ábra. Nyújtóbetétek gépi kalapácsához

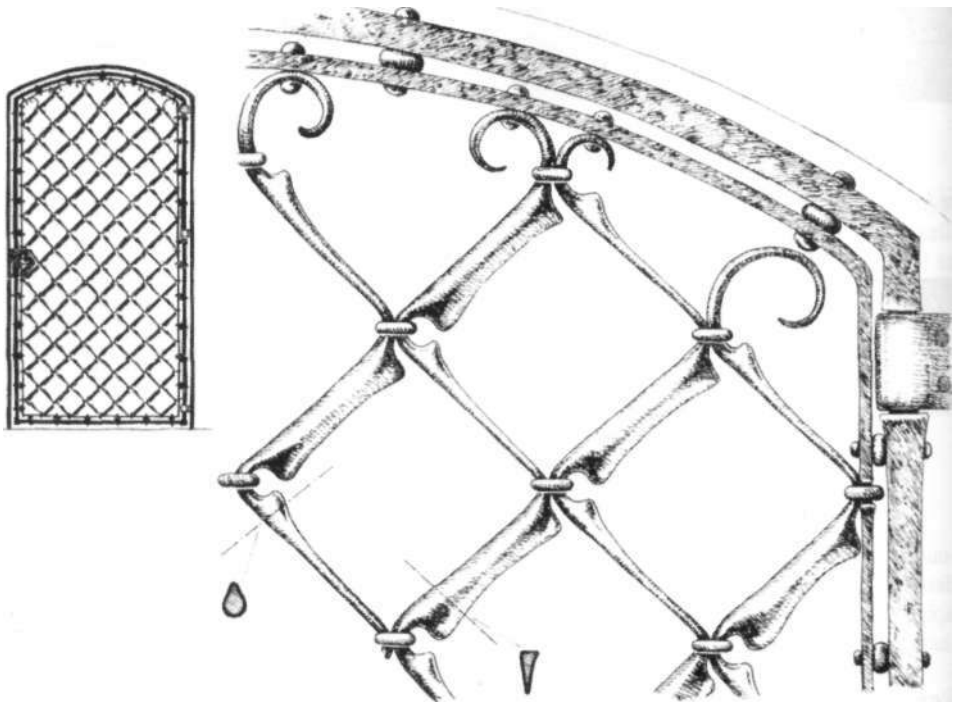
dalról való behatolásával érik el. Figyelni kell, hogy az ütések nagysága egyenletes legyen, és a rátétszerszám jól felfeküdjön. A nyújtás ekkor lesz egyenletes. Négyszögszelvény-nél a munkadarabot ütésenként 90°-kal elforgatják. A kovács gyakran az üllő élén nyújt, ez élesebb, mint a kalapács foka (4.4. ábra).

Két oldalról való nyújtás esetén a nyújtóhatás erősebb, Figyelni kell, hogy a kalapács foka és az üllőbetét tengelye egy vonalba essen (4.5. ábra), mert ellenkező esetben repedés, szakadás keletkezhet az anyagban.

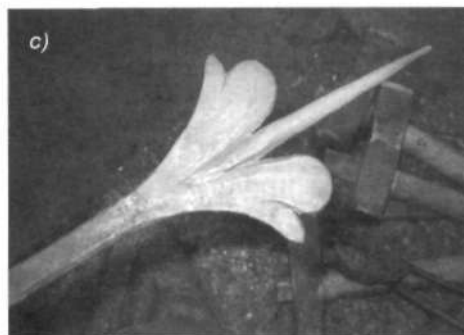
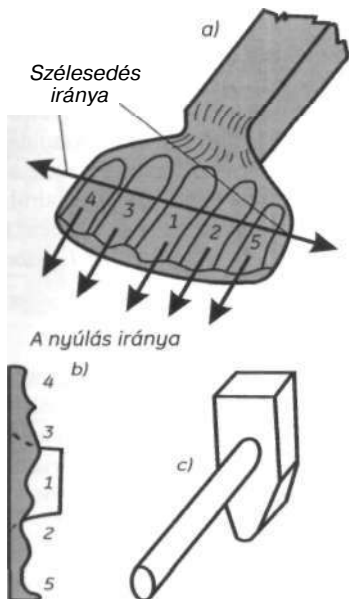
Gyűrű vagy karika nyújtását a nyújtókalapács fokával az üllő szarván végzik (4.6. ábra).

Rövid darab nyújtása gépi kalapácson a 4.7. ábrán látható. A nyers darabot az egyik oldalon fogóval megnyújtják és leszorítják, majd a másik oldalra mennek, és a nyújtott részt megfogva a másik oldalt is megnyújtják.

Gépi kovácsolásnál nyújtóbetéteket használnak (4.8. ábra). Az ábrán látható betétek között a nyújtást az *a-b* irányban, míg a simítást és egyengetést a hosszabb, *c-d* irányban végzik. A nyújtandó darabot az üllőn *a-b* irányban tolják-húzzák, közben a felső üllőbetét nyújtó ütéseket ad úgy, hogy az egyik ütés a másikat részben fedi. A gépi nyújtáshoz készülnek összetett üllő- és medvebetétek, amelyeken a nyújtás és a simítás is elvégezhető. A 4.9. ábrán lévő alkotáson a nyújtási műveletek jól felismerhetők.



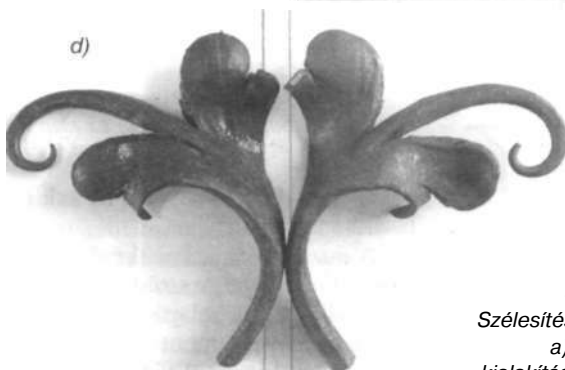
4.9. ábra. Rácsos ajtó. Keret 30 x 20 mm laposvas, kitöltés 25 x 10 mm laposvas.
Tervezte: Alfréd Schmidt, Trappenkamp



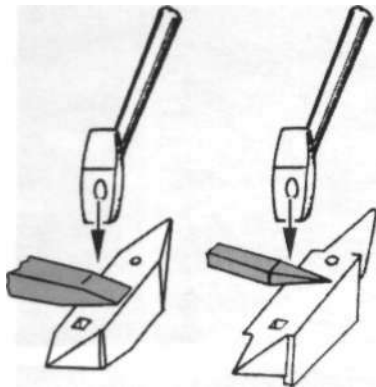
4.10. ábra. Szélesítés a kalapács fokával
a) felülnézet; b) oldalnézet; c) keresztkalapács

Szélesítés

A szélesítés a nyújtás azon változata, amellyel a magasság csökkentésével a darab szélességét növelik. A szélesítést egyoldali nyújtással végzik. A munkadarab szélesítését középről kezdik, és az ütésekkel a 4.10. ábra szerint kifelé haladnak. A durván kialakított darabot nyeles simítóval az üllőn kisimítják, majd éleket kissé visszakovácsolják. A kovács először nyújt, és csak azután szélesít, majd gondosan simít (4.11. ábra).



4.11. ábra.
Szélesítéssel kialakított levél
a)...d) a levél
kialakításának munkafázisai



4.12. ábra.
Az élezés

4.13. ábra.
A hegyezés

Élezés

A kéziszerszámok egy része, így pl. a vésők, hidegvágók, daraboló-nyújtó kalapácsok, nyeles vágók élezéssel készülnek. Élezéskor a darab kétoldali nyújtást kap melegen, hossza nő, keresztmetszete az élig csökken. A kézikalapács talpával két oldalról végzik az izzó anyag hosszirányában. A felületeket minden oldalon még melegen simítani kell (4.12. ábra).

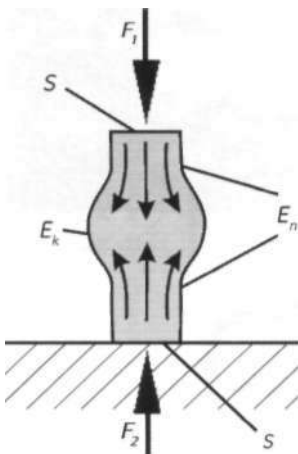
Hegyezés

Hegyezéskor a nyújtás következtében az anyag keresztmetszete csúcsban végződik (gúlában, kúpban). Ha négyzet keresztmetszetű anyagot hegyeznek, minden ütés után az anyagot 90° -kal elfordítják (4.13. ábra). Vigyázni kell, hogy újramelegítéskor az elkészült csúcs ne törjön le, mert ha túlhevül, ez könnyen megtörténhet.

4.1.2. Duzzasztás, zömítés

A duzzasztásnál a munkadarab egy vagy több helyén történik a zömítés. Zömítésnél az anyag hosszát csökkentik a nagyobb keresztmetszet elérése érdekében.

Duzzasztáshoz az anyag teljes hosszát vagy csak egy részét kell felmelegíteni. Az ütések hatására a 4.14. ábra szerint az anyag középső része megvastagodik, mert ezen a részen a legkisebb a darab ellenállása. A kalapács talpán, valamint az üllő felületén ugyanis súrlódási ellenállás lép fel, amit növel a kalapács és az üllő hűtőhatása is. Hosszabb darab-

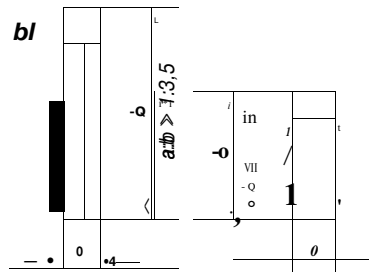


4.15. ábra. Az erők alakulása duzzasztáskor

F_1 - erő; F_2 - ellenerő; S - súrlódás; E_k - kis alakítási ellenállás; E - nagy alakítási ellenállás

a)

b)

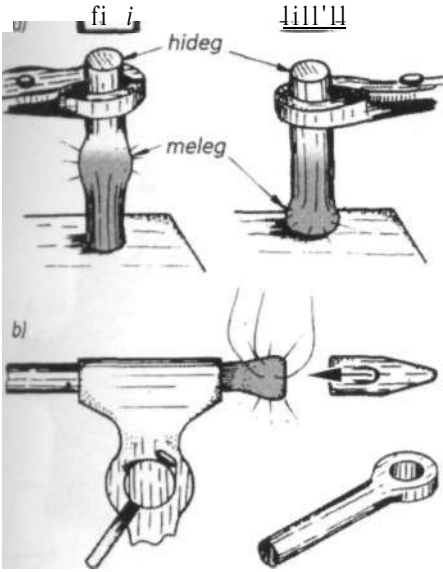


4.14. A duzzasztás-zömítés magassági határai

a) duzzasztás-zömítés; b)-c) az alap és magasság aránya

nál az ábrán lévő arányokat be kell tartani, mert az ütések hatására a rúd kihajlik.

A duzzasztáskor keletkező erőket a 4.15. ábra szemlélteti. Fontos, hogy a rúd alakú anyag az üllőre merőlegesen álljon, és a kalapács talpa az üllő síkjával párhuzamos legyen. A darabot forgatni kell, hogy az esetleges görbességek kiegyenlítődjenek.



4. 16. ábra.
Rövid kovácsdarab végének duzzasztása
a) üllőn; b) satuban



4. 17. ábra. Hosszú kovácsdarab végének duzzasztása üllőn

A duzzasztás lehet a kovácsdarab végén vagy a két vége között. Az előbbi esetben vagy kalapáccsal (esetleg ráverő segítségével) a 4.16. ábra szerint, vagy hosszabb és nehezebb anyag esetén - kihasználva a rúd saját tömegét - kézzel végzik a duzzasztást (4.17. ábra). A fej zömítése a 4.18. ábrán látható.

Ha az elem két vége között kell duzzasztani, csak az adott szakaszt hevítik fel (pl. hajlításához, lyukasztáshoz). A duzzasztás lehet egy- vagy kétoldalú (4.19. ábra). Egyoldali duzzasztásra akkor kerül sor, ha a hajlítás után éles sarokra van szükség. A kör- és négyszögszelvények jól duzzaszthatók. A laposacél könnyen kihajlik.

Lépcsőzéssel és nyújtással készült elemek láthatók a 4.20. ábrán.

4.1.3. Lépcsőzés, nyakalás

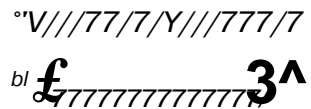
Lépcsőzésnél az anyag vastagsága átmenet nélkül csökken, nyakaiásnál az anyagot minden oldalról lépcsőzik. A lépcsőzés lehet a kovácsdarab végén vagy közepén. Lépcsőzéskor a felület egy részét úgy kovácsolják, hogy lépcső keletkezik, és a darab hosszabb vagy szélesebb lesz, mint a kiinduló méret volt, de a szélesedést mindig vissza kell kovácsolni. Az anyagban lévő erővo-



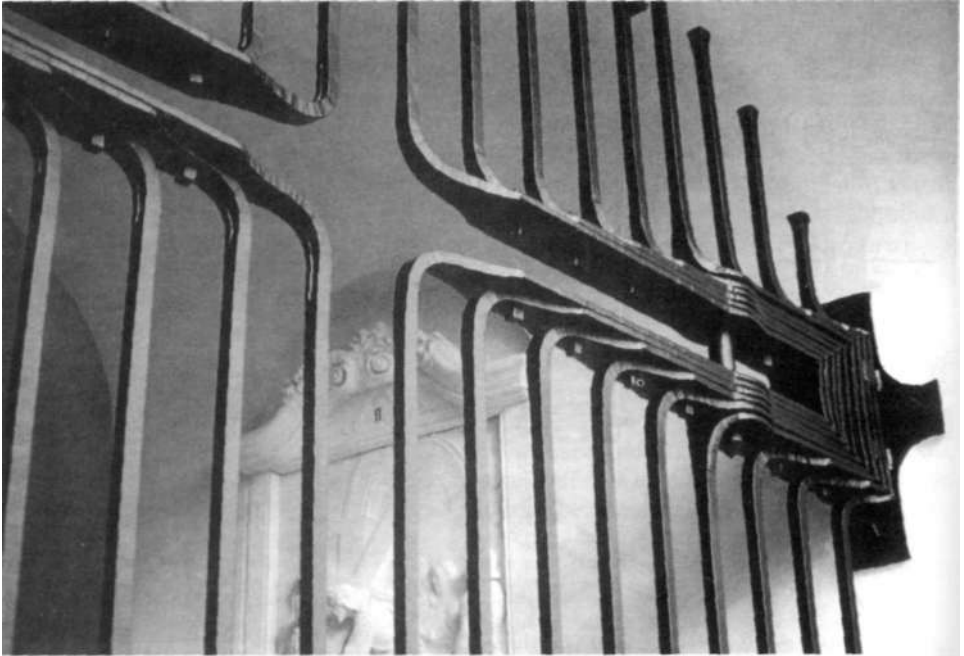
a) b) c)

4.18. ábra. Fej zömítése három ütemben

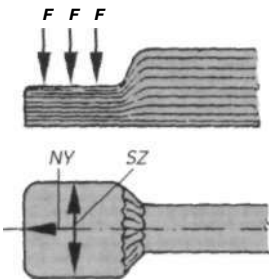
a) kiinduló szálanyag; b) előzömítés; c) a fej ellapítása; d) a fej kialakítása rátétszerszámmal



4.19. ábra. Duzzasztás a munkadarab közepén
a) kétoldali; b) egyoldali

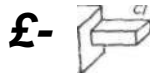


4.20. Lépcsőzéssel és nyújtással készült elemek a váci kálváriakápolna főbejárati kapuján. Seregi György alkotása, 2001



4.21. ábra. Az anyag folyása lépcsőzéskor SZ - szélesedés; NY - nyújtás

1 5



ii
T7T

lii

-4í

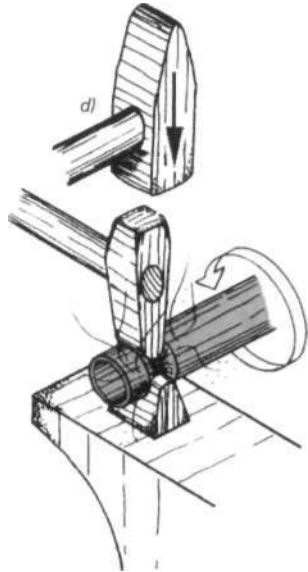
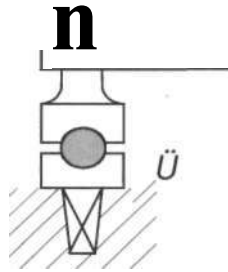
4.22. Lépcsőzések
a) egyoldali; b) kétoldali; c) négyoldali;
szés

nalak változását (sűrűsödését) a 4.21. ábra szemlélteti.

A lépcsőzés lehet egy-, két- és négyoldali. Ez utóbbi a nyakalás (nyakképzés). Megkülönböztetnek továbbá bemetszés nélküli és bemetszéses lépcsőzést. A bemetszésnél az élek élesek (4.22. ábra). Lehet készíteni bemetszés nélkül kétoldali lépcsőzést, és a bemetszés is végezhető két oldalról.

A csapoknál is képeznek minden oldalról kialakított lépcsőket. A csaprész középvonalának egybe kell esni a kiinduló anyag középvonalával. A csap lehet lapos, négyzög vagy kör keresztmetszetű. A levékonyított csaprészt alsó és felső segédüllyesztékkel oldják meg. Az alsó az üllőbetét, melynek olyan négyszögletes csapja van, ami illeszkedik az üllő üregébe, a felső rész a nyeles henger, négyzög- vagy hatszögverő, amely szemben dolgozik az alsó résszel. A körszelvényt verő üllőbetét és nyeles hengerverő a különböző üllőbetétek a 4.24..

ír



4. 23. ábra. Kőrszelvényt verő üllőbetét és nyeles hengerverő
a) a kőrszelvényt kialakító alsó rész (hengerverő üllőbetét); b) a
két szerszámfél; c) összeházt szerszámfelek közepén az alakítandó
köracéllal; d) kőrszelvény vállazása nyeles szerszámmal; Ü - üllő

óí

bl

MM

4.24. ábra. Üllőbetétek
a) simító üllőbetét; b) nyújtó üllő-
betét; c) hornyoló-vágó üllőbetét;
d) lyukasztó-tágító üllőbetét; e) 0
10...14 mm köracélnyújtó-gömbö-
lyítő üllőbetét; f) négyzögverő ül-
lőbetét; g) hatszögverő üllőbetét

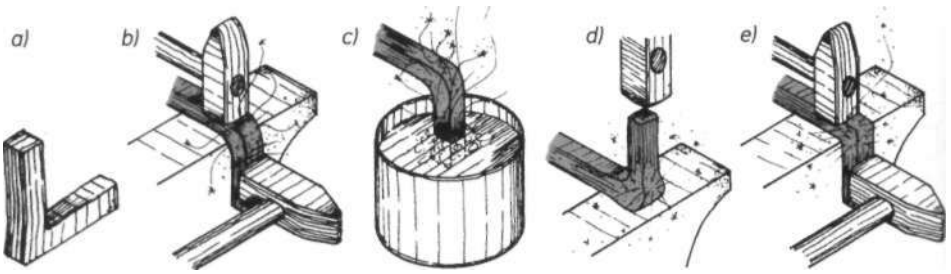
g)

4.1.4 Hajlítás

A *hajlítás* során az anyag tengelyvonalát megfelelő görbületi sugárral a kívánt irányba megváltoztatjuk. A hajlítás lehet kézi vagy gépi, végezhető szabadon, készülékben vagy süllyesztékben. A művelet elvégzéséhez általában csak a hajlítás környékét melegítik fel. A hajlított keresztmetszet külső oldalán húzófeszültség ébred, minek következtében itt megnyúlás, a belső szálon nyomófeszültség keletkezik, tehát itt zömítés jön létre (4.25. ábra). A középső (semleges) szál hossza nem változik.

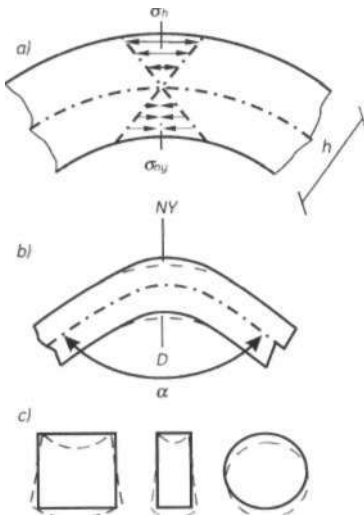
A 4.25c ábrán a négyzög-, a lapos- és a köracél keresztmetszetének változása látható. A szaggatott vonal a hajlítás utáni keresztmetszetet szemlélteti. A semleges vonalban nincs alakváltozás. A keresztmetszet alakja annál jobban változik, minél kisebb a hajlítás r sugara, minél kisebb a hajlítás α szöge és minél nagyobb a keresztmetszet h magassága. Igény, hogy a keresztmetszet a hajlításnál ne legyen gyengébb, mint a munkadarab egyenes részén.

90°-os kézi szabadalakító hajlításnál az üllő élén előhajlítást végeznek, majd a rúd végét vízben lehűtik, a hajlítási metszetenél az üllőn felduzzasztják, majd az élén éles sarkúra kovácsolják (4.26. ábra).



4.26. ábra. Négyzetvas 90°-os hajlítása

a) kész munkadarab; b) előkovácsolás; c) hűtés; d) duzzasztás; e) készre kovácsolás



4.25. ábra. Hajlításkor fellépő feszültségek és alakváltozások

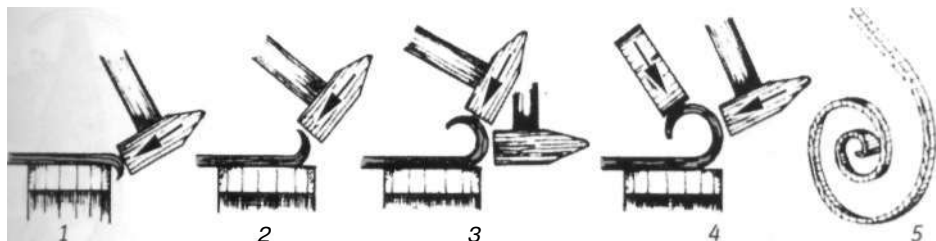
σ_h - húzófeszültség; σ_{ny} - nyomófeszültség;
NY - nyújtott; D - duzzasztott



4.28. ábra. Csigavonal hajlítása tűskével
.c) a hajlítás munkafázisai

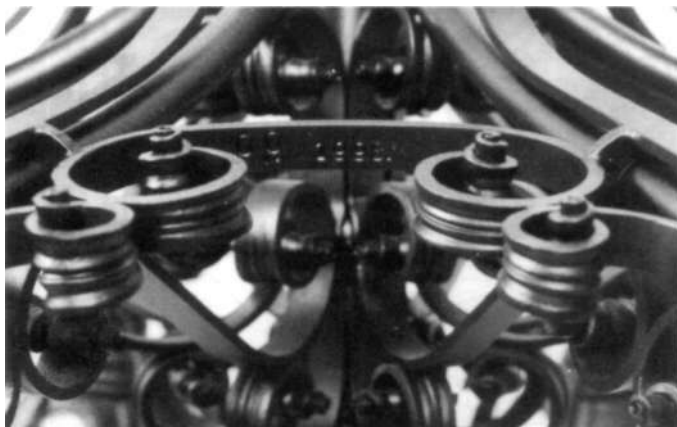


4.27. ábra. Csigavonal hajlítása üllőbetéttel



4.29. ábra. Csigavonal hajlítása az üllőn

Gyakori motívuma a művészi kovácsolásnak - különösen a történeti stílusú alkotásoknál - a csigavonalú díszítőelem. Sajnos ezt ma már készen kapható készülékekben, sablonokban végzik. A kézi munkánál íves üllőbetétet (4.27. ábra), hajlítószerszámot, tűskét (4.28. ábra) használnak. A kezdő ívet az üllőn kovácsolják (4.29. ábra). Hajlított elemek alkalmazásával készült a 4.30. ábrán látható alkotás.

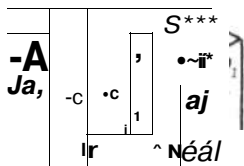


4.30. ábra. Dupla körszarvú csigaelemekből készült csillár részlete. Készítette: Papp Pál, 1999

4.1.5. Csavarás

Ha egy rúd (pl. henger) talpát befogjuk, felső végét pedig a nyíl irányába elfordítjuk (megcsavarjuk), a henger alkotója meghosszabodik, vagy a henger megrövidül. A magassága h -ről/ Z_j -re csökken. A súlyponti tengely hossza nem változik. Csavaráskor a külső szálakban húzófeszültség keletkezik, a rúd belső részeiben pedig nyomás lép fel, minek eredményeképpen az anyag rövidül. Ezt a tényt a darab nyers hosszának megállapításánál figyelembe kell venni (4.31. ábra).

A 4.32. ábra a laposvas csavarását mutatja melegen, kovácssatuban. A csavarást kézfogó segítségével

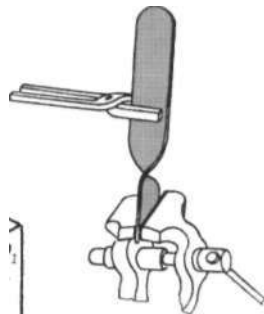


W

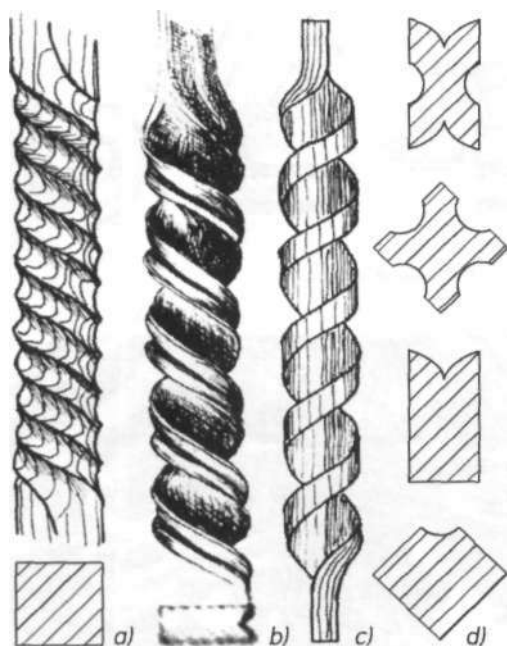
DOÖÖO ^CX

4.31. ábra.

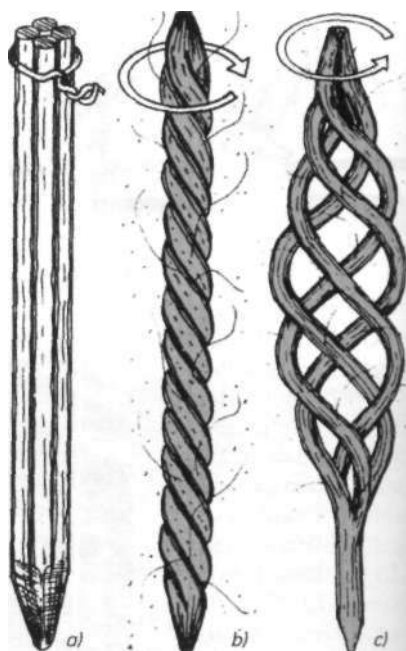
A csavarás szemléltetése
a) henger alkotójának változása;
b) laposvas rövidülése csavaráskor



4.32. ábra.
Laposacél csavarása kovácssatuban



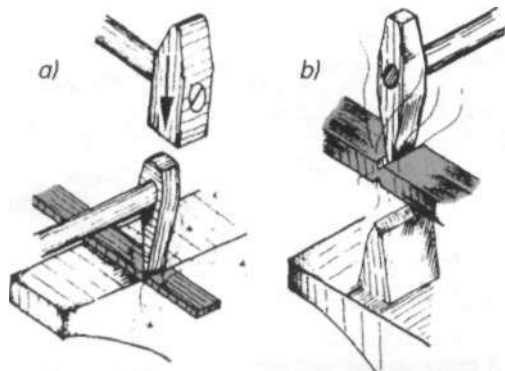
4.33. ábra. Négyzög rudak csavarási képe
 a) négyzetacél; b) bemetszett négyzögacél;
 c) négyzögacél; d) különféle bemetszések csavarás előtt



4.34. Elemekből álló rúd csavarása
 a) elemek végének összekovácsolása;
 b) tömören; c) spirálalakban

végzik. Kb. 30×10 mm-es laposvas melegen, annál kisebb méretű anyag hidegen is elcsavarható. Négyzög, bemetszett és bemetszés nélküli rúd csavarási képe a 4.33. ábrán, négy köracél elemből kialakított rúd alsó végének összekovácsolása és megcsavarása tömör, illetve spirálalakra a 4.34. ábrán látható.

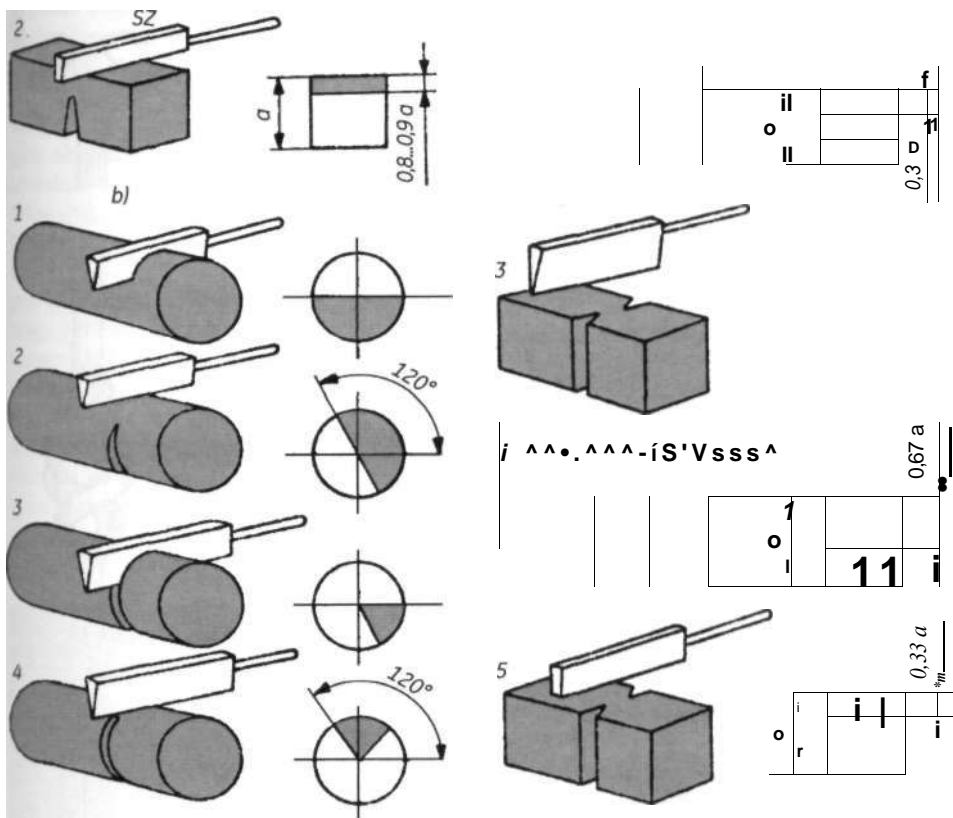
4.1.6. Levágás, darabolás



4.35. ábra. Darabolási művelet
 a) nyeles vágóval; b) üllőbetéttel két oldalról

A nyersanyag szükséges hosszának megállapítása után a kovácsolást megelőző művelet a darab levágása, darabolása. Manapság ezt hidegen, körtárcsás darabolóval, fűrészgéppel vagy éppen a sarokcsiszoló vágókorongjával végzik. Ettől függetlenül előfordul még a melegen történő darabolás is, amikor a kovácsolási hőmérsékletre felhevített anyagot az üllő élén, ék alakú nyeles vágószerszámra mért kalapácsütésekkel darabolják, vagy két oldalról üllőbetéttel és nyeles vágóval végzik a műveletet (4.35. ábra).

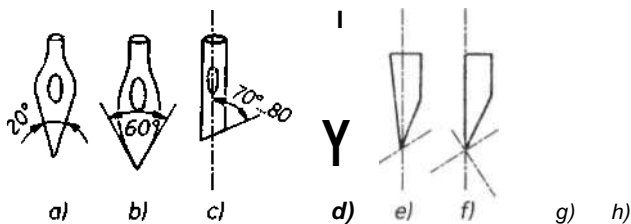
Egyoldalú darabolásnál - főleg vastag anyagoknál - az ék alakú vágó miatt ferde



4.36. ábra. Négyzet- és köracél melegvágása
 a) kétoldali vágás; b) háromoldali vágás; c) négyoldali vágás;
 M - melegvágó; SZ - szakító

síkú vágófelület keletkezik, ezért ilyenkor két-, három- vagy négyoldali melegvágást alkalmaznak a 4.36. ábra szerint.

A nyeles kézi vágók és az éles bemetszésre alkalmas kézi és gépi vágószerszámok a 4.37. ábrán láthatók. A féloldalas vágóval bemetszéskor dolgoznak.

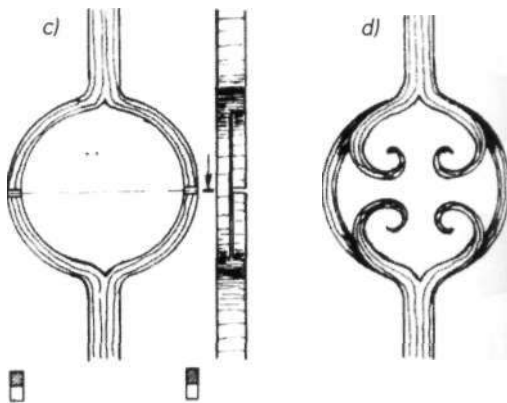


4.37. ábra. Vágószerszámok
 a) nyeles melegvágó; b)-c) nyeles hidegvágók; d)-e)-f) kézi kovácsolás vágói; g)-h) gépi kovácsolás vágói

a)

í.1

í 1



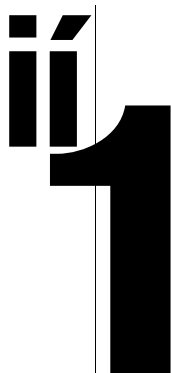
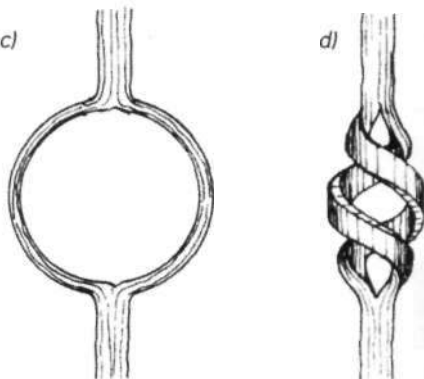
a)

W

ili

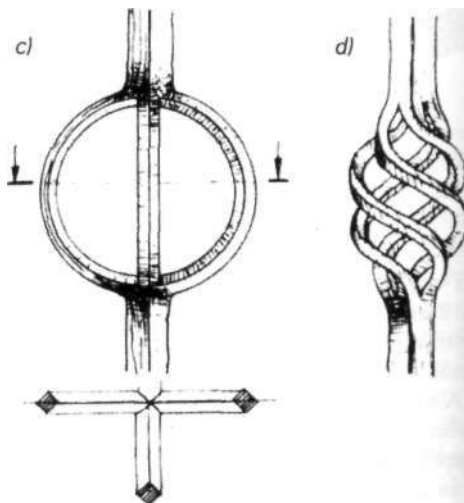
c)

d)



c)

d)



4.38. ábra. Hasítással készült díszítőelemek, a) -b) -c) -d) műveleti sorrend

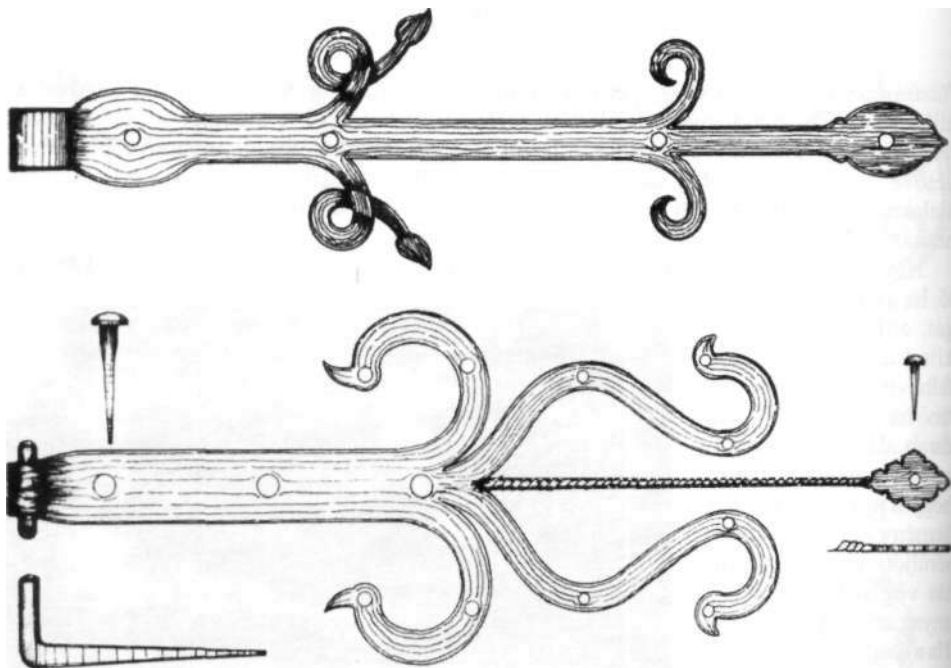
4.1.7. Hasítás

Hasításkor az anyag egyik végét hosszirányban, rendszerint ék alakú nyeles vágóval az üllőn bevágják, majd tovább alakítják, szétnyitják, hajlítják. A művelet során az anyag térfogata nem csökken. Gyakran előfordul, hogy a satuba befogott anyagot több helyen vésővel vagy hideg-meleg vágóval hasítják. Közbenső hasítással végzett díszítőelemek kialakítását mutatja a 4.38. ábra. A 4.39. ábrán hasítás utáni műveletek, a 4.40. ábrán hasítással készült ajtópánt látható.

Hidegen végzett hasításkor az anyag a szál végén könnyen törik, reped. Ez elkerülhető, ha a munkadarab végét, ahonnan a hasítás kiindul, vörösmelegre felhevítik. Az üllőn történő hasításkor célszerű a darab alá vékony acélapot (kármentőt) tenni, hogy a nyeles vágó éle a kemény üllő felületén ne serüljön meg. Ha a hasítás végén befűrnak, az anyag nem reped tovább. Ha a hasítás egyenes, a vágószerszám éle is az legyen; ha a hasíték íves, a vágóéi is olyan legyen.



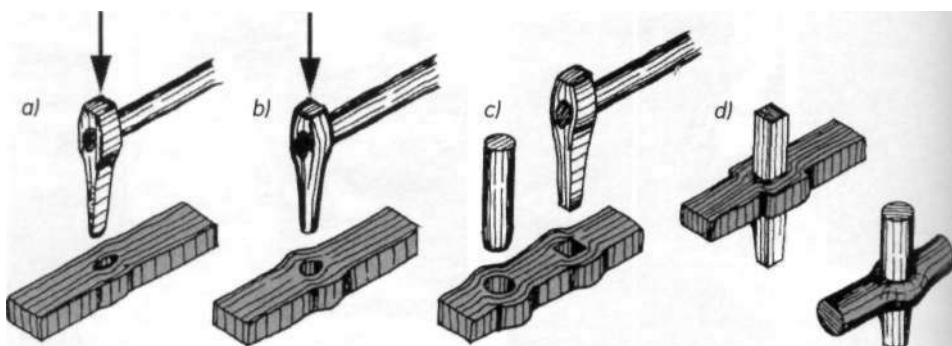
4.39. ábra. A hasítás utáni műveletek munkafázisai



4.40. ábra. Hasítással készült ajtópánt

4.1.8. Lyukasztás

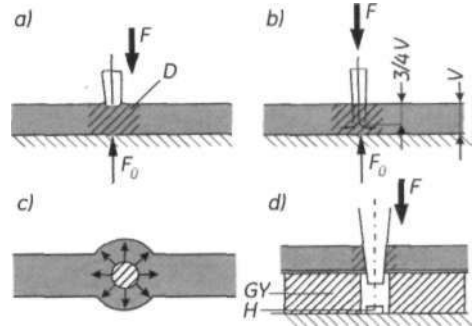
A lyukasztás képlékenyalakítási művelet, a kovácsdarab kör, négyszög, ovális alakú áttörése. Egyszerű szerszámmal elvégezhető. A fúrással ellentétben a meleg munkadarabot nem kell lehűteni, a keresztmetszet nem gyengül, az anyag szálas szerkezete nem szakad meg, hanem inkább tömörül, és miközben a lyuk kialakul, az anyag szilárdsága nem változik (4.41. ábra).



4.41. ábra. Az erővonalak alakulása lyukasztásnál

a) duzzasztás, behasítás keskeny nyeles vágóval; b) tágítás; c) tágítás végső alakja; d) rákóvacsolás, átdugás

Meleglyukasztással a nehezen fűrható kemény acélnál is könnyen elvégezhető a művelet. A meleglyukasztás folyamata a 4.42. ábrán látható. A *b* ábra szerint az *F* jelű erő (kalapácsütés) hatására a lyukasztó csak a vastagság $\frac{3}{4}$ részéig hatoljon be, mert ha a darab alatt nincs lyukasztógyűrű, akkor a lyuk eltorzulhat. A *d* ábrán látható a lyukasztógyűrű, a kieső hulladék csak %-e az anyagvastagságnak. Az utolsó ütés legyen gyengébb, ez védi a nyeles lyukasztót a sérüléstől. Ha a kész lyuk majdnem olyan széles, mint az alapanyag, akkor előbb szélesíteni (duzzasztani) kell, aztán lyukasztani, majd a kívánt méretre tágítani.



4.42. ábra.
A meleglyukasztás elve
D - duzzasztás; *H* - hulladék;
GY - lyukasztógyűrű



4.43. ábra. A lyukasztás műveletei: a) nyeles vágóval; b) tágítósővel

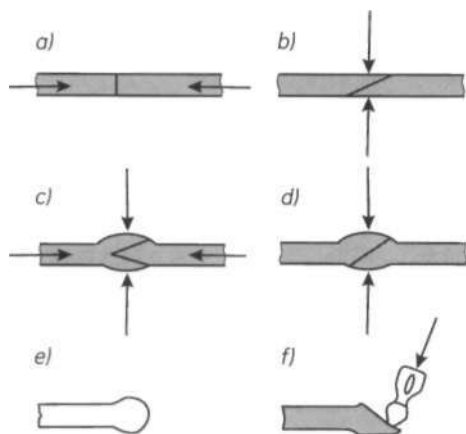
Mívesebb lyuk készítésénél (lásd 4.41. ábra) a műveletek sorrendje az alábbi:

1. izzítás,
2. behatás keskeny lapos, nyeles vágóval,
3. tágítás kerek lyukasztóval (tüskével),
4. tágítás végleges alakú nyeles lyukasztóval (négyzet, ovális, félkör stb.),
5. az anyag rákovácsolása.

Egymást keresztező rácspálcáknál gyakran alkalmazzák a 4.43. ábrán bemutatott megoldást, amikor az egyik irányú adott távolságra kilyukasztott elemeken átfűzik a másik irányú pálcákat.

4.1.9 Kovácshegesztés

A tűzi vagy kovácshegesztést még ma is alkalmazzák a kovács iparművesek, bár jelentősége a kézi elektromos hegesztés elterjedése óta csökkent. Ezzel a módszerrel nem oldható kötés jön létre. A kovácshegesztés az anyag képlékeny állapotában történik. Ehhez a hegesztéshez előkészített anyag végeit $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra teljes mélységében felmelegítik, majd erről gyorsan felhevítik $1350\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra, amely a tűzi hegesztés hőmérséklete. A tűzből kivéve apró csillagszerű szikrák válnak ki a darabból. A hegesztendő felületnek fémtisztának

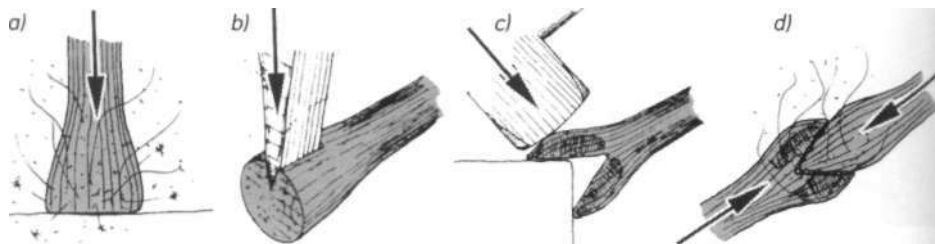


4.44. Tűzi hegesztések

- a) tompahegesztés; b) átlapolt hegesztés;
c) farkasfoghegesztés; d) átlapolt duzzasztott;
e) duzzasztás; f) lapítás és összekovácsolás

kell lennie, ezért azt be kell szórni hegesztőporral, ami megakadályozza az oxidálást, a reveképződést. Ekkor újabb szikraképződés keletkezik, az anyag tézstaszzerű képlékeny állapotba kerül, majd a nyomóütések hatására az atomok egyesülnek, a kohézió létrejön. Segédanyagként a borax, a kvarchomok, a hegesztőpor és ezek fontos része, a kovács savhasználatos. A tűzi hegesztés minősége függ az anyag széntartalmától, amelynek 0,3% alatt kell lenni. Mn-nal ötvözött anyagok e fölötti széntartalom mellett is jól hegednek.

A 4.44. ábra a tűzi hegesztés különféle módjait szemlélteti. Az e, / ábrán látható módon előkészített darabokat világossárgára izzítják addig, amíg szikrázni nem kezdenek. Ekkor a tűzben felfelé fordítják, rászórják a hegesztőport, s ha az megolvadt



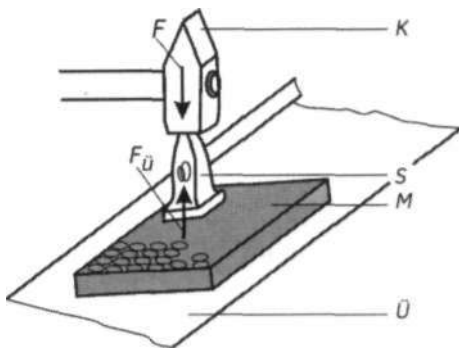
4.45. ábra. A farkasfoghegesztés műveletei
a) duzzasztás; b) bevágás; c) hasítás; d) összekovácsolás

és szikrázni kezd, azaz fehérmeleg, kiveszik a tűzből, az üllőhöz ütik, hogy a reve és a salak kifröccsenjen. Ezután a hegesztendő felületeket pontosan egymásra illesztik, majd az üllőn kézikalapáccsal, rövid, gyors és erős ütésekkel a végeket egyesítik. Ha a végek jól összehegedtek, kétkézi kalapáccsal, rövid, gyors és erős ütésekkel méretre és alakra kovácsolják, miközben az összehegedt darabot ütésenként forgatják. Végül simítókalapáccsal a hegesztés helyét még melegen elsimítják. Mindezt lehetőleg egyetlen melegítéssel célszerű elvégezni. A farkasfoghegesztés műveletei a 4.45. ábrán láthatók.

4.1.10. Simítás, egyengetés

A kalapács talpa ütés után mélyedéseket, horpadásokat hagy hátra, a kalapált felület durva, egyenlőtlen lesz. Van, amikor ezt a felületet készítője meg kívánja mutatni, sőt ha szépen, rusztikusán van elkészítve, kiemelni. Többnyire azonban sima, egyenletes felület szükséges. *Simítani* a kovácsolásnál alacsonyabb hőmérsékleten kell: 600...800 °C-on. Erre sokszor a kovácsolás befejező művelete alkalmas. Újramelegítéskor csak az anyag felületét szükséges a simítási hőmérsékletre hevíteni.

A kovácsdarab simítása az üllő lapján történik nyeles simítóval és ráverőkalapáccsal (4.46. ábra). A szükséges ütés nagysága függ a felületi durvaságoktól, az anyag hőmérsékletétől és a nyeles simító felületének méretétől, ami a fajlagos nyomás nagyságát határozza meg. Legömbölyített élű simítót kell használni. Az ütések után a levált revét gondosan el kell távolítani az üllő lapjáról és a nyeles simító alól, mert a szennyeződés beverődik a felületbe.



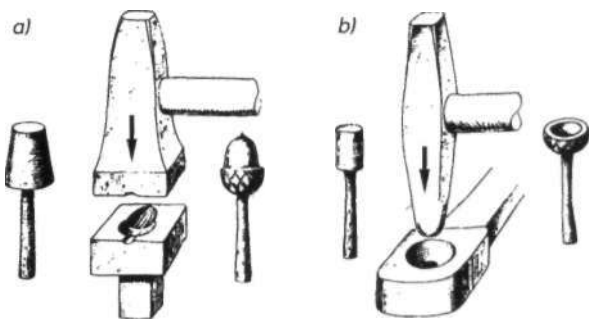
4.46. ábra. Simítás
F-kovácsolőerő; $F_{\text{ü}}$ -ellenerő; Ü-üllő;
K-ráverőkalapács; S-nyeles simító;
M-munkadarab

Nyújtott, lépcsőzött csapok kör, négyszög, hatszög stb. alakú keresztmetszetét célszerű a megfelelő üregű üllőbetét és nyeles verő felső része között simítani. A kör keresztmetszetű anyagot simításkor forgatni kell, hogy alakját megtartsa.

Szálanyagok, lemezek *egyengetését* méretüktől és görbeségüktől függően az üllő lapján vagy a sima, merev egyengetőlapon végzik.

4.1.11. Süllyesztékes vagy odorkovácsolás

Azonos, nagy darabszámú kovácsdarabok előállítására gazdaságosan odorkovácsolás történik. Ilyenkor az izzó, méretes anyagot az előre kimunkált odorkovácsolóba, szerzőbe (süllyesztékbe) verik, illetve sajtolják. Ez utóbbit (és az egész eljárást) főleg az ipari kovácsolásnál használják. Díszítőelemeknél, ismétlődő alkatrészeknél a kovács iparművészek is alkalmazták az eljárást (4.47. ábra).



4.47. ábra. Kovácsolás odorkovácsolással
a) makkfej; b) makkcsésze

Megkülönböztetnek egy- és kétrészes odort. Az alsó rész üllőbetétként működik, a felsőt nyéllal látják el. Vannak ún. beverőodorkovácsolók, amelyek csak alsó részből állnak. Ezekbe kalapáccsal verik be az anyagot, majd lesimítják. A kézi odorkovácsolókat szerzőből készítik. Úgy is készíthető, hogy az alsó és felső rész izzó állapotban egy kész mintára ráverik. Ezzel biztosítják, hogy a felső és az alsó rész pontosan illeszkedjen. Az odort drótkéfével jól ki kell tisztítani, majd beolajozni, hogy a munkadarab ne ragadjon be. A munkadarabot esetenként előkovácsolják, és fehérizzó állapotban helyezik az odorkovácsolóba.

4.1.12. A megalakító szerszámok hőkezelése

A süllyesztékeket (odorkovácsolókat), valamint a kovácsológépek medvebetéteit (felső szerszám-rész) és üllőbetéteit (alsó szerszám-rész) *melegalakító szerszámacélből* készítik.

Melegalakító szerszámacél adatai

| Az anyagminőség jele | | Az acél keménysége | | Edzési | Megeresztési | Hűtőközeg | | |
|----------------------|-----------------------|-------------------------------|---|--------------------|--------------|-----------|---------|--------|
| MSZ 4352 | DIN 17350-80- /EN/ | lágýtott állapotban HB< | edzett (és megeresztett) állapotban HRC> | hőmérséklet, °C | | olaj | sófürdő | levegő |
| W3 | X3W0V5-3 | 235 | (47) | 1060 | 600 | + | + | |
| KI 3 | X40CrMoV5-1 | 235 | (50) | 1020 | 550 | + | | + |
| K14 | X32CrMoV3-3 | 229 | (48) | 1040 | 550 | + | | + |
| NK | 55NiCrMoV6 | 241 | (42) | 850 | 500 | + | | + |
| NK2 | 56NiCrMoV7 | 248 | (41) | 830-870 850-900 | 500 | + | | + |

HB = Brinell-keménység

HRC = Rockwell-keménység

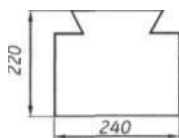
Műveleti utasítás süllyesztek hőkezelésére

A művelet megnevezése: hőkezelés

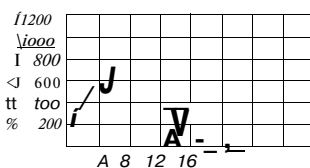
A munkadarab megnevezése, süllyesztek

| | | | |
|-------------|----------------|--------------------------|------------------|
| Anyag NK | Darab- szám | Méret 300 x 240 x 220 | Tömeg. 100 kg |
|-------------|----------------|--------------------------|------------------|

Vázlat



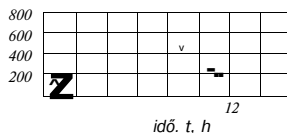
Munkamenet



Előkészítés:

400 x 340 x 140 mm méretű izzítóládában
kokszzemcsében

Minőségi előírás

Szakítószilárdság, $R_m = 1200 \dots 1400$ MPa

idő, t, h

A művelet tagozódása, jellemző adatok

| Sor- szám | Művelet | Hőmérsék- let, °C | Idő, h | Berendezés | Db adag | Készülék | Megjegyzés |
|--------------|-------------------------|----------------------|--------|-----------------------------------|------------|----------|------------|
| | Előmelegítés | 600 | 6 | villamos | | | |
| | Hevítés | 850 | 3 | fűtésű | | | |
| | Hőmérséklet- átvétel | 850 | 3 | kamrás kemence | | | |
| | Hőn tartás | 850 | 0,5/ | | | | EA20 |
| | Hűtés olajban | 60 | 2 | olajkád | | | edzőolaj |
| | Mosás | 85 | | mosókád | | | |
| | Hevítés | 550 | | villamos fűtésű kamrás kemence | | | |
| | Hőn tartás | | | | | | |
| | Hűtés levegőn | 550 | | | | | |

A szerszámacélnak az MSZ, valamint a DIN EN szerinti jelölését, a hőkezeléskor előírt keménységét és hőmérsékletét a 4.1. táblázat tartalmazza. A hőkezelést edzéssel és megereszéssel végzik. Ezt a műveletsort hívják *nemesítésnek*. A nemesítéssel finom szövétű, egyenletes szemcsézetű, szilárd, de nem rideg anyagot hoznak létre.

A 4.2. táblázat egy, az iparban használatos süllyesztek hőkezelésének műveleti utasítását mutatja be. Természetesen az ehhez szükséges kemence a kovácsműhelyben nem áll rendelkezésre, ezért a munkadarabot hőkezelő műhelyben kell nemesíteni. Ma már ezeknek a nemesített szerszámbetéteknek nagy része készen is megvásárolható.

A kéziszerszámokat (vésők, lyukasztók, vágók) *ötvözeten szerszámacélból* készítik. Ilyen anyagok az alábbiak:

MSZ 4354-82

S71

S81

S101

DIN 17350-80-/EN/

C70W1

C80W1

C105W1

Hőkezelésüket a műhelyben is el lehet végezni: először a vörösizzóra felhevített acélt vízben lehűtik (edzik), majd 200-350 °C-ra felfelemelegítik (megereszik). Így kemény és viszonylag rugalmas anyagot kapnak.

4.2. Megmunkálás meleg és hideg állapotban

4.2.1. Faragás

A *faragás* alatt plasztikus tárgyak hidegalakítását értik. Ez végezhető a szobrászathoz hasonlóan úgy, hogy az acéltömbből a „felesleges” anyagot levésik, vagy úgy, hogy az elképzelt alakot nagyjából alakhelyesen előkovácsolják, majd ezután faragják ki a tárgyat a végleges formájára. A vas faragásához használt szerszámok: hosszú, hajlított elővágó, laposvágó és keresztvágó.

Vastag forgácshoz a vágót nagyobb, vékonyhoz kisebb (laposabb) szögben tartják a megmunkálandó anyag síkjához viszonyítva. A finomabb anyagleválasztást véséssel végzik. A 4.48. ábra faragott kisplasztikát ábrázol.

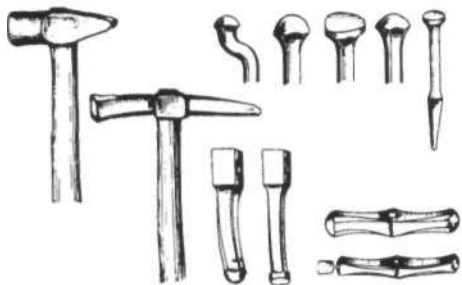


4.48. ábra.
Faragott kisplasztika

4.2.2. Domborítás

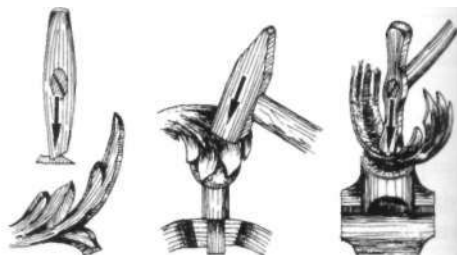
Domborításkor a vékony fémlemez különféle speciálisan kialakított kalapáccsal (domborítókalapáccsal) munkálják meg. Mindezt egy alapzaton végzik, amely lehet üllő, üllő- vagy satubetét, keményfa tuskó, ólomlap vagy domborítógitt.

Domborítást alkalmaznak díszítőelemek, levelek, szirmok stb., valamint domborművek és szobrok készítésénél. 1,5 mm vastagságig csak hidegen, e fölött meleg elődomborítás után végzik a hidegdomborítást. Ha az ütésektől a lemez rideggé válik, az anyagot kilágyítják. A 4.49. ábrán domborítókalapácsok és szerszámok láthatók.



4.49. ábra.

Domborítókalapácsok és -szerszámok



4.50. ábra. Levél készítésének munkafázisai



4.51. ábra. Domborított,erezett, rokokó stílusú kilincs. Készítette: Papp Pál, 2000



4.57a ábra. A Gresham-palota helyreállított kapujának részlete. A pávefejet készítette: Lehoczky János és Seregi György

0,8 mm vastagság esetén a domborításhoz szurokból, gyantából, gipszből, terpentintől, fagyúból és viaszból álló keveréket használnak, vastagabb lemeznél pedig ólomalátétet. A 4.50. ábra a levél készítésének munkafázisait ábrázolja, a 4.51. és 4.51a ábra domborított díszítőelemeket mutat be.

4.2.3. Erezés

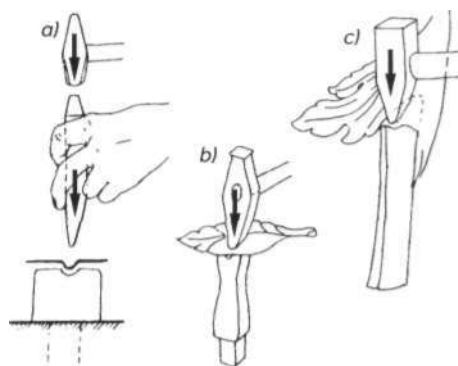
Erezésen az acél mintázását értjük tom-pavágóval, az ún. erezővágóval vagy erezőkalapáccsal. A lemezből vagy az előkovácsolt munkadarabból kivágnák a díszítvény körvonalát, majd a felületre rajzolt vonalak mentén erezővel bevágják, végül a domborított formát megfelelő alapzaton alakítják.

Az erezést a leveleken, virágokon, díszítményeken kívül rácsrudakon, takaróleceken, vájatokként, illetve domborulatokként a legváltozatosabb formákban alkalmazzák, mert plasztikus fény- és árnyékhatást lehet vele elérni. Rudakon, laposvasakon gépi hengerléssel is készíté- nek az erezéshez hasonló mintázatokat, ezek azonban nem tartoznak a művészi kovácsolás kategóriájába.

Az erezésnél megkülönböztetnek *mélyített, duzzasztott és domborított* kivitelűt. 2...3 mm vastagságig hidegen, ezen felül melegen ereznek nyeles erezővel, ráverés útján. h.4.52. ábrán erezőszerszámok, a 4.53. ábrán a kidomborított erezés kivitele látható.



4.52. ábra. Erezőszerszámok



4.53. ábra. Kidomborított erezés
a) az ér keresztmetszete;
b)-c) az erezés kivitele

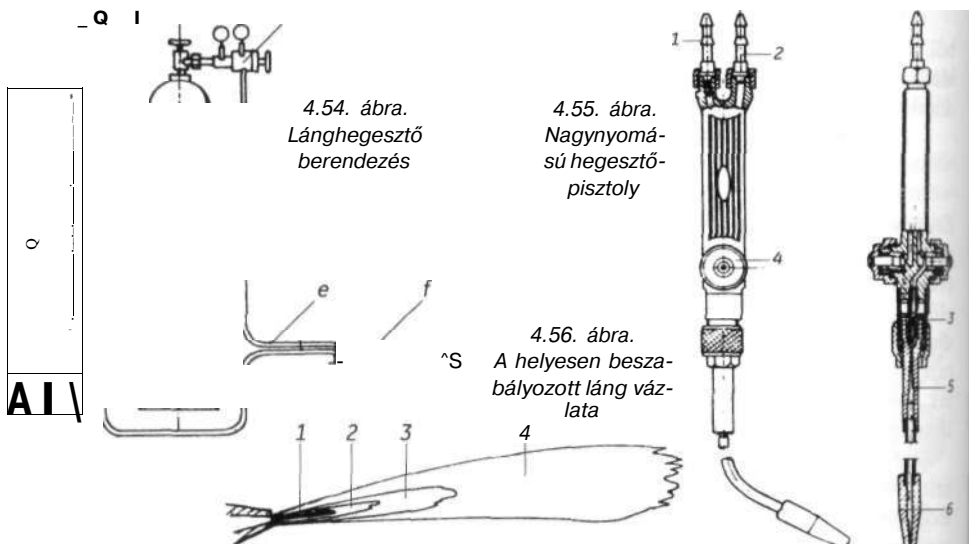
4.3. Kötési módok

4.3.1. Hegesztési eljárások

A hőhatással dolgozó hegesztési eljárások lényege, hogy az összekapcsolandó fémrészeket a tervezett kötés környezetében valamilyen hőforrással az olvadási pontig hevítik, és az érintkező részeket hozaganyag hozzáadásával vagy a nélkül összeömlesztik. Az összeomlott fém kapcsolatot *varratnak* hívják. Anyaga vagy csak az érintkező felületek megömléséből származik, vagy egy részét az odavezetett hozaganyag, a *hegesztőpálca* adja. Az ömlesztéshez szükséges hőmérsékletet elő lehet állítani éghető gázok elegyének elégetésével vagy villamos árammal. Az utóbbinál felhasználják a villamos ív nagy hőmérsékletének hatását.

Lánghegesztés

A lánghegesztést másként gázhegesztésnek is nevezik, mivel a szükséges hőmérsékletet oxigén és valamely más, éghető gáz keverékének elégetésével állítják elő. Több éghető



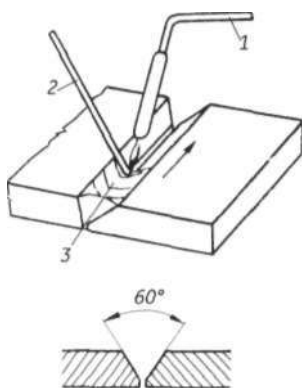
4.54. ábra.
Lánghegesztő
berendezés

4.55. ábra.
Nagynyomású
hegesztő-
pisztoly

4.56. ábra.
A helyesen beszabályozott láng váz-
lata

gáz közül (hidrogén, bután, propán) leginkább az acetilént használják, amit acélpalackban árulnak. Az ezzel történő eljárást *disszugázhegesztésnek* nevezik. Az acetilén a hegesztőpisztoly keverőszárában kb. 1 : 1 arányban keveredik az oxigénnel, és égéskor a pisztolyfúvóka nyílása előtt 3200 °C hőmérsékletet ér el. A lánghegesztő berendezés vázlatja a 4.54. ábrán látható. Az ábrán *a* az égőgáz-palack, *c* az oxigénpalack, *a* gázipisztoly, *e* a gumitömlők, *b* és *d* a nyomáscsökkentő szelepek.

Az oxigén és az éghető gáz tartályaiban a gáz nyomása lényegesen nagyobb, mint amekkorára a hegesztéshez szükség van. A tartály nyomását oxigén esetében 1-2 at-ra, acetilén esetén pedig 0,5-1,5 at-ra kell csökkenteni. Ezt a nyomáscsökkentő szelepekkel (reduktorokkal) lehet beállítani. Ha az éghető gáz nyomása legalább 1,0 at, nagynyomású hegesztőpisztolyt kell használni (4.55. ábra). A pisztolyban az oxigén az 1 jelű, az acetilén a 2 jelű tömlővéges csatlakozáson át a 5-mal jelzett keverőfúvókához áramlik. Az oxigén a 4 jelű külön elzárócsappal nyitható vagy zárható. A keverőfúvókából a gáz az 5 jelű keverőszárba kerül, amelyből a 6 jelű égőfej nyílásán áramlik ki.



4.57. ábra. Lánghegesztés jobbra
1-hegesztőpisztoly; 2-pálca; 3-varrat

A pisztollyal helyesen beszabályozott, ún. „semleges” láng négy rétegből áll (4.56. ábra). A 1. övezetben a lángmagban szén, hidrogén és oxigén van, ezért a láng magja sötét. Ezt a sötét magot egy világosan izzó szegély veszi körül. Ebben a 2. övezetben folyik az acetilén elégeése. A 3. övezet az égéstermék tartalmazza: a lángnak ez a része redukáló hatású. A 4. övezetben a még éghető égéstermék szén-dioxiddá és vízgőzzé ég el. Ez a zóna a 3. övezettől alig választható el. A lánghőmérséklet a lángmag hegye előtt a legmagasabb, ezért a pisztolyt úgy kell vezetni, hogy a hegeszteni kívánt munkadarab felülete 3,4 mm-rel legyen a lángmag hegyétől. Az eljárás egyaránt jól alkalmazható ötvözetlen és ötvözött acél, alumínium és más fémek hegesztésére.

A lánghegesztéshez használatos hegesztőpálca anyaga az alapanyagével nagyjából azonos összetételű legyen, d átmérőjére a v vastagságú lemezekhez a $d = v/2 + 1$ mm összefüggés lehet irányadó. Hegesztéskor a hegesztő az egyik kezében a pisztolyt, a másikban a pálcát tartja, egészen vékony anyagokat kivéve, amikor pálcára nincs szükség. A 4.57. ábra a leginkább használatos jobbra hegesztést mutatja (a hegesztés balról jobbra halad). Lánghegesztéskor kb. 12 mm-es anyagvastagságig egysoros, fölötté többsoros varratot készítenek.

Vágáshoz is használják az eljárást, amikor is az oxigén-acetilén koncentrált lángja megolvasztja az anyagot, az olvadékot oxigénsugár égeti el és fújja ki a vágási hézagból. A kézi vezetésű, *görgős lángvágó pisztollyal* nemcsak egyenes, hanem íves vágásokat is lehet végezni. A vágott felület érdes, durva, kissé rusztikus, amit egyes fémszobrászok lemunkálás nélkül alkalmaznak.

Bevont elektródás ívhegesztés

A bevont elektródás ívhegesztés, angol nyelvű elnevezésének rövidítésével MMA-hegesztés (4.58. ábra), egyike a legszélesebb körben ismert és használt eljárásoknak. Minden hegesztési helyzetben használható; az áramforrástól mért hatáskörzete általában 50 m²-ig, de kivételes esetben akár 100 m²-ig is terjedhet.

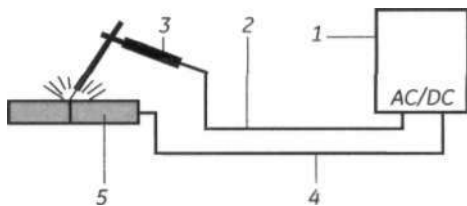
A hegesztő felszerelés: 1 áramforrásból, 2 hegesztőkábelből, 3 elektródafofóából, 4 testkábelből és a bevonatos elektródából áll. Az eljárás mind a beruházás, mind az alkalmazás szempontjából gazdaságos, más eljárásokhoz viszonyítva kevésbé érzékeny a munkadarab tisztaságára. Az eljárással ötvözetlen és erősen ötvözött acél, illetve nemvasfémek és öntöttvas is hegeszthető.

Jó hatásfokú, kis üresjárati teljesítményű áramforrással jelentős villamos energia takarítható meg. Áramforrásnak:

- váltakozó áramú transzformátort,
- hegesztő-egyenirányítót,
- hegesztődinamót

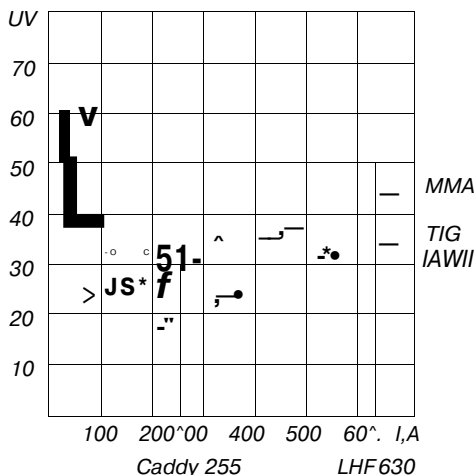
használnak. Ezek primer oldalon két vagy három fázison 380 V-ot igényelnek, és a szekunder oldalon kisfeszültségű (40...70 V) és nagy áramerősségű (100... 1200 A) hegesztőáramot szolgáltatnak. A bevont elektródás ívhegesztéshez *egyenáramú* áramforrást használnak. *Váltakozó áramot* technológiai vagy gazdasági okból választanak.

Az ívhegesztő transzformátorok használatát egyszerűségük és olcsóságuk indo-



4.58. ábra. Bevont elektródás, kézi ívhegesztés elrendezése

- 1 - áramforrás; 2 - hegesztőkábel; 3 - elektródafofó; 4 - testkábel; 5 - munkadarab



- Bázikus elektróda
- x Nagy hozamú elektróda
- a Cellulózelektróda
- + Nagy hozamú elektróda

4.59. ábra. Bevonatos elektródák áramigénye és a munkafeszültség-egyes (ESAB elektródákra és áramforrásokra)

Rutilos elektródák adatai

| | | | |
|---|---|--|---|
| OK 43.32 MSZ EN 499: E 42 0 RR 12 AWS 5.1: E6013 Bevonat: vastag, rutilos Kihozatal: 95% Áram: AC ($U_0 > 40V$), DC-(+) Leolvadási teljesítmény (0 5): 2,5 kg/h | Nagyon könnyen kezelhető, univerzális, vastag bevonatú, rutilos elektróda, amelynek leolvasztása gyakorlatlan hegesztőnek sem okoz gondot. Az ív könnyen gyújtható és kis áramerősség mellett is stabil, ami kiválóan alkalmassá teszi vékony lemezek hegesztésére. A sarokvarrat felülete szép, egyenletesen, finoman pikkelyezett | 1,6x300 2,0 x 300 2,5 x 350 3,2 x 350 3,2x450 4x450 5x450 6x450 | 30 - 60 40 - 80 50-110 80-150 80-140 120-210 170-290 230-270 |
| OK 46.16 MSZ EN 499: E 38 0 RC 11 AWS 5.1 E7014 Bevonat: vastag rutill-cellulóz Kihozatal: 100% Áram: AC ($U_0 > 50V$), DC-(+) Leolvadási teljesítmény (0 5): 2,3 kg/h | Univerzális rendeltetésű, minden helyzetbe hegeszthető rutillcellulóz elektróda. A vastag bevonat következtében szép varratfelület, jó alakleválás és a szokásosnál kisebb fröcskölés miatt kedvelt elektróda íve könnyen gyújtható. Új iragyújtási tulajdonsága miatt fűzőhegesztésre is ajánlott. | 2,0 x 300 2,5x350 3,2x350 4x450 5x450 6x450 | 50 - 70 60-100 80-150 100-200 150-290 200 - 385 |

JLKhk T**JLW-WNT**

Nagy hozamú elektródák adatai

| | | | |
|--|--|---|--|
| OK Femax 33.80 MSZ EN 499: E 42 0 RR 53 AWS 5.1 E7024 Bevonat: vastag, rutilos Kihozatal: 185% Áram: AC ($U_0 > 50V$), DC-(+) Leolvadási teljesítmény (0 5): 5,1 kg/h | Nagy hozamú elektróda különösen álló sarokvarratok hegesztésére, vastag lemezen. Szép varratfelület, a salak könnyen leválik. A bevonatba kevert vaspör révén nagyobb kihozatal eredményezi a nagy leolvadási teljesítményt. Az ív 30... 40%-kal nagyobb feszültségű | 2,5x350 3,2 x 450 4x450 4,5 x 450 5x450 5,6 x 450 6x450 | 85-125 130-170 180-230 210-290 250 - 340 280-400 300-430 |
| OK Femax 38.48 MSZEN499:E423RB53HT10 AWS 5.1 :E 7028 Bevonat: vastag, rutill-bázikus Kihozatal: 150% Áram: AC ($U_0 > 60V$), DC Leolvadási teljesítmény (0 5): 4,2 kg/h | Nagy hozamú elektróda nagy szilárdságú acélok sarokvarrataihoz. Jó alakleválás, kitűnő ívgyújtás jellemzi. A rutillbázikus bevonat révén a varratfém diffúzióképes hidrogéntartalma ellenőrizhető | 3,2 x 350 3,2x450 4x450 4,5 x 450 5x450 5,6 x 450 | 100-160 100-160 150-230 180-260 200 - 320 250-330 |

LM.**J₁**

Bázikus elektródák adatai

| | | | |
|---|--|--|---|
| OK 48.00 LMA MSZ EN 499: E 42 4 B 42 H10 AWS 5.1: E 7018 Bevonat: bázikus Kihozatal: 125% Áram: DC+(-) Leolvadási teljesítmény (0 5): 2,6 kg/h | Univerzális bázikus elektróda, kitűnő hegesztési tulajdonságokkal. Széles tartományban érzéketlen az alapanyag összetételére, illetve a hegesztendő szerkezet feszültségállapotára. Varratfeme szívós, repedésre nem érzékeny. Különösen jól használható függőlegesen felfelé hegesztésre, ahol a rutilos elektródával összehasonlítva akár kétszeres leolvadási teljesítmény is elérhető. Használható horganyzott lemezek hegesztésére is | 1,6x300 2,0 x 300 2,5x350 3,2 x 350 3,2 x 450 4x350 5x450 6x450 | 30 - 55 50 - 80 80-110 110-150 110-140 125-210 125-210 200-260 |
| OK 48.05 LMA MSZ EN 499: E 42 4 B 42 H5 AWS 5.1: E7018 Bevonat: bázikus Kihozatal: 125% Áram: DC+(-) Leolvadási teljesítmény (0 5): 2,6 kg/h | Altalános rendeltetésű bázikus elektróda, amelynek rendkívül egyenletes, jó hegesztési tulajdonságai vannak, különösen egyenárammal végzett hegesztésnél. Kis árammal is stabil ívet ad, ami vékony falú csövek hegesztésére teszi alkalmassá | 2,0 x 300 2,5 x 350 3,2x350 3,2 x 350 4x350 4x450 5x350 5x450 | 60 - 85 75-105 95-155 95-155 125-210 125-210 200-260 200 - 260 |

JJ£hh T

\ kézi ívhegesztés jellemzői adatai

| Le- mi- vas- tag- ság | V varrat | | | | | | X varrat | | | | Sarokvarrat | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|---------|--------------------------|------------------|---------|--------------------------|------------------------------------|-----------|---------|------|--------------------------|------------------------------------|-----------|----|---------|--------------------------|
| | Egy oldalról | | | Gyökhegesztéssel | | | Le- mez- vas- tag- ság | Elektroda | | | He- gesz- tési idő | Le- mez- vas- tag- ság | Elektroda | | | He- gesz- tési idő |
| | Elektroda | | He- gesz- tési idő | Elektroda | | He- gesz- tési idő | | mm | 0 mm | db/m | | | min/m | mm | 0 mm | |
| mm | 0 mm | db/m | min/m | 0 mm | db/m | min/m | mm | | | | 0 mm | db/m | | | | min/m |
| 8 | 3,25 4 | 4 9 | 25 | 3,25 4 | 7 15 | 45 | 12 | 3,25 5 | 8 4 | 25 | 4 | 3,25 | 5 | 9 | | |
| 12 | 3,25 5 | 4 15 | 45 | 3,25 4 | 7 25 | 65 | 16 | 4 5 | 7 10 | 35 | 5 | 4 | 5 | 11 | | |
| 16 | 4 5 | 4 25 | 70 | 4 5 | 5 35 | 90 | 20 | 4 5 | 7 17 | 50 | 6 | 4 | 7 | 15 | | |
| 20 | 4 5 | 4 35 | 100 | 4 4 | 5 50 | 130 | 30 | 4 5 | 9 40 | 110 | 10 | 4 5 | 5 10 | 33 | | |

olja. Korábban a *diódás* egyenirányítókat, újabban a *tirisztoros* egyenirányítókat alkalmazták, amelyek kimenő teljesítménye elektronikusan szabályozható. Az *inverteres* (frekvenciaváltós) áramforrások kis tömegű hordozható gépek, melyeket változó munkahelyen, szerelésnél lehet jól használni. A teljesítmény kiválasztásánál legfontosabb, hogy az áramforrás képes legyen abban az áramtartományban működni, amelyet az alkalmazni kívánt elektródák jelölnek ki.

Az ESAB típusú elektródák áramigényét a 4.59. ábráról lehet meghatározni. Itt az ábra diagramjába berajoltak egy-egy tipikus 250 A, ill. 630 A névleges teljesítményű áramforrás maximális beállításához tartozó jelleggörbét, valamint az MMA- és AWI- (argon védőgázos volfrámelektrodás ívhegesztés) hegesztésre vonatkozó szabványos munkafeszültség-egyeneseket. Túl nagy teljesítményű áramforrás felesleges többletfogyasztást eredményez.

A bevonatos elektródák elősegítik az ívgyújtást, stabilizálják az ívet, gáz védőbevonattal látják el az ívet és a hegfürdőt, továbbá ötvözik a hegyanyagot, salakba viszik a szennyezőket, salaktakaróval védik és alakítják a dermedő varratot. Készítenek rutilos, nagy hozamú és bázikus elektródákat. Közülük néhány ESAB típust, a javasolt felhasználási területüket és adataikat a 4.3-4.5. táblázatok tartalmazzák [8].

Leggyakrabban a 3,2 és a 4 mm-es átmérőjű pálcával hegesztenek. A varrat lehet I, V, Y, X, K és U alakú, az anyagvastagságtól függően. A vonatkozó varrat-előkészítési (éliképzési) megmunkálásokat a szabványok tartalmazzák. A kézi ívhegesztés tájékoztató adatait a 4.6. táblázat foglalja össze.

Az *elektródafogó* a bevonatos elektróda határozott megfogására és a hegesztőáram biztonságos átadására szolgál. Az áram hatására nem szabad felme-



4.60. ábra. Hordozható (TransPocket 1500) hegesztőkészlet



4.61. ábra. Kézi ívhegesztés TransPocket készülékkel

legednie. Megválasztásánál a legnagyobb hegesztőáramból kell kiindulni, és figyelembe kell venni az elektróda átmérőjét.

Kisebb (max. 350 A) hegesztőáramhoz jól használhatók a rugós szorítású *testesatlakozók*. Nagyobb áram esetén menetes szorítású csatlakozót kell használni. A hajlékony hegesztőkábelek rögzítésére, toldásuk megkönnyítésére szigetelt *hegesztőkábel-csatlakoztatók* kaphatók.

Egy hordozható inverteres kézi ív- és AWI-hegesztésre alkalmas komplett hegesztőkészlet a 4.60. ábrán, munka közben a 4.61. ábrán látható.

4.3.2. Szegecselés

A hagyományos, melegen történő szegecselésnél, ahol az illesztés az elemek átlapolásával történik, a műveletek a következők:

- lyukfúrás (a szegecs átmérőjénél 1 mm-rel nagyobbra),
- a gyári fejjel ellátott szegecs felmelegítése (világosvörös színre),
- a furatba illesztés után zömítés,
- a szegecs meghúzása,
- a zárófej elkészítése fejelőszerszámmal vagy kézikalapáccsal.

Szegecselés elsősorban a régi szerkezetek felújításánál fordul elő, de a mai modem kovács-iparművészetben is szerepet játszhat, amint az Fritz Kühnnek, a modern formák egyik első alkalmazójának a „keresztkötésén” is látható (4. 62. ábra), [7].

A fej kiképzés nemcsak félgömbfejű lehet, hanem a szerzámtól, illetve a kézi kialakítástól függően igen sokféle. Használják lemezek felerősítésére is megfelelő, sűrűbb kiosztással. Szép példa erre a budapesti Páva utcai Holokauszt Múzeum szegecselt két bejárati kapuja, amely rozsdamentes acélból készült (4.63. és 4.64. ábra).

Kapható külön szegecsanyag is, bár a kovácsok általában a szerkezethez használt alapanyagból készítik a szegecsket is. A „gyári” fejet is készíthetik egyedileg kialakított odorban kovácsolva.

4.62. ábra.
Szegecselt kötésű kereszt.
Fritz Kühn munkája,
1967



Kovácsoltvas rács függőleges pálcáinak szegeccsel történő bekötése a kerethez a 4.65. ábrán látható. Vannak egy és két szegeccsel történő bekötések. Ez utóbbiak me-revebb, elfordulásmentes kötést eredményez-nek a pálcá és a keret között. Készülnek sima és díszesebb megoldások, amelyek a törté-neti stílusokhoz alkalmazkodnak. A 4.65 o, p, r ábrák a rácpálcák kereszteződését ábr-ázolják lépcsőzéssel és szegeccseléssel.

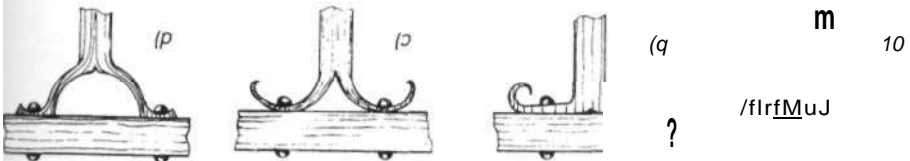
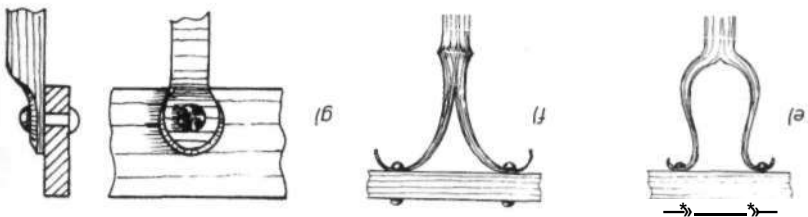
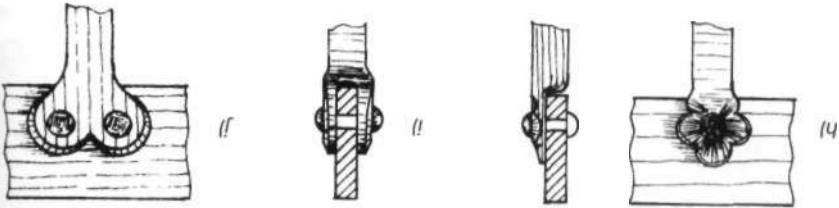
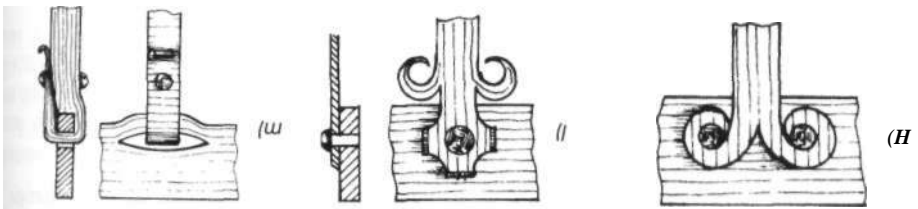
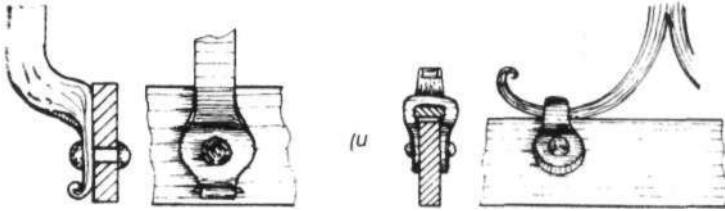
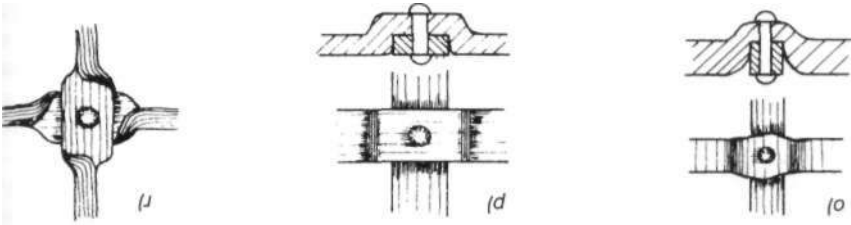


4.64. ábra. A
4.63. ábra
részlete



4.63. ábra. A Holokauszt Múzeum (Budapest, Páva u.) szegeccsel bejárati kapuja.
Készítette: Seregi György, 2004

ESEZBUMBSB yasaigyoaSezs 'ejqs -gg>

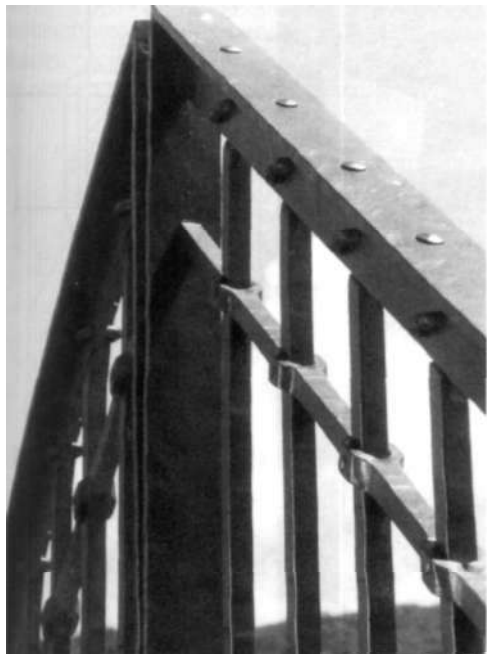


/flrfMuJ

?

4.3.3. Bújtatás, kötegelés

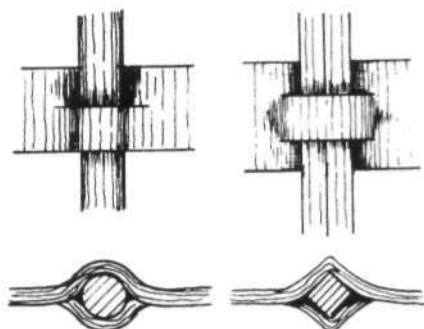
Főleg keresztkötéseknél alkalmazzák a *bújtatást* vagy *fűzést*. E kötési módnál az egyik rúdvasba lyukat fúrnak, vagy melegen a szükséges kör, négyzet vagy négyszög keresztmetszetre - a kereszt-rúd alakjától függően - kilyukasztják,



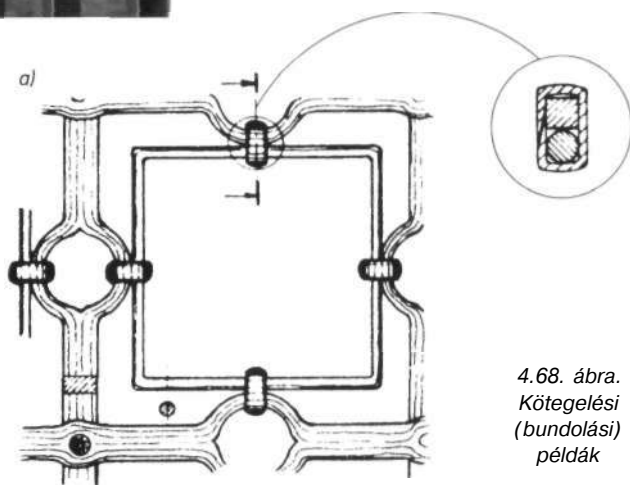
4.67. ábra. Lyukasztással készült bújtatás. Kismaros, ciszterci nővérek monostora, bejárati kapu részlete. Készítette: Seregi György, 1998

a másikat pedig ezeken át dugják. Ezáltal kötőelem nélküli kapcsolat jön létre. Legegyszerűbb formája a 4.66. ábrán látható, amikor a vízszintes pálcát felhasítják, és a függőlegeset ezen át dugják. Lyukasztással készült bújtatást ábrázol a 4.67. ábra.

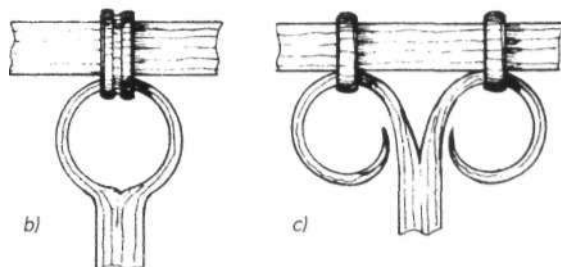
Kötegeléssel vagy *bundolással* két vagy több elemet lehet összekapcsolni. Kisebb vastagság esetén, 5...6 mm-ig hidegen készítik, ennél vastagabb anyagot melegen kötegelnek. Ilyen típusú ízig-vérig kovácskötést mutat a 4.68. ábra. Ezt a

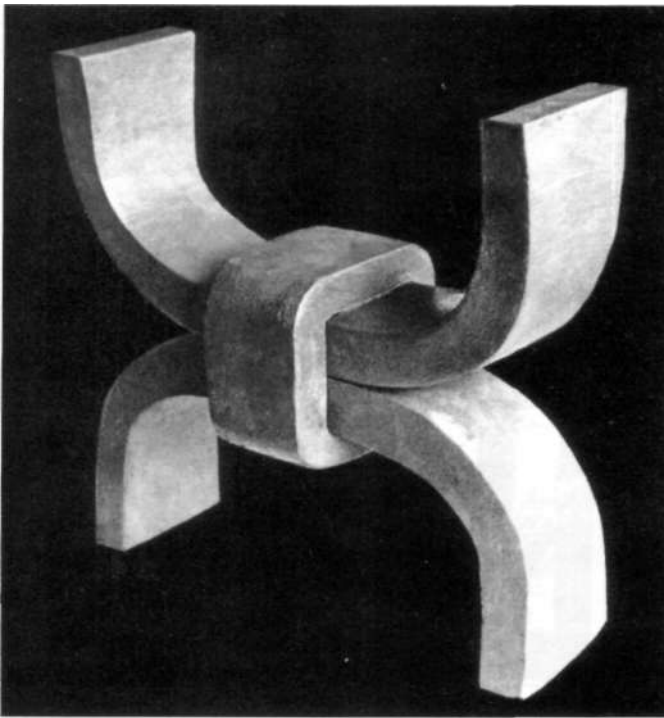


4.66. ábra. Bújtatás felhasítással

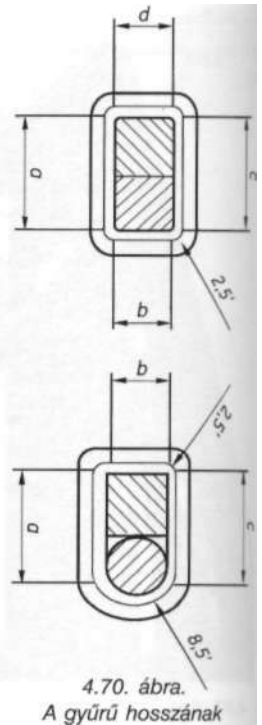


4.68. ábra. Kötegelési (bundolási) példák





4.69. ábra. Gyűrűs kötés. Frítz Kühn munkája



4.70. ábra.
A gyűrű hosszának
kiszámítása

megoldást *gyűrűs* kötésnek is nevezik. Művészi színvonalon mutatja be ezt a kötésmódot is Frítz Kühn német kovács iparművész (4.69. ábra).

A gyűrű hosszának kiszámítása a 4.70. ábra szerinti esetben az alábbi:

- a kötegelendő anyag: 2 db 12-es négyzetacél, a gyűrű anyaga 20/5-ös laposacél, a hajlítási sugár 2,5 mm;
- az egyenesek hossza: $a + b + c + d = 24 + 12 + 24 + 12 = 72$ mm;
- a négy negyedkör hossza: $2r \times 3,14 = 15,7$ mm;
- a beépített hossz: $72 + 15,7 = 87,7$ mm;
- ráhagyás az átlapolás miatt = a gyűrű anyagvastagságával: 5 mm;
- az anyag szükséges hossza: $87,7 + 5 = 92,7$ mm.

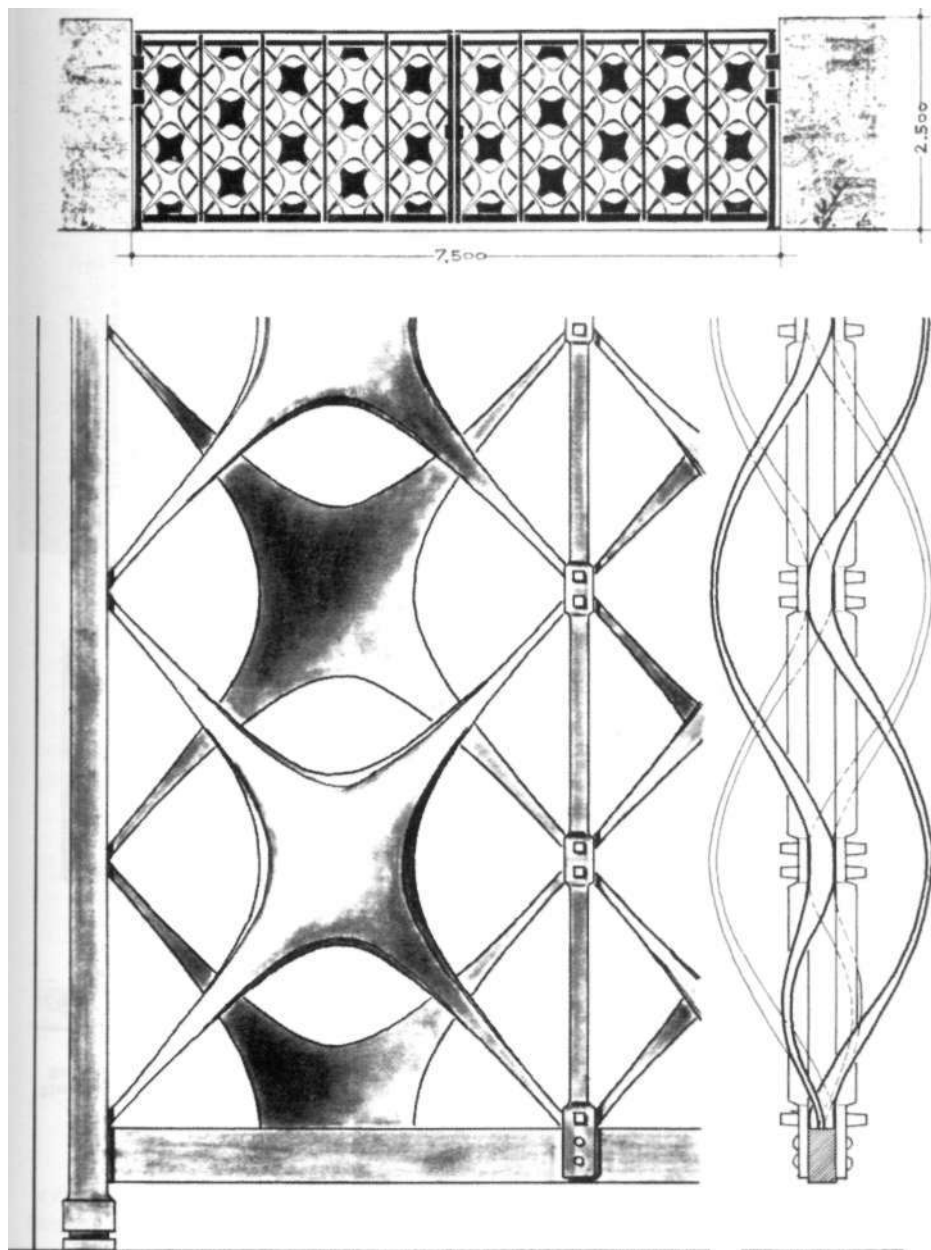
4.4. Tervezés, előkészítés

A munka vállalásával, az ezzel összefüggő szerződés előkészítésével, megkötésével és végrehajtásával kapcsolatban tervezési feladatokat kell elvégezni. A kovácsművességgel kapcsolatban három tervfajtát különböztetnek meg:

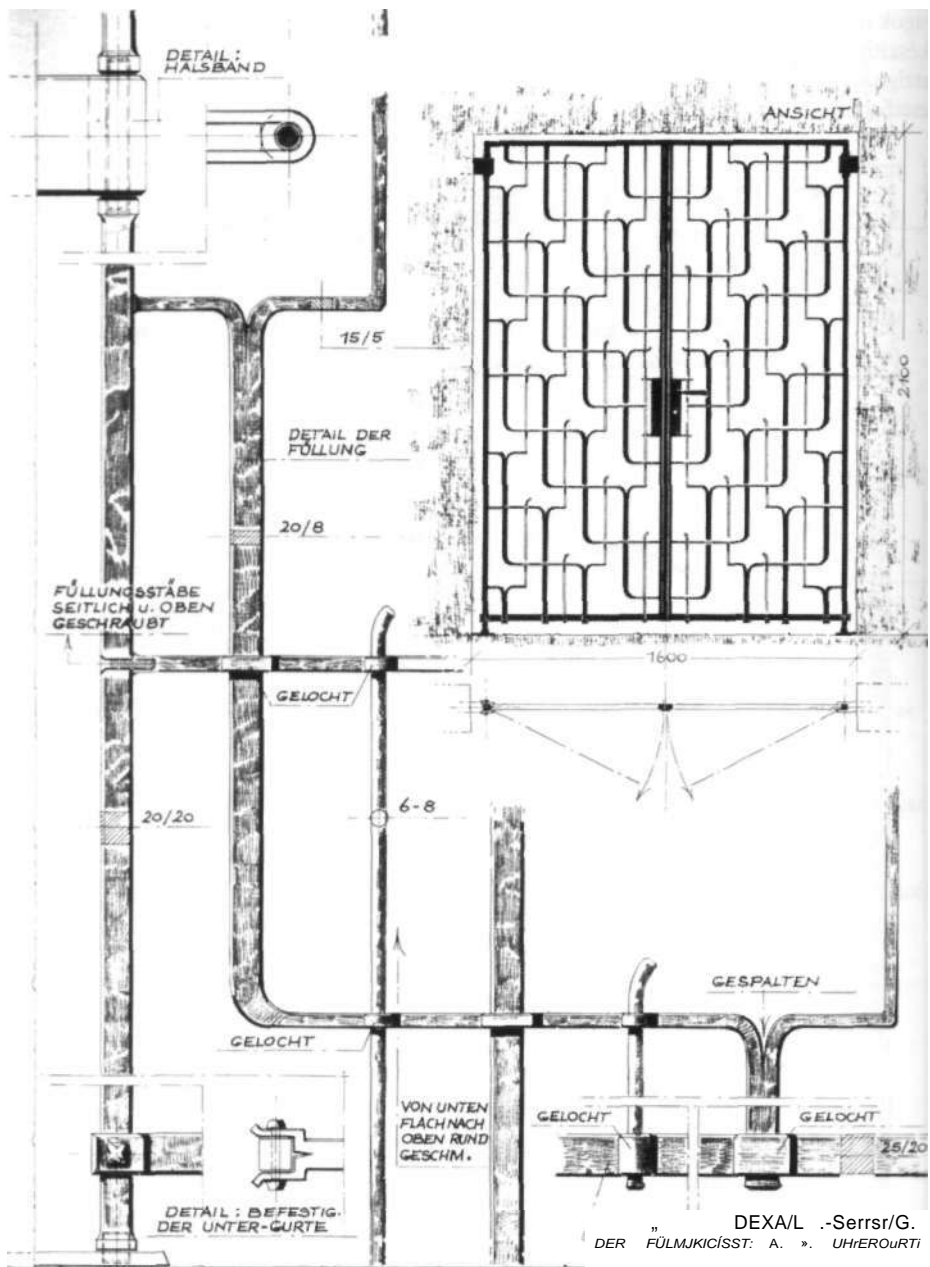
1. ajánlati terv,
2. kiviteli terv,
3. műhelyterv.

Az *ajánlati tervet* a szerződés megkötéséhez célszerű elkészíteni. Az ajánlati terv olyan mélységű, amelyből a főbb méretek, a nézeti kép (vizuális megkomponálás), a főbb

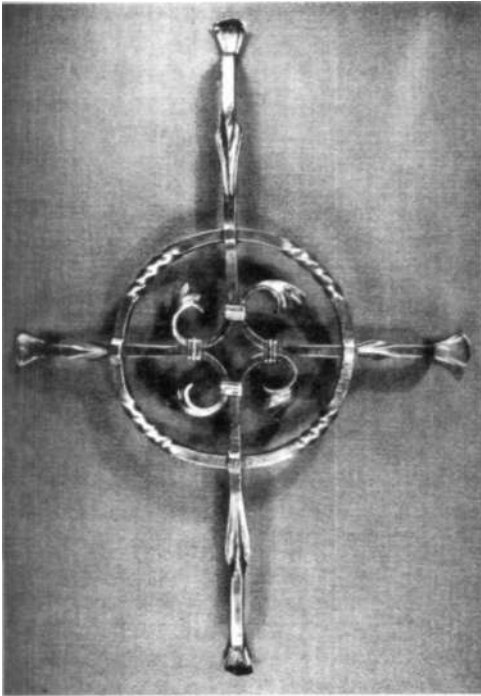
anyagok mennyisége és a ráfordítandó munkaidő megbecsülhető, és ezek alapján árajánlat készíthető. Ha egy beruházás kapcsán építész-dokumentáció készül, akkor a „lakatos-konsignáció” is tartalmazza a fenti adatokat részben rajzos, részben szöveges formában; ez esetben az ajánlatot ebből készítik el.



4.77. ábra. Kapu ajánlati terve. Fritz Kühn munkája, 1963



4.72. ábra. Kétszárnyú kapu kiviteli terve. A. und E. Fromm terve, 1963

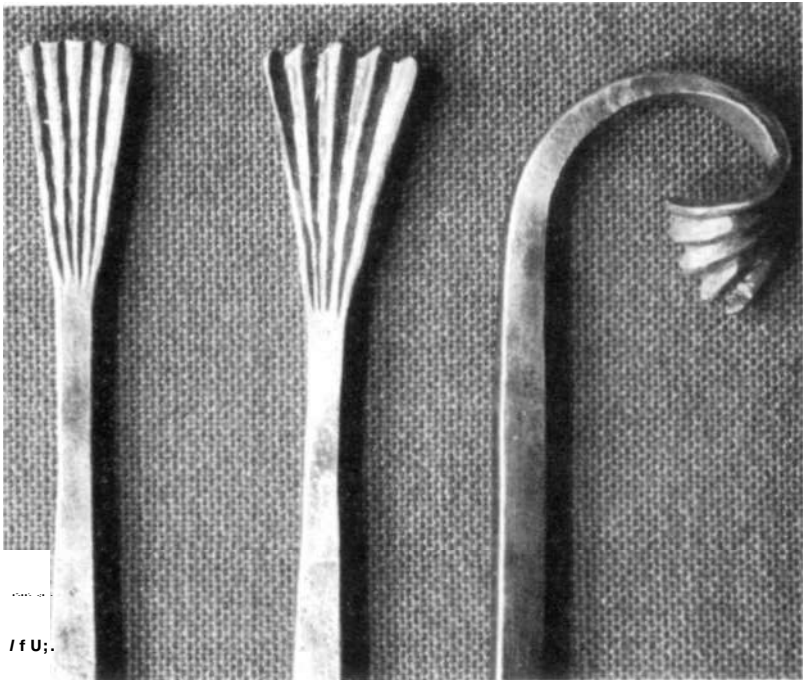


4.73. ábra. Díszrács

A *kiviteli tervet* vagy az építész, vagy a kovács iparművész készíti el. Kölcsönös személyes konzultációra minden esetben szükség van. Egyéni megrendelő esetén a kovácsnak célszerű a tervét jóváhagyatni a megbízójával. A kiviteli terv lehet az ajánlati terv továbbmunkálása, részletekkel való kiegészítése, vagy újabb (a szerződéssel összhangban lévő) szempontok szerinti kidolgozása. Ez már végleges (esetleg helyszíni felmérések alapján készített) méreteket, anyagmeghatározásokat, beépítési csomópontokat, nézeti és metszeti rajzokat tartalmaz. Az ábrákat műszaki leírás magyarázza, amely kitér többek között a felületkezelésre is. Esetenként egy jól kidolgozott ajánlati terv is megfelel kiviteli tervnek.

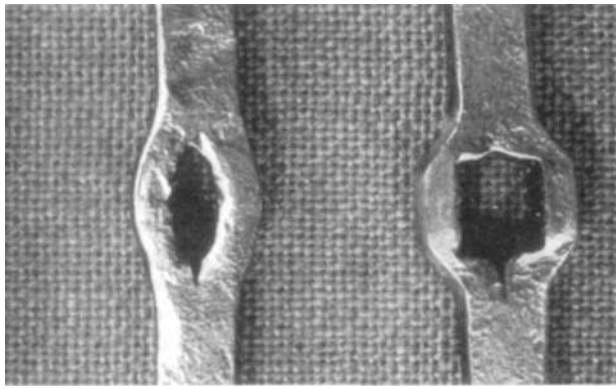
A 4.71. ábrán lévő kapu ajánlati tervnek, a 4.72. ábrán lévő pedig kiviteli tervnek fogható fel.

A *műhelytervet* minden esetben a kovács készíti, amelynek tartalmaznia



4.74. ábra.
Pálcaelemek
nyújtása,
hajlítása

1 f U;.



4.75. ábra. Függőleges pálcacselem lyukasztatása



4.76. ábra. Függőleges pálcacselem szárának díszítése lépcsőzéssel

kell az összes csomópontot 1 : 5, 1 : 2 vagy 1 : 1-es léptékben. Egyes (bonyolultabb, íves) elemeket, részegységeket is kirajzolnak 1 : 1-es léptékben, amihez a munkadarabot kovácsolás közben ráillesztik. A műhelyterv alapján pontos anyagkivonat és technológiai műveletterv készíthető, a munkaóraráfordítás meghatározható. Egyszerűbb és ismétlődő elemeknél a műhelyterv elhagyható, vagy a korábbi felhasználható. Egyes műhelyekben ma már a számítástechnika korszerű eszközeivel, programjával dolgozzák ki az ismertetett terveket. Ezek a programok pontos anyagkivonatot és művelettervet is szolgáltatnak. A művelési sorrend meghatározására - tájékoztatásul és leegyszerűsítve - az alábbi példa szolgáljon.

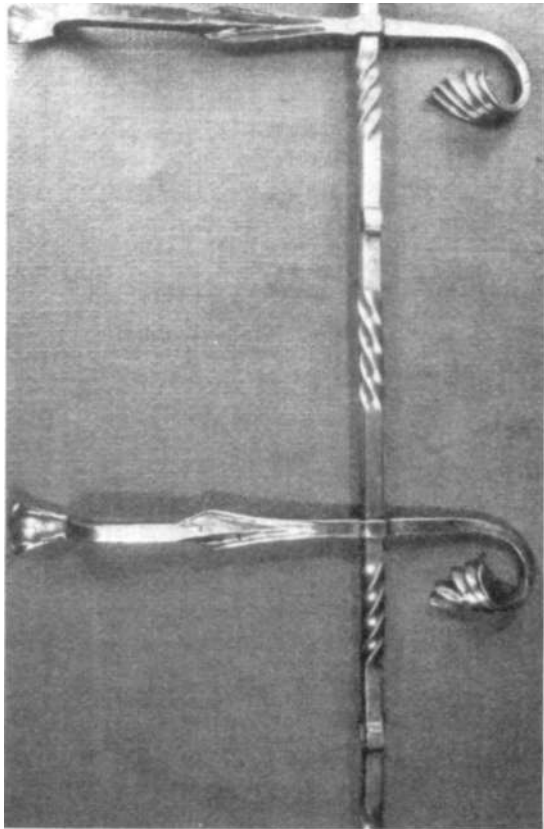
Az elkészítendő termék: dísrács (4.73. ábra).
Anyagok: 12 mm-es négyzetacél a rácselemekhez, 15/5 mm-es laposacél a bundokhoz. Anyagminőség: S235JR, (A38).

Munkafázisok a rácspálcákhoz:

1. négy pálcacselem leszállása körtárcsás darabolón, egyik végük nyújtása, erezése levélalakra állón, kézi kovácsolással, hajlítása íves alakra az üllő szarván (4.74. ábra);
2. a két függőleges elem lyukasztatása duzzasztással, hasítása nyeles vágóval, tágitása tuskével, négyzetacéllal végleges méretre a 4.75. ábra szerint;
3. a függőleges elemek szárának díszítése a kapács fokával a 4.76. ábra szerint;
4. a vízszintes rácselemek végeinek és közepének előmunkálása (4.77. felső ábra);
5. a függőleges rácselemek ellenkező végének megmunkálása nyújtással, domborítással és 90°-os hajlítása (4.77. alsó ábra).

A gyűrű elkészítése. Az anyag-hosszat a gyűrű semleges tengelyének átmérője adja 3,14-dal megszorozva + az anyagvastagság a kovácshegesztés miatt. A műveletek az alábbiak:

1. a négyzetvas leszabása a számított hosszra; a két vég lépcsőzése üllőn kézi kovácsolással;
2. csavarás a kijelölt szakaszon, két helyen jobbra, két helyen balra kovácssatuban;
3. lyukasztás a 4.75. ábrán látható lépcsőkben, két kijelölt helyen;
4. két db függőleges pálcá atdugása, rögzítése a gyűrű lyukasztott nyílásába (4.78. ábra);
5. a gyűrű hajlítása melegen kör alakra (4.79. ábra), zárása kovácshegesztéssel üllőn, kézi kovácsolással;
6. a két vízszintes pálcá atdugása, rögzítése a meghajlított gyűrű lyukasztott nyílásába;
7. a vízszintes pálcák végeinek nyújtása, domborítása, lépcsőzése a függőleges pálcák kialakításának megfelelően;
8. a függőleges és vízszintes pálcák kötése bundolással a gyűrű közepén.



4.78. ábra. Függőleges pálcák atdugása a gyűrű lyukasztásán



4.77. ábra. Vízszintes rácselem előkovácsolása, függőleges rácselem végének nyújtása, domborítása, 90°-os hajlítása



4.79. ábra. Gyűrű hajlítása kör alakra

5. Korrózió elleni védelem

A fémeken a környezet savas és lúgos oldatainak hatására, fizikai-kémiai folyamatok révén *korróziós* elváltozások keletkeznek. A gyakorlatban korrózióállónak nevezik azt a fémeket, amelynél a korrózió folyamata egyenletes, és előrehaladási sebessége a 0,1 mm/év határértéket nem haladja meg. A kovácsolásnál döntő mértékben használt ötvözetlen acélok nem felelnek meg e követelményeknek, ezért felületvédelemre szorulnak.

5.1. A korrózió fajtái

Az acélon előforduló korrózió lehet:

- *egyenletes*, amikor a teljes felület egységesen oldódik (mértéke: mm/év vagy g/m²),
- *lyukkorrózió*, amikor pontszerűen keletkezik oldódás (mértékét a lyukak számával és mélységével adják meg),
- *lemezes (réteges) korrózió*, amikor a károsodás a felülettel párhuzamos rétegek irányában történik (nagyságát a szakadási nyúlás és a kontrakció megváltozásával mérik),
- *filiform korrózió*, amely elsősorban acélfelületeken, a lakkbevonat alatt keletkezik a helytelen felület-előkészítés következtében (fellazulás, felhólyagosodás).

Ismeretes még a *kristályközi és feszültségi korrózió*, ezek azonban a kovácsolt szerkezeteket ritkán érintik.

Az általános rendeltetésű és hegeszthető szerkezeti acélokat (MSZ EN 10025:1998, régebben MSZ 500-89, illetve MSZ 6280-82), melyeket a kovácsművességnél általában használnak, bármilyen típusú környezetben vagy felhasználási területen a továbbiakban ismertetett eljárások valamelyikével felületkezelni kell.

A *légköri korrózió* ellenálló, gyengén ötvözött acél (lásd 2.13. táblázat) felületén a korróziós folyamat lezajlása alatt (1-3 év) a korróziótermékből védőréteg keletkezik. Ez a réteg az anyagot megvédi a további károsodástól. Ennek ellenére - különösen esztétikai okok miatt - célszerű a légköri korrózió ellenálló acélt is felületkezelni. Ha festik az ilyen anyagot, a bevonat tartóssága lényegesen nagyobb, mint az ötvözetlen acélnál, mert nincs alározsdásodás.

Ha fém felületet kívánnak megmutatni, vagy az alkotás agresszív környezetbe kerül, az *ötvözött rozsdamentes acélfajták* közül kell választani (lásd 2.14. táblázat), melyek fémes jellegű megjelenése csiszolással, polírozással fokozható. Ezeket az anyagokat kültéri fémszobroknál vagy igényes homlokzati elemeknél (pl. ablakrács) használják. Hagyományos felületkezelést nem igényelnek, de gyártásuknál figyelemmel kell lenni, hogy szennyeződések (pl. lágývas reszelékek, porok, forgácsok) ne épülhessenek be a felületbe.

A fémek felületi minőségének, a légkör nedvességtartalmának, a légkörben lévő széndioxid, kén-dioxid (ipari-városi környezet) mennyiségének igen nagy szerepe van a korróziós folyamat lejárásában.

Korróziós szempontból a kovácsoltvas alkotások lehetnek:

- kültéri és
- beltéri elhelyezésűek.

Kültéri elhelyezésű épületrácsok, korlátok, cégérek, kandeláberek stb. esetében különösen fontos a korrózióvédelem. Beltéri tárgyaknál sokszor csak esztétikai okok miatt szükséges a felületkezelés.

5.2. Felület-előkészítés

Bármilyen felületkezelési eljárást választanak, csak akkor lesz hatékony és tartós, ha gondos *felület-előkészítést* végeznek. Ennek lényege, hogy a felületet *fém tisztává* tegyék, vagyis megtisztítsák a szennyezőktől (olajtól, zsírtól, esetleges festékmарadványoktól, az átmeneti korrózióvédelmet biztosító anyagoktól), és a felületet egyenletesen simává tegyék, vagy - igény szerint - mesterségesen feldurvítsák a védőréteg jobb tapadása végett. A cél az, hogy az acélfelület tisztasági fokozata az 5.7. táblázatban adott K0-K3 értékek közül az előírtat elérje. Az MSZ ISO 8501 szabványban a festetlen acél rozsdásodási fokozatát A, B, C és D-vel jelölik, amely sorrendben lényegében megfelel a K0-K4 fokozatoknak.

5.1. táblázat

Acélfelületek tisztasági fokozatai

| A fokozatok | |
|---|-----------|
| jellemzése | jelölése |
| A felületen reve vagy rozsdá hatszoros nagyítással sem észlelhető (fém tisztá) | K0 |
| A felületen csak hatszoros optikai nagyítással észlelhető reve vagy rozsdá (gyakorlatilag fém tisztá) | K1 |
| a) A fémszínű felületen kezdődő visszazrozdásodástól származó elszíneződés (még nem futó rozsdá) b) A fémszínű felületen az érdességi egyenletlenségek mélyedéseiben szabad szemmel látható max. 1 mm átmérőjű reve vagy rozsdapontok c) Futtatási szín d) Az a), b) és c) együttes előfordulása | K2 |
| a) A felületen visszazrozdásodástól származó lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (futórozsdá) b) A felületen visszamaradt, lemezesen le nem választható rozsdafoltok és csíkok (esetleg bemaródások) c) Az a) és b) együttes előfordulása | K3 |
| A felületen visszamaradt, jól tapadó revesfoltok, csíkok. Az ilyen és nagyobb mértékben oxidálódott felületre bevonat csak további tisztítás után vihető fel | K4 |

A szennyeződések és zsírok eltávolítására a következő módszereket használják.

A vízben oldódó vegyületeket *nagynyomású víz sugárral* vagy *gőzborotvával* távolítják el. Az *alkalikus* (lúgos) *mosás* feloldja a zsírt és az olajat. Az alkalikus mosószerek 60-90 °C között fejtik ki hatásukat. A mosószert el kell távolítani a felületről. Ha az öblítővízbe foszforsavat kevernek, az semlegesíti a lúgok hatását.

Az oldószeres mosásnál benzinnel (terpentinnel, aromás hígítóval) átitatott ruhával dörzsölik át a fémét.

További *rozsdamentesítési eljárások*: a *kézi*, a *kézi-gépi drótkéféles*, a *szemcseszórásos tisztítás*, a *termikus módszerek*, ilL a *kémiai eljárások*.

Kéziszerszámokkal vagy géppel: *keféles*, *csiszolás* vagy *kaparás* alkalmazható a rozsdá eltávolítására akkor, ha a befestendő felület egyéb módon nem tisztítható le.

A *szemcseszórásos technika* a hengerlési reve és a rozsdá eltávolításának leghatékonyabb módszere. A szemcseszórás során nyílt szórás, vákuumos szórás, vizes szórás vagy telepített tisztítóberendezést alkalmaznak. A szemcseszórásos tisztítást mint felület-előkészítést az MSZ ISO 8501-1 szabvány négy fokozatba sorolja az enyhe szemcseszugasztól a fém tisztá felület eléréséig. Fémfelületek tisztítására acélszemcséket, üveg-

golyókat (rozsdamentes acélhoz), salakot vagy homokot használnak. Kovácsoltvas termékeknél az utóbbi javasolható.

A *termikus eljárás* többek között az oxigéntartalmú acetilénlánggal történő revétlenítés. Lángkezeléssel távolítják el a régi festékréteget, a hengerlési revét és a rozsdát. Ezt követően a felületet kézi-gépi keféléssel kell áttisztítani.

A *kémiai rozsdamentesítés*, azaz pácolás, illetve maratás savval vagy lúggal történik a fémről és a feladattól függően, amely után a felületet semlegesíteni kell, és gyorsan megszáritani. A *vas- és cinkfoszfátózásnál* szórással vagy merítéssel kapnak jó alapot a festéshez. A cinkfoszfátózás során kialakuló bevonat vastagsága $2^{4,5}$ g/m². A cinkfoszfátózott felület szürke színű. Az eljárást öt szakaszban végzik: felülettisztítás, öblítés, foszfátózás, öblítés és passzíváló öblítés.

A *wash-primerek*, azaz tapadásfokozó alapozók általában kétkomponensű, foszforsavat tartalmazó poli(vinil)butirán-bázisú felület-előkezelő anyagok.

A műhelyalapozókat, amelyeket átmeneti korrózióvédelemre használnak, *shop-primereknek* nevezik. Leggyakrabban cinktartalmú epoxi, cink-szilikát vagy epoxi műhelyalapozót használnak. A műhelyalapozó réteget a további festést megelőzően meg kell tisztítani a szennyeződésektől.

5.3. Fémes bevonatok

Ennél az eljárásnál az acélt a korrózióknak jobban ellenálló fémmel vonják be. A gyakorlatban

- a galvanikus horganyzást (cinkleválasztást),
- a kadmiumozást,
- a tűzi horganyzást és
- a fémszórást alkalmazzák.

A *galvanikus horganyzásnál* a cinket tartalmazó vizes oldatból egyenáramú elektrokémiai redukcióval választanak le fémbevonatot a katódon (vagyis a bevonandó tárgyon). A horganyzást vegyi felület-előkészítéssel kezdik és utókezeléssel, ún. *kromatózó passzíváló* eljárásokkal fejezik be, ezzel is fokozva a horganybevonat ellenálló képességét. A horganyréteg vastagsága: 25-50 µm. A kádak hossza max. 3 m, szélessége és mélysége 1,0 m.

Hasonló eljárás a *kadmiumozás*, ami kovácsolt elemeknél kevésbé javasolható, mert városi környezetben kevésbé ellenálló mint a horganyzás.

5.2. táblázat

A bevonat rétegvastagsága tűzi horganyzásnál

| Anyagvastagság, mm | Helyi rétegvastagság, µm | Átlagos rétegvastagság, µm |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Acél > 6 mm | 70 | 85 |
| Acél > 3 mm < 6 mm | 55 | 70 |
| Acél > 1,5 mm < 3 mm | 45 | 55 |
| Acél < 1,5 mm | 35 | 45 |
| Öntvény > 6 mm | 70 | 80 |
| Öntvény < 6 mm | 60 | 70 |

Menetes alkatrészek (csavarok) előírt rétegvastagsága tűzi horganyzásnál

| Anyagvastagság /átmérő | Helyi minimum rétegvastagság, um | Átlagos minimum rétegvastagság, um |
|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 0 > 20 mm | 45 | 55 |
| 0 > 6 < 20 mm | 35 | 45 |
| 0 < 6 mm | 20 | 25 |

Tűzi horganyzásnál az acélelemeket a szükséges felület-előkészítés (zsírtalanítás, pácolás) után fémtisztán az olvadt, 450 °C hőmérsékletű horganyba mártják. A szabad téren elhelyezett kovácsoltvas kapuk, kerítések, korlátok, rácsok, előtetők, cégérek stb. részére az egyik legmegbízhatóbb felületkezelési eljárás. Festéssel kiegészítve (duplex rendszer) pedig az egyik legtartósabb felületvédelmi megoldás. Esztétikai szempontból egyesek kifogásolják, hogy csorbul a felület kovácsoltvas jellege. A horganybevonat rétegvastagságát az MSZ EN ISO 1461:2000 szerint az 5.2. táblázat tartalmazza. A szabvány meghatározza a menetes alkatrészek bevonatának vastagságát is, amelyeket tűzi horganyzás után centrifugálnak (5.3. táblázat). A légköri hatások okozta horganybevonat-csökkenéseket az 5.4. táblázat adja meg. Ez utóbbiak becsült értékek.

A horganyzandó kovácsoltvas szerkezeteknek biztonsággal bele kell férni a maximális hazai kádba (Dunaferr Rt.), ami 12 500 x 1000 x 1300 mm. A tűzi horganyzás során figyelemmel kell lenni:

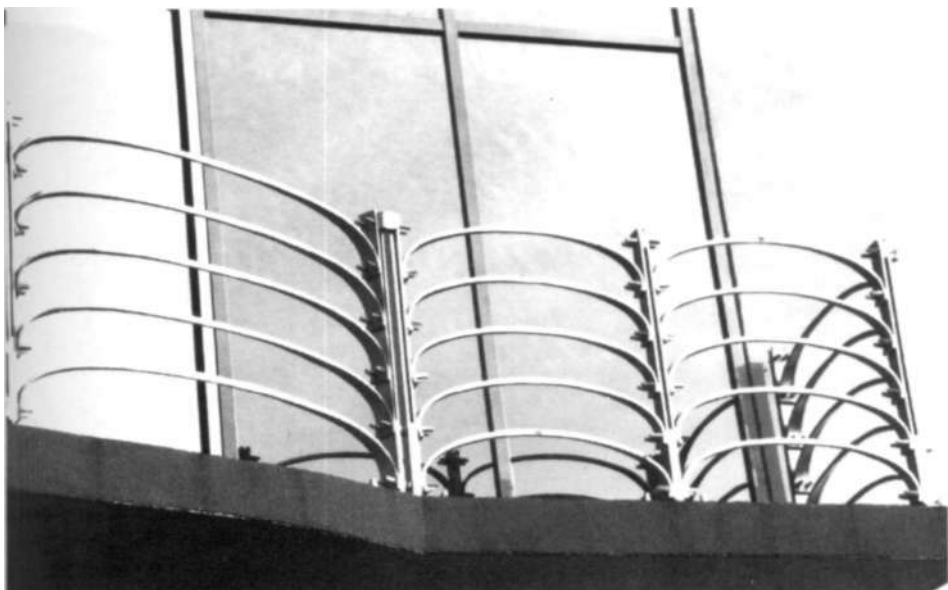
- az anyagminőségre és a vastagságra,
- a tűzi horganyzás technológiai követelményeinek megfelelő szerkezeti kialakításra.

Az anyagminőség megválasztásakor szükséges, hogy az acél szilíciumtartalma $0,12 < \text{Si} < 0,25\%$ legyen. Ha a szakítószilárdság $> 520 \text{ N/mm}^2$, a horganyzás hatását a gyártó művel egyeztetni kell.

5.4. táblázat

Légköri hatások a horganybevonatra

| Korozivitási osztály | Légkörtípus | Korróziós terhelés | Átlagos horganybevonat fogyása |
|----------------------|---|--------------------|--------------------------------|
| C1 | Beltéri: belső terek | Nagyon alacsony | <0,1 um |
| C2 | Beltéri: időnként kondenzátum képződése. Kültéri: vidéki légkör | Alacsony | 0,1 - 1.0um/év |
| C3 | Beltéri: nagy nedvesség, közepes levegőterhelés. Kültéri: ipari vagy városi légkör, illetve tengeri klíma, alacsony kloridtartalommal | Közepes | 1,0-2,0um/év |
| C4 | Beltéri: uszodák, vegyi berendezések. Kültéri: ipari légkör, tengeri klíma közepes kloridtartalommal | Magas | 2,0 - 4,0 um/év |



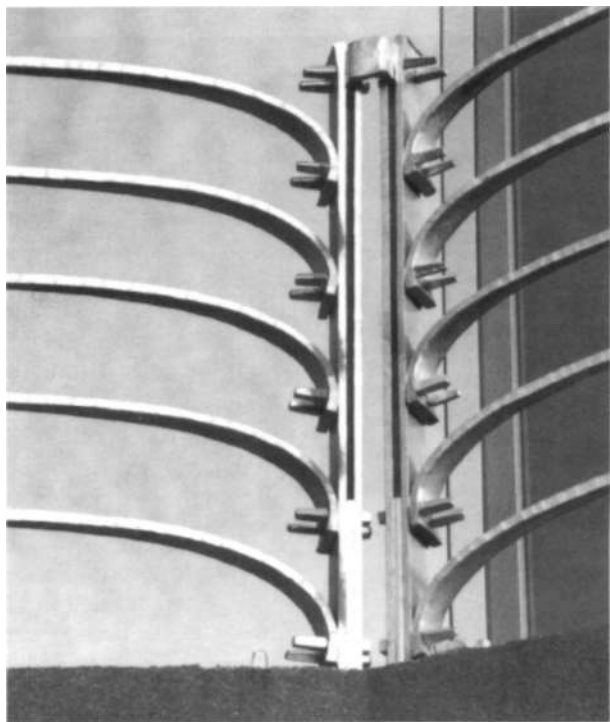
5.1a ábra. Kovácsoltvas, tűzi horganyzott erkélykorlát. Készítette: Seregi György, 2003

Az anyagvastagságot 20 mm alatt kell megválasztani, mert a horganyfürdő hatására az anyag rideggé válik.

Szegecselt szerkezetek horganyzásra nem alkalmasak. Üreges elemeken átlósan elhelyezett be- és kifolyónyílásokat kell elhelyezni.

Tűzi horganyzott kovácsoltvas erkélykorlátot, illetve kaput mutat az 5.1. és 5.2. ábra.

A fém szórásnál az acélra korrózióálló, olvadt alumíniumot vagy cinkréteget porlasztanak. A fém szórást pl. a nagy hatékonyságú METCO HE égőgáz-rendszerű pisztollyal lehet végezni, melynek átömlőnyílása biztosítja az optimális égőgáz-oxigén keverést. Külön szifondugó helyezhető fel acetilénre vagy propángázra. A pisztollyal kisméretű kovácsoltvas elemek is gazdaságosan szórhatók.



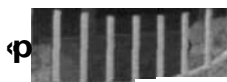
5. m ábra. Az erkélykorlát részlete



5.2a ábra. Tűzi horganyzott kovácsoltvas kapu. Készítette: Seregi György, 2003



5.2b ábra. A kapu részlete



It

i.

1

A fémszórásnál javasolt rétegvastagságok ipari szennyezett légkör esetén a következők:

- 0,08-0,15 mm szórt alumíniumréteg tömítve, illetve tömítés nélkül,
- 0,23 mm cinkréteg tömítés nélkül,
- 0,08-0,15 mm cinkréteg tömítve.

Tovább növelhető a korrózióvédelem, ha a szórt cinkrétegre egy réteg alapozót és egy-két réteg alumínium-vinil festést alkalmaznak.

5.4. Festési eljárások

Kültéri alkotások

A kültéri alkotások felületkezelésénél a leggyakrabban alkalmazott megoldás a festés. Ennek kivitelezéséhez különleges berendezésekre nincs szükség, a műhely elkülönített részében vagy külön festőműhelyben elvégezhető. Bárhol készül a festés, az előírt szellőzési, tűzvédelmi stb. előírásokat be kell tartani. Régebben a műhelyben csak a felület-előkészítést és az alapozást végezték el, a fedőbevonatok a helyszínen, a szabadban készültek. Ez esetben a fedőfestést sokszor mostoha körülmények között végezték, ami a minőség rovására ment. Ma már igény, hogy a teljes bevonati rendszer előkészítése fedett helyen, min. 10 °C hőmérséklet feletti helyiségben történjen. Ilyenkor csak a szállítási és szerelési sérüléseket kell a helyszínen kijavítani.

A homlokzatokon vagy a szabad térben elhelyezett alkotások a korróziós hatásoknak fokozottan ki vannak téve. A felületkezelés megkezdése előtt meg kell határozni a környezeti besorolást (száraz, tiszta; városi; ipari szennyezett; tengerparti légkör) és a festés szükséges élettartamát.

A festés, lakkozás fő technológiai fázisai az alábbiak:

1. felület-előkészítés (zsírtalanítás, oxideltávolítás) az 5.2. alfejezésben leírt eljárások valamelyikével. K0-K3 tisztasági fokozat igény szerint;
2. tűzi horganyzás;
3. tapadást növelő réteg kialakítása (pl. foszfátózás);
4. alapozás (összhangban a korábbi műveletekkel, valamint a közbenső és bevonórétegekkel);
5. felületi hibák javítása tapasztalással;
6. csiszolás (a tapasztolás egyenlőtlenégeinek megszüntetése);
7. közbenső bevonat (matt vagy félmatt bevonat);
8. fedőfestés (lakk) egy vagy több rétegben;
9. szárítás vagy beégetés.

Ezek közül egyes részműveletek, pl. a 2., 3., 5., 6. elmaradhatnak. A beégetést csak telepített festőüzemben lehet elvégezni, ezért kovácsoltvas termékeknél ritkán alkalmazzák.

A festékek - kötőanyaguk szerint - lehetnek természetes és műgyantaanyagúak.

A szárítás, illetve kikeményítés technológiája szerint a festékek a következő típusúak:

- levegőn (20 ± 5 °C) száradó,
- kis hőmérsékleten (60-80 °C) kikeményedő és
- nagy hőmérsékleten (160-300 °C) kikeményedő.

A felvitel módja szerint a festék:

- ecsetelhető,
- mártható,
- szórható (hidegen, melegen, elektrosztatikusán) és
- elektroforetikus.

A festékfelviteli eljárások közül kovácsoltvas elemeknél az ecsetelést, a mártást és a szórást használják.

A *sűrített levegős szórásnál* 2,5-4,0 at túlnyomással hidegen vagy 80 °C-ra előmelegítve szórják fel a festéket. A forrószórásnál nagy az oldószer-megtakarítás, és egyszerre 30-40 μ m vastag réteg vihető fel a hidegszórás 15-30 μ m vastagságával szemben. Esetenként a munkadarabot melegítik fel.

Az MI 18100 „Acélfelületek korrózióvédelme” c. irányelvek alapján összeállított 5.5. és 5.6. *táblázat* a különféle légtérben elhelyezett tárgyak lakkozással történő védel-

Acél alkatrészek védelme lakkozással mérsékelt égövi szabad térben
és száraz trópusi szabad térben

| Tisztított felület minőségi fokozata (MSZ 1891/1) | Alapozóbevonat | | Fedőbevonat | | Minimális rétegvastagság, um | | |
|--|--|-----------------|---------------------------------------|-----------------|---------------------------------|--------|-------------------|
| | neve | réteg- száma | neve | réteg- száma | Zn | festék | teljes bevonat |
| KO | Tűzi cink + Wash Primer + + cink-kromát | 1 | Durol vagy Syntalin vagy Trinát | 2 | 40 | 90 | 130 |
| | | 1 | | 2 | 40 | 90 | 130 |
| | | 1 | | 2 | 40 | 90 | 130 |
| KO...KI | Wash Primer + + cink-kromát | 1 | Durol vagy Trinát | 3 | - | 120 | 120 |
| | | 1 | | 3 | - | 120 | 120 |
| K2...K4 | Wash Primer + Foltamin alapozó | 1 | Fortamin | 2 | - | 80 | 80 |
| | | 1 | | 2 | - | 80 | 80 |
| | Olommínium olaj festék vagy Stabil mínium | 2 | Durol vagy Trinát | 2 | - | 120 | 120 |
| | | 2 | Syntalin | 2 | - | 120 | 120 |

5.6. táblázat

Acél alkatrészek védelme lakkozással mérsékelt égövi ipari, városi szabad térben
és száraz trópusi ipari városi szabad térben

| Tisztított felület minőségi fokozata (MSZ 1891/1) | Alapozóbevonat | | Fedőbevonat | | Minimális rétegvastagság, um | | |
|--|---|-----------------|--|-----------------|---------------------------------|--------|-------------------|
| | neve | réteg- száma | neve | réteg- száma | Zn | festék | teljes bevonat |
| KO | Tűzi cink + Wash Primer + + cink-kromát | 1 | Durol vagy Syntalin vagy Trinát | 2 | 40 | 90 | 130 |
| | | 1 | | 2 | 40 | 90 | 13(1) |
| | | 1 | | 2 | 40 | 90 | 130 |
| KO...KI | Wash Primer + + cink-kromát | 1 | Durol | 3 | - | 150 | 150 |
| | | 2 | Syntalin | 3 | - | 150 | 150 |
| | | 2 | Trinát | 3 | - | 150 | 150 |
| | Wash Primer + + cink-kromát | 1 | Hőre keményedő kalapácsolak vagy Melákon | 2 | - | 80 | 80 |
| | 1 | | 2 | - | 80 | 80 | |
| K2...K4 | Wash Primer Kortamin alapozó | 1 | Fortamin | 2 | - | 80 | 80 |
| | | 1 | | 2 | - | 80 | 80 |
| | Olommínium olajfesték vagy Stabil mínium | 2 | Durol vagy Syntalin vagy Trinát | 3 | - | 150 | 150 |
| | | 2 | | 3 | - | 150 | 150 |
| | | 2 | | 3 | - | 150 | 150 |

Kovácsoltvas termékekre ajánlott Tikkurila festékbevonati rendszerek

| Termék neve | Felület előkészítése | | Bevonatrendszer | | Alapozó | | Fedőfesték | |
|---|----------------------|------------|------------------------------------|----------------------|----------|-----------------|------------|--------------------------------|
| | általános | javításhoz | összrétegvastagsága, μm | környezeti besorolás | gyantája | rétegvastagsága | gyantája | rétegvastagsága, μm |
| Temaprime EE Temalac FD 50 | Sa2 | St 2 | 80 | C 2 | AK | 40 | AK | XO |
| Temaprime EE Temalac FD 50 | Sa2 | St 2 | 160 | C3 | AK | 2x50 | AK | 60 |
| Temabond ST 200 Temadur50 | St2 | St 2 | 160 | C 3 | EP | 120 | PUR | 40 |
| Temabond ST 200 Temadur 50 | St 2 | St 2 | 240 | C 4 | EP | 2 x 100 | PUR | 40 |
| Temazinc 99 TemacoatGPL- SMIO Temadur 50 | Sa 2.5 | St 2 | 200 | C4 | EP(Zn) | 40 | EP-PUR | 60 + 40 |

Magyarázat: AK (alkid); EP (epoxi); EP (Zn) (cinkporos epoxi); PUR (poliuretán).

A táblázat elkészítéséhez az ISO 12944-5: 1998(E) előírásait tekintettük méravadónak.

A bevonatok várható élettartama 5 - 15 év az adott környezeti besorolásban.

Sa (alapos szemcsesugaras tisztítás).

Sa 2,5 (nagyon alapos szemcsesugaras tisztítás).

St 2 (kézi szárszámmal vagy géppel végzett alapos tisztítás) (MSZ ISO 8501-1 szabvány).

C2 száraz, tiszta külső légtér (ISO/DIS 12944-2 szabvány).

C3 városi légtér (ISO/DIS 12944-2 szabvány).

C4 ipari és tengerparti légtér (ISO/DIS 12944-2 szabvány).

mi rendszereit mutatja be. A táblázatokban a 80-as évek hazai gyártású festékei szerepelnek, melyek egy része - vagy ahhoz hasonló összetételű gyártmány - ma is beszerezhető. A kovácsoltvas termékekre ajánlott Tikkurila festékbevonati rendszerek az 5.7. táblázatban találhatók.

Beltéri tárgyak felületvédelme

A beltérben elhelyezett kovácsoltvas tárgyak - csillárok, bútorok, kandallókészletek, kispasztikai alkotások stb.) - kevésbé vannak kitéve a korróziós hatásoknak, ezért könnyebben megvalósítható az a célkitűzés, hogy a kovácsolt alkotások minél jobban megőrizzék a vas megmunkált struktúráját, felületi megjelenését. A festéssel ugyanis eltűnnek a megmunkálás nyomai, a felület egyenletessé válik.

Hagyományos felületkezelési eljárás az *olajba égetés*. Ennél a műveletnél a tárgyat kovácsolás után:

- drótkéfélik (a jól tapadó revét, cundert rajta hagyják),
- fáradt dízelolajjal (lenolajjal, faggyúval) bekenik, és
- 300^o100 °C-on beégetik a réteget.

Ezzel a módszerrel szürkésfekete színt kapnak. Mélyfekete szín eléréséhez az eljárást megismétlik. A fáradt dízelolaj azért kedvezőbb, mint az egyéb olajfajták, mert magasabb a széntartalma.

Fekete bevonat alakítható ki a következő *páccal*:

- 400 g lúgkő,
- 10 g nátrium-nitrit,
- 10 g nátrium-nitrát,
- 600 ml víz.

Az oldatot forrásig hevítik, majd bemártják a fémtiszta tárgyat 20-30 percig. Pácolás után fekete színeződés keletkezik. Színezés után a tárgyat hideg, majd forró vízben alaposan leöblítik, utána olajozzák vagy szintelen akrillakkal lefestik. A pácolás - a *kád* méretétől függő - kisebb tárgyak felületkezelésére alkalmas. Ha a pácolás elmarad, a *két-háromszori szintelen akrillakkozás* is megfelel a beltéri felületkezelési igényeknek. Lakkozott, álló hamutartót mutat az 5.3. *ábra*.

A legegyszerűbb módszer, ha a tárgyat drótkéfézés után *méhviasszal* bedörzsölik. Ez a módszer az olajba égetésnél gyengébb minőségű védelmet biztosít. Egyéb eljárások a szakirodalomban találhatóak [9], [10].

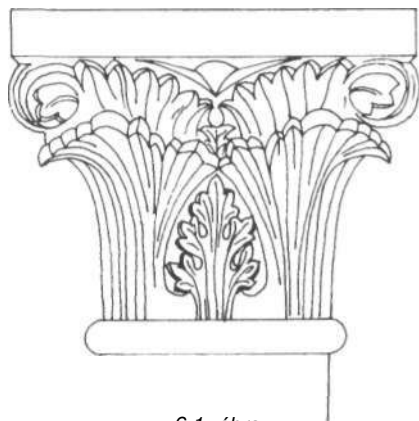


5.3. *ábra*. Álló hamutartó lakkozott felületvédelemmel. Seregi György alkotása

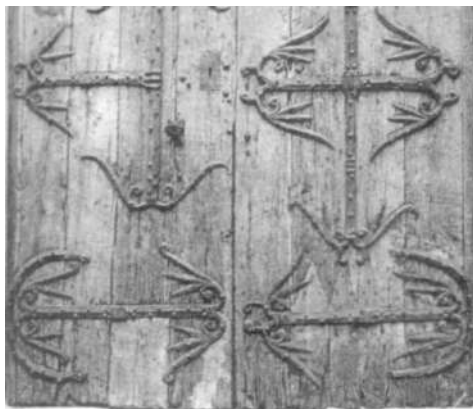
6. A történeti stílusok jellemzői

6.1. Romanika és gótika

Az első ideológiailag is egységes művészeti stílus Nyugat-Európában a 10-12. század folyamán jött létre a nyugatrómai keresztény egyház befolyása alatt. A *romanika* (román stílus) elnevezés római eredetűre utal, bár ez csak egy fontos hatás a sok közül. Első időszaka (premier l'art román) a 10-11. századra esik, mely egységesebb, mint a későbbi szakasz: bizánci, iszlám, ókeresztény elemek hatása vehető észre. A templomépület egyesíti a különböző képzőművészetek feladatait, így a formai egység is itt teremődik meg. A vasból készült alkotásokon látható ornamentika az épület kőfaragásain és a miniatúrafestészetben megjelenő díszítőelemek átvételével jött létre. A frízek és oszlopfők motívumai, illetve a kézműipari termékek díszítései



6.1. ábra.
Akantuszlevelekkel díszített,
román kori oszlopfő



62. ábra. Vasalással díszített faajtó, 12. századi alkotás

köszönnek vissza az ajtók pántjain, rácsokon stb. Formai fejlődésük ezért összefügg az építészeti díszítőelemek fejlődésével, és a különböző társzművészetek (ötvösség, fa- és kőfaragás) egymásra hatása alakítja tovább a stílust, folyton feltöltődve architektonikus elemekkel.

Ez a mechanizmus a későbbi stíluskorszakokra is érvényes. A romanika díszítőmotívumainak nagy része az antik hagyomány továbbörökítése - pl. az akantuszlevél, mely oszlopfőkön (6.1. ábra), de vasrácsokon is megtalálható -; másik csoportja kelta (pl. fonatdíszes ornamentika) és germán eredetű. A román kori templom meglepő módon átveszi az eredetileg nem keresztény népek hiedelemvilágának absztrakt-szimbolikus motívumkincsét, és babonás szörnyvilágából is merít az épületszobrászat terén. A geometrikus díszítés változatossága és bizonyos építészeti megoldások hasonlósága esetleges szíriai hatásokat is feltételez. Henri Focillon a román



6.3. ábra. A Szent Pál-katedrális ajtaja, Lüttich, 13. század



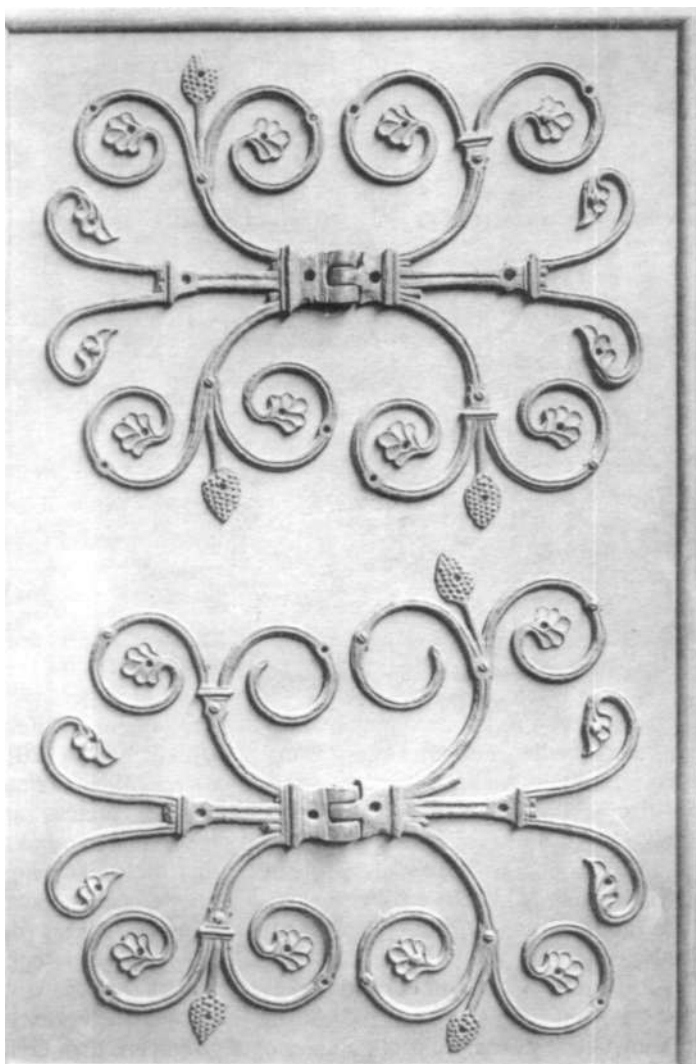
6.4. ábra. 13. és 16. századi kovácsoltvas berendezési tárgyak

kori építészet Nyugatra jellemző szigorú koncepciója és az épületekre jellemző változatos, burjánzó ikonográfia keleties jellegének ellentmondásáról ír tanulmányában [20].

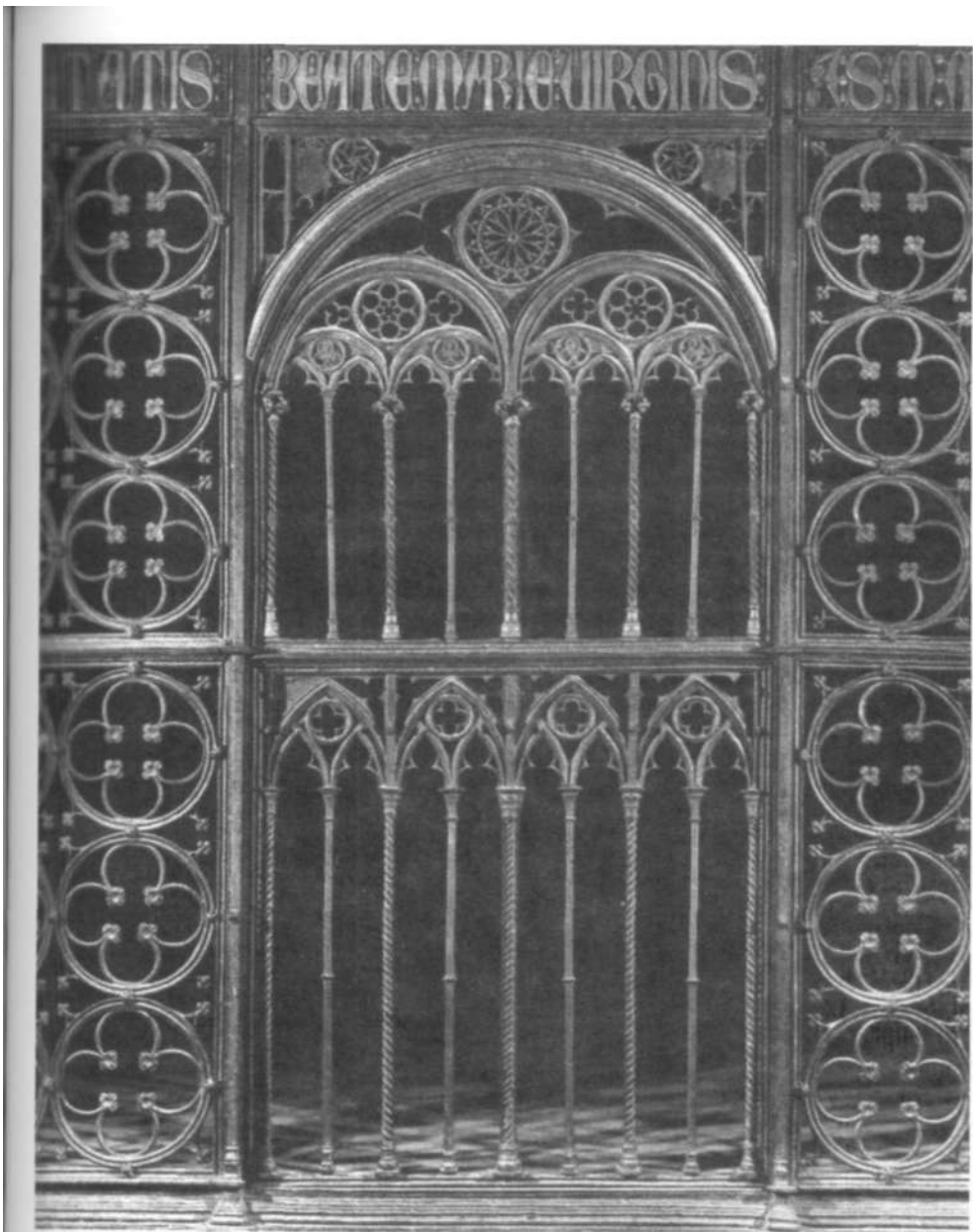
Az építészetre jellemző félköríves ablakzáródások és timpanonok megoldása szintén megjelenik a kovácsoltvas formavilágban: a stilizált növényi motívumok, keretek, záradékrácsok hasonlóan lekerekítettek. A levelek általában az erezés irányában homorúak. A román stílus szem előtt tartotta a szimmetriát, és fő díszítőeleme a csiga, mely síkszerű, és a végére sokszor rozettát erősítettek. A legtöbb emlék az ajtók pántjai és vasalásai közül került ki, ez utóbbi az ajtó fadestékáit fogta össze, ezért kezdetben kevésbé díszes (6.2. ábra). Később a díszítőkedv erősödik (6.3. ábra), a gótika korszakaiban sokszor az egész fafelületet beborították a díszítmények, ezzel párhuzamosan már kizárólag vasból kovácsolt ajtókkal is találkozunk. Az ajtópántok alá sokszor vörösre festett bőrt helyeztek, és a vasat is festették vagy aranyozták. Zárak, kulcsok, ajtókopogtatók, illetve tűzikutyák, kandallórácsok is készültek vasból. A romanika kovácsa többnyire kör keresztmetszetű

rudat vagy bordás laposvasat használt, rácsozáshoz négyzetvasat is, és ismerte a kovácshegesztést, kötegelést.

Francia jellegzetesség a patkómotívum, mely a 12. század folyamán terjed el a német nyelvterületen a ciszterciák közvetítésével. A sarló alakú ajtóvasalás sem ritka (pl. Pontigny, Vezelay, Chablis). Állatalakok és állatfejes végződések egész Észak-Európában előfordultak, Skandináviában népművészeti elemekkel kiegészülve. A különböző funkciójú vasrácsok függőleges rúdjai gyakran leveles vagy lándzsás végződésűek. A növényi motívumok a 12. századtól sűrűbben használatosak, a kibontakozó *gótikus stílus* egyik meghatározó díszítőelemévé válik. A tölcséres kontyvirág még a román kora jellemző, de később használnak fügefalevél-, lóhere-, liliom-, bogáncsformákat és szőlőlevél mintájú rozettákat is.



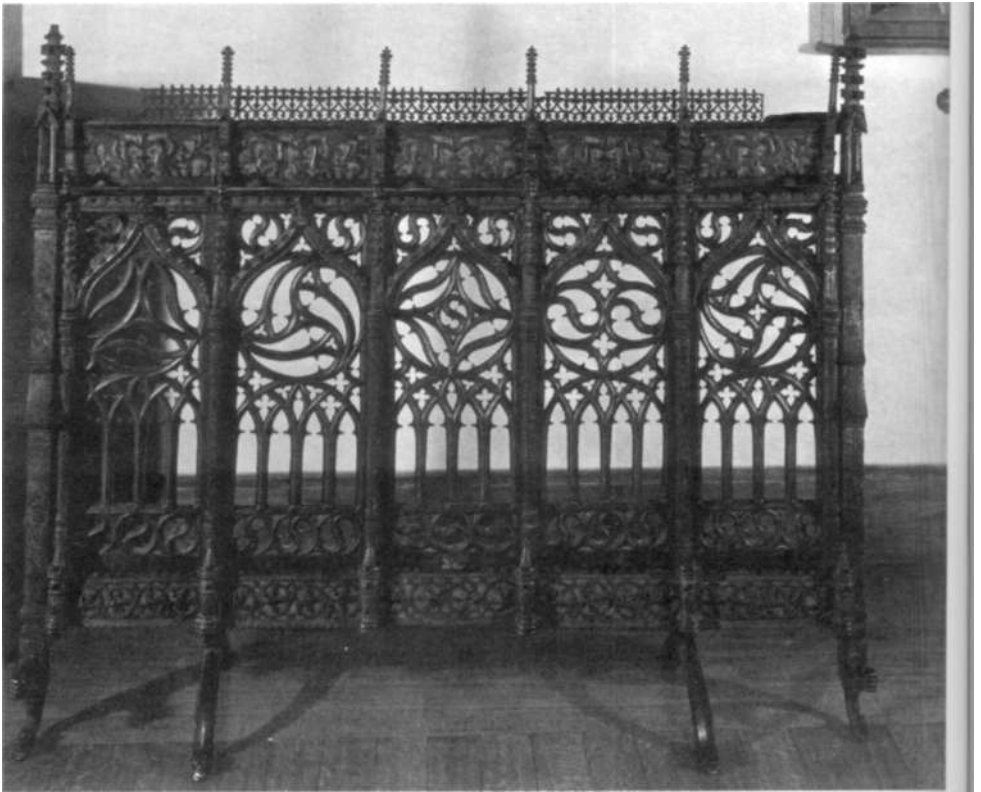
6.5. ábra. 13. századi kovácsoltvas veretek



6.6. ábra. Gótikus szentélyrács, Mittelfeld. Készült 1371-ben

A gótika korai formái 1130 körül alakultak ki *Ile de France* területén az építészetben. A külön-külön már használatos jellegzetességek (pl. bordás boltozás, támív-támpillér rendszer, csúcsív) szintézise a Saint-Denis-ben lévő apátsági templomon (1140-1144) és

A francia koronaország elnevezése



6.7. ábra. Rácsrészlet, Párizs, Louvre. Készült a 16. században

a sensi székesegyházon (1130-1163) található meg először azzal a szakrális céllal, hogy egységes, monumentális teret hozzon létre az épületen belül. Ezeket egészítik ki azok az épületplasztikai díszítmények, melyek formavilága megjelenik a kovácsoltvas munkákon is. A támpillérek továbbgondolása folytán alakulnak ki a fiatornyok, azonkívül a geometrikus szerkesztésű kőrácsmotívumok, az oszlopfők növényi díszítései, a *vimpergak* stb. szolgáltatják a kívánt motívumokat.

A gótikus stílus három évszázadon keresztül virágzik, melynek során a kovácsok a rácsos kapuk, egyéb rácsok, kandeláberek, csillárok, kandallófelszerelés, bútorok tűzi kovácsolását végzik (6.4. ábra). Részzeit hegesztéssel vagy kötegeléssel kapcsolják egybe, a nagyobb részeket pedig szegecseléssel fogják össze. A csigamotívum valamelyest háttérbe szorul, s kevésbé csavart. A növényi motívumok gyakoriak, stilizált akantusz-, komló-, szőlő-, juhar-, liliom-, bogáncs-, cser-, füge-, petrezselyemlevél, illetve virág fordul elő [4]. Ezek a levelek csúcsban metszettek, és kifelé domborítottak (6.5. ábra). Stilizált állatfejek és szegélydíszek szalagszerű frízei is gyakoriak. Sárkány- és kutyafejeket használnak ajtókopogatók, záruk, lakatok, ablakrácsok díszítésére. A lapos négyzet- vagy téglalap profilú vas használata lép a román kor uralkodó gömbölyű vas helyébe, bár ez utóbbit is használják. Ezeket előszeretettel csavarják, illetve irdalják.

A mértani geometrikus díszítések közül legelterjedtebb a lóheremotívum (négykarélys elem) (6.6. ábra) és a halhólyagmotívum (6.7. ábra). A különböző funkciójú rácsoknak

két fő típusát alkalmazzák: rudas rácsok (Franciaország, Spanyolország, Anglia, német nyelvterület) és az ismétlődő elemekből összekapcsolt vagy négyzetes keretbe foglalt ornamentikát tartalmazó rácsok (Olaszország). Nem ritka az egymást keresztező, átlósan elhelyezkedő négyszögvasak megoldása sem. Angliában építészeti formákat, lóheromotívumot és párhuzamosan elhelyezett függőleges rudakból álló rácsokat is készítettek. Spanyolországban délfrancia hatás érvényesült: gazdagon díszített záradékrács, óriási méretek.

A városok kiépülésének köszönhetően a kovácsoltvas világi feladatai is egyre sokrétűbbé váltak. Az ablakrácsok kosárszerű megoldása és a kutak lezárására használt rácsok és kútházak is ebben az időben terjedtek el. Ezeknek a reneszánsz idején lesz igazán nagy jelentőségük. Keresztelőmedencéket lefedő rácsok, kottaállványok, kandallóalkatrészek, szentségházak, bútorok, ládák, oltár- és sírrácsok készültek még kovácsoltvasból.

6.2. *Reneszánsz (14-16. század)*

A gótika még sokáig fenntartotta formakincsét, Közép-Európában jóval tovább, mikor Itália területén új igény kezdte meghozni gyümölcsseit. Az új igény az antik formakincs feltámasztása volt. A változásokhoz igazodott a vasművesség is mint elsősorban az építészet szolgáló társművészet. Ez idáig a templomok, kolostorok, várak és városok házai igényelték szolgálatait, ez a sor most a reprezentatív világi palotákkal egészült ki.



6.8. ábra. 16. századi reneszánsz kovácsoltvas rács



6.9. ábra. Reneszánsz kútház. Készült 1570-ben (Niederösterreich, Landesmuseum, Bécs)



6-10. ábra. Pávai Certosa-székesegyház szentélyrácsa Készü^mT
Forrás: Az iparművészet könyve, 1912^2002)



6.11. ábra. A Capilla Major rácsa a cuenzai székesegyházban. Készült 1517-ben
 Forrás: Az iparművészet könyve, 1912 (2002)

A reneszánsz vasművesség alkotásai inkább síkszerűek, kevésbé plasztikusak (6.8. ábra). Újra elterjed a csiga, melyre levelet erősítenek, sokszor egymásba fonódnak, kisebb csigákban folytatódnak. A vasrudak elsősorban gömbvasból készülnek, melyek egymáson keresztülbújtatva valamilyen szimmetrikus rajzolatot követnek. A szimmetria alapelv, kevés az egyenes vonal, a központi díszek lehetnek címerek, stilizált állat- és emberalakok, kehely- vagy oszlopábrázolás. Az egymással érintkező rudakat általában bundolással fogják egybe, a keresztvezetőket átfűzik egymáson, az átlapolás még a gótika megoldása volt. Elterjedt motívum a kúpos spirál és a különböző levél- és virágmotívum is (liliom, akantusz, rozetta, palmetta).

A kovácsoltvas-művességnek az épületek külső-belső díszítésében és funkcionális felszerelésében fontos szerepe volt (és van a mai napig). Az ajtók többnyire kerettel készülnek, így nincs szükség hosszú vaspántokra vagy deszkavasalásokra. Ezek idővel eltűntek. Sarokpántokra, keresztpántokra azonban szükség volt. A zárakat és a kulcsok fejeit viszont gazdagon díszítették. A palotákhoz kerítéseket, kapukat, korlátokat, dúsan díszített záradékrácsokat készítettek. A kapukhoz, házsarkokra zászlórúdtartót, lámpatartót szereltek. Sírkersztek, szélkakasok, cégérek, cégértartók, haranglábak, kútházak készültek még vasból (6.9. ábra).

A vasrácsokat gyakran bronzdíszítéssel élénkítették. Ezt példázza a páviai Certosa szentélyrácsa (6.10. ábra). Spanyolországban a késő gótika francia hatása folyamatos, de az olasz reneszánsz is érezteti hatását, főként délen. A függőleges pálcák balluszterszerűen vannak kialakítva, stilizált emberi és állati motívumok tarkítják, színezést és aranyozást használnak. A szentélyelzáró rácsok rendkívül magasak. A cuenzai székesegyház szentélyrácsa pl. 13,5 m magas, csavart vasrudakból áll, s gyerekalakok díszítik (6.11. ábra). 1517-ben készítette Hernando de Arenas. Francisco de Salamanca nevéhez fűződik a

salamancai székesegyház mérsékelt díszített monumentális vasrácsai (1518-1533).

A francia reneszánsz létrejöttében Benvenuto Cellininek volt jelentős szerepe. A németeknél él legtovább a középkori formavilág, a reneszánsz egyedi változatait lehet itt megtalálni. A vasrácsok ornamentikájára Péter Flötner arabeszkjei és a kalligráfusok voltak hatással. Augsburgban az Ulrich-templomban található a Fuggerek sírjának rácsa, melyre jellemző a két egymással szembe fordított S idom (1588, Hans Metzger). A müncheni Szent-Mihály-templom kápolnarácsán is hangsúlyos az S alakú csiga, és az egész mű vertikálisan 3-4 különböző kompozícióra tagolódik (6.12. óira) (1528).

A sarokpántok kevésbé díszítettek, a zárakkal és kulcslyukpajzsokkal ellentétben. A csillárokat, kandelábereket nagy részletgazdagsággal dolgozták ki, ilyen a münsteri városháza csillárja a 16. század végéről, melynek nagy, kerek koszorújából csigák díszű karok ágaznak ki. Új technikai megoldás volt a tausrózás és a maradás, előbbi főleg a fegyverkovácsok kedvelt eljárása, míg utóbbit lakatok, záruk, kisebb tárgyak díszítésére használták.

Magyarországon a reneszánsz motívumai százados fáziskéséssel jelennek meg, a gótika tulajdonképpen a 15. században tetőződik. A pozsonyi és a kassai dóm szentség-házajtói jellemzik, milyen gazdag geometriai változatosságra törekedtek a mesterek a díszítőművészetben, és hogy mennyire ragaszkodtak még a középkori hagyományhoz [1]. A 16. század hozza meg az áttörést hazánkban, mikor a kapuk pálcavégződéseit laposra kezdik kovácsolni, gömbvasat használnak, gyakori az állat- és emberábrázolás a csigák végeire szerelt motívumokat illetően, melyek gyakran ún. sziluettképek. A csigákat volutaszerűen alakítják ki, melyekről fiókcigák futnak tova. A polgárosodás expanziójával egyenes arányban jelennek meg a felülvilágító rácsok, lunetta-, szemöldök- és szegélyrácsok, ablakrácsok (6.13. ábra).



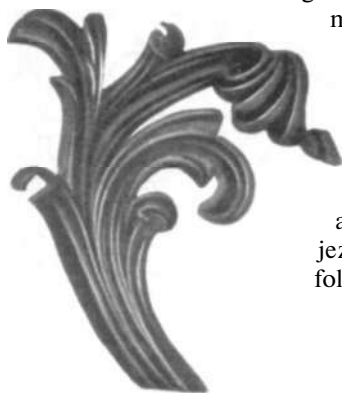
6.12. ábra. A müncheni Szent Mihály-templom kápolnarácsa. Készült 1528-ban
Forrás: Az iparművészet könyve, 1912 (2002)



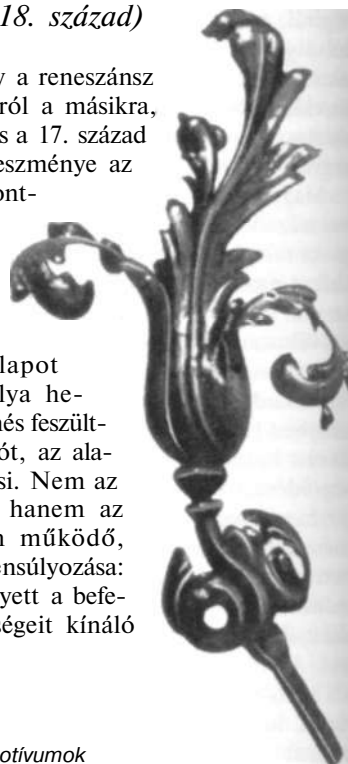
6.13. ábra. Reneszánsz felülvilágító, Salzburg körzet. Készült a 16. század végén

6.3. Barokk és rokokó (17-18. század)

Hogy nyilvánvalóvá tegyük a paradigmaváltást, amely a reneszánsz és a *barokk* között végbement - nem egyik pillanatról a másikra, hanem évtizedek alatt - a 16. század második felében és a 17. század elején, Szentkirályi Zoltánt idézzük: „A reneszánsz eszménye az arányok harmonikus rendjébe fogott, egyetlen nézőpontból, egyszerre teljes egészében feltáruló, mindennek-előtt a tömegével ható, 'befejezett' forma, amelyen belül önálló egységekké lehatárolt, egyenrangú részek társulnak egymáshoz. A barokk épp ellenkezőleg, inkább megbontja, talányossá teszi, 'teresíti' a tömegformát. A statikus állapot



megnyugtató egyensúlya helyett az állandó történés feszültségét, a kibontakozót, az alakulóban levőt keresi. Nem az egyensúly izgatja, hanem az egymás ellenében működő, cselekvő erők egyensúlyozása: a befejezett állapot helyett a befejezés még nyílt lehetőségeit kínáló folyamat" [21].



6.74. Barokk levélmotívumok



6.15. ábra. Barokk felüvilágító rács, 18. század

A vasművészetre ugyanezek az ismérvek jellemzőek, mivel tökéletes harmóniában áll az építészettel. De a barokk szertelensége korántsem valamiféle irracionális, nagyon is rendszerezett, kevésbé a szimmetriát, de a természet racionalista vizsgálatát szem előtt tartó, a mozgásra, az élelenségre, a változatosságra törő átgondolt művészet. Ennek a felfogásnak az eredménye a különböző részelemek hierarchizálása, egymás alá-fölé rendelve, összefüggése, tartalmi-szellemi egységre való törekvés, a méretek növekedése, az érzelmek ábrázolása, új, rejtett, jelképes mondanivaló, szimbolika. A térbeliségre épített feszültségkeltés és dinamizmus könnyen tetten érhető a kovácsoltvas alkotásokon is.



6.16. ábra. Barokk korlát,
18. század



6.17. ábra. Kertkapu, Würzburg, 18. század közepe

A térbeliség plaszticitásban nyilvánult meg, melyet a díszítőelemek síkból való kihajlítása által értek el. Egyik legfontosabb motívum a csiga, C, S, illetve G alakra formálva. Ezeknek oldalára leveleket (főmotívum az akantusz) tettek, végüket is levél formájúra kovácsolták, vagy kehely-, pajzs-, palmettadíszítést kaptak. Néhány, a barokkban használt levélváltozatot mutat a 6.14. ábra.

A vasrácsok rúdjai főleg négyzetvasak, vízszintes fekvésű laposvasak. Az egymást keresztező rudakat egymáson átlapolták. Fontos megoldás volt a tagozott vasból készített gyűrűs kapcsolás. A vasrácsok különböző fajtái és a vaskapuk elterjedtek voltak ebben a korban. Ennek egyik oka a kastély- és kertépítészet fejlődése volt, melyek elsőként szemünk elé táruló része a kapu és a kerítés.

A fertődi Esterházy-kastély kapuja híven tükrözi a bejárat jelentőségét [1]. A barokk kapuk hangsúlyos része a koronázó rész (szemöldökrács), mely az épület portáljában záradékrácsként, felülvilágítóként funkcionál. Ezeket önállóan is használták (6.75. ábra),

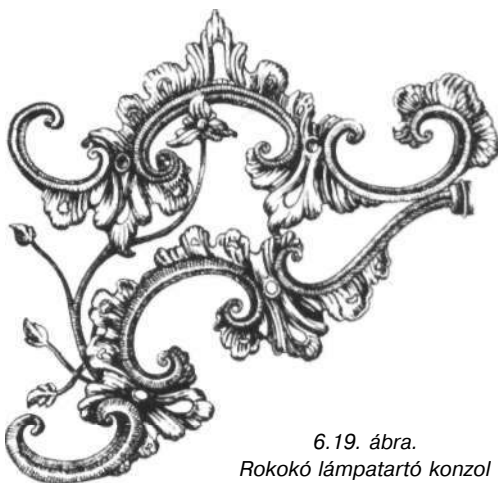
sokszor legyezőszerű díszítést kaptak. A lépcsőkoriátokra jellemző volt a balluszter utánzó motívum, a közöttük lévő teret szimmetrikus kompozíciókkal töltötték ki (6.16. ábra). A nagyobb kertkapukat vasból vagy kőből készült pilaszterekkel keretítették (6.17. ábra). A záratokat és környéküket gazdagon díszítették. A virág- és levélmotívumok megjelenése naturalisztikus, a keresztezéseket palmettákkal fedték le. A 17. században minden templom tetejére vaskeresztet helyeztek, csillárok, gyertyatartók, kottatartók, kandeláberrek, szentírásstartó állványok is nagy számban készültek (6.18. ábra).

A hengerművek elterjedése és technológiai fejlődése jobb minőségűvé tette a vaslemez, ami kedvezett az ornamentika változatos kialakításának. A mintalapok divatba kerülése pedig a 17. századtól a formák és kompozíciók megoldások változatosságát tették lehetővé, de hozzájárultak egy új hagyomány létrejöttéhez és megőrzéséhez is, hiszen ezeket a mintalapokat mesterek generációi vették át és használták. Talán az elsőként megjelent motívumgyűjteményt Mathurin Jousse jelentette meg 1627-ben. Dániel Marót 1712-ben Amszterdamban megjelent mintalapjai (Nouveau Livre de Serrurerie) a XIV. Lajos-stílust tükrözik kapuk, rácsok, lépcsőkoriátók, erkélyrácsok, kulcslyukpajzsok, kulcsfejek rézmetszeteivel. 1740-től már rokokó stílusú mintalapokat adtak ki.

A rokokó a barokk formák túlburjánzó változata sok-sok új motívummal kiegészülve. Az akantusz továbbra is szerepel, de kialakítása nyújtottabb, csipkézett, bordázott, és végeit kifelé hajlították. A csigák hátrészére kagylóformaszerű, ún. taraj került, és indákkal, fonatokkal díszítették. Ez a stílus követi legkevésbé az architektonikus formákat, meg akar szabadulni minden statikusságtól és szimmetriától. Az ornamentika hangsúlyos ebben a korban,



6.78. ábra. Szentírásstartó barokk állvány, 18. század



6.19. ábra.
Rokokó lámpatartó konzol



6.20. ábra. Perspektivikus szentélyrács, Augsburg, 18. század



6.21. ábra. Az egri volt Vármegyeháza szőlőfürtös kapuja. Készítette: Fazola Henrik, 1758-1761

a C vasak inkább érintik egymást mint keresztezik, vagy kartusdíszítés választja el őket (6.19. ábra).

A barokk és a rokokó vezető állama Franciaország volt, a német fejedelemségekben a kastélyépítészet jelentős, az akantuszleveles, lomb- és csigás indadíszek jellemzőek, a változat neve „*J.aub und Bandelwerk*”, 1715⁴⁵ között. A francia mintalapok motívumkincse keveredett a helyi hagyományokkal. Az ún. *perspektivikus* rács népszerű volt német nyelvterületen, habár reneszánsz találmány, és a 17-18. században terjedt el igazán (6.20. ábra).

Magyarországon is találunk rá példát [22]. A vasrudak (laposvasak) a rövidülés illúzióját adják sajátos elrendezésüknek köszönhetően. Hazánkban a rokokót Mária Terézia-stílusnak nevezik. Egyik legjelentősebb magyar kovácsmesterünk, Fazola (Fassola) Henrik Würzburgból költözött Egerbe 1758-ban. Az egri volt Vármegyeháza két vaskapuja és lunettarácsa az ő nevéhez fűződik. Az ún. *szőlőfürtös* kapun² a levél-, virág- és kartusdíszítés

² A másikat „címeres” kapunak hívják.



6.22. ábra. XV. Lajos korabeli erkély korlát, Nantes, 18. század

(csipkézett taraj a csigákon) örvénylő zsúfoltságát látjuk (6.21. ábra). A csigadíszek és a szerkezet komponálása szimmetrikus, de a részletelemek ezt a rendet igyekeznek feloldani. A kapukon figurális és heraldikus elemek is helyet kaptak.

Ausztriában a bécsi Belvedere kapuja és kerítése érdemel figyelmet (1720 körül). Impozáns, könnyed hatású, a rokokó kertkapuk eleganciáját sugározza, koronázó része azonban súlyosan nehezedik a nyíló részre.

Az 1760-as években kezdődik meg a *klasszicizálódás* folyamata, mely az épületdíszítés terén a monarchikus, birodalmi igények stílusváltozatain halad át (6.22. ábra).

6.4. Klasszicizmus

Az antik építészeti elemek újra előtérbe kerültek, a formák leegyszerűsödtek, a vízszintes és függőleges tagolás kompozíciós elvvé vált. Franciaországban indult útjára az új irányzat, *XVI. Lajos-stílusként* ismerjük, német és osztrák területen „*copf* stílusként terjedt el.

Nevét jellegzetes babérleveles füzérdíszéről kapta, melynek két vége általában lefelé lóg (6.23. ábra). Jellegzetes motívumai a pálmalevelek és virágfolyondárok, koszorúk, meander ornamentika, akantusz és rozetta, babérfüzérrel díszített szaru (6.24. ábra). A csiga kissé háttérbe szorult, a pálcákat sok esetben kör alakú formákkal, bundolással (gyűrűs kötéssel) kötik össze. Hangsúlyt kapnak az épületeken megjelenő vasmunkák, az erkélyrácsok, ablakrácsok, kapuk, felüvilágító rácsok, kandeláberek, lépcsőkoriátok. Főleg a korlátok hosszúkas elhelyezkedése kedvezett a



6.23. ábra. Babérfüzér elő- és hátoldala

klasszicista díszítési elvnek. A kőből készített ballusztrád utánzása nem ritka az erkélykorlátokon. A kisebb használati tárgyakat rézből és öntöttvasból kezdik készíteni. A négyzet- és laposvas mellett a gömbvas is használatos.



6.24. ábra. Kerti kapu, Marly-le-Roi, 18. század

A hidegen domborított, vékonyabb vaslemezekből díszítőelemek, edények, rozetták készültek. Ez jellemző az ún. „*empire*” stílusra is, melynek puritánsága, letisztultsága, gyakran szegényes díszítése már átvezet bennünket a 19. századba. A Napóleon idejére datálható stílusváltozat alkotásain birodalmi jelképek, címerek, római sasok és antik formák jelentek meg. A csigamotívum még inkább háttérbe szorult, a rozetta, az akantusz és a különböző füzérek megmaradtak. Mig a XVI. Lajos-stílus egyfajta klasszicizáló barokknak nevezhető, addig az empire stílusra a szögletes konstrukciók a jellemzőek, ezekre a statikus szerkezetekre aggatják, szinte feldobálják a díszítőelemeket.

6.5. *Historizmus és eklektika*

Az ipari fejlődés és gépiesítés folyamányaként nemcsak a kovácsmesterség technológiája fejlődhetett, hanem az öntöttvasgyártás is nagyipari méreteket öltött a 19. század első harmadában. A gyorsaság és sokszorosíthatóság jegyében egyre jobban kiszorította a kézzel alakított alkotásokat addigi felhasználási területeiről. Az építészetben is észrevehető válságállapot a *historizmus* kialakulásához vezetett, melynek előszelét már a *romantika* érezte a közepkori építészet egyes megoldásainak felélesztésével és a keleti iszlám formakincs másolásával. A romantika szinte semmilyen feladatot nem adott a kovácsoltvasnak.

A 19. század pozitívista szemléletmódja átvevődött az építészetre, és a régészeti felfedezések is serkentették a történeti stílusok tanulmányozását és pontos megismerését. A század első felére tehetőek a historizmus tisztább megjelenésű alkotásai, vagyis az egyes korszakok elkülönülve jelennek meg a műveken és épületeken; a klasszicizmus is létező irányzat még ebben az időben. Később átmeneti formák jönnek létre, melyek több különböző stílus sajátosságait, illetve azok modern változatait is magukon viselik. Ilyen az *eklektika*; lényege a történeti stílusok keveredése ugyanazon a tárgyon, épületen. A barokk és a rokokó, vagy a reneszánsz, a gótika és a modernebb klasszicista motívumok keveredése³. Ezzel párhuzamosan a tiszta stílusú historizáló irány is megmarad, egészen a 20. század elejéig (6.25. ábra).

Érdeemes megfigyelni ugyanannak a formaelemnek a művészettörténeti korszakok során használt változatait, amely formavilághoz a 19. századi mesterek fordulhattak. Az egyik ábrán csigadíszeket, a másikon levéldíszeket láthatunk (6.26. és 6.27. ábrák).

A mesterek mindenfajta profilú vasat használnak, sok a hidegen megmunkált díszítőelem. Észrevehető a stilizálástól a naturalis ábrázolás felé való fokozatos törekvés. Jungfer Gyula 1878-ban mutatta be naturalisztikus kovácsoltvas rózsáit a párizsi világkiállításra.⁴ A fent említett széles körű stilisztikai alkalmazás a fellendülő építkezéseknek is köszönhető, főleg a 19. század második felében. Ez, és az évente megrendezett világkiállítások ízlésformáló hatása kedvezett a kovácsoltvas újjászületésének. Mindehhez hozzájárult a céhszervelet megszűnése is 1872-ben; megszaporodott a kovácsmesterek száma, és vasműves cégeket alapítottak.

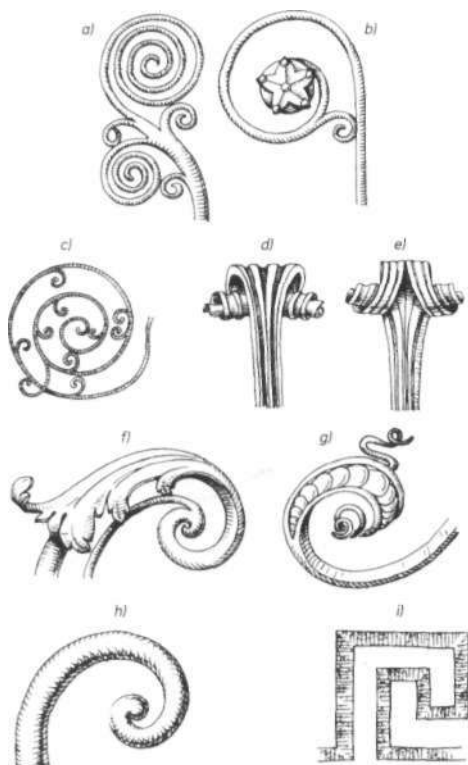
Ami a motívumokat illeti, a csigák itt sem maradnak el, reneszánsz formára emlékeztetnek, barokkos díszekkel kiegészítve. A csigákból kiágazó indákat és kacsokat szegecselik. Az átlapolás és kötegelés továbbra is használatos, ritka a tűzi hegesztés, átfűzést főleg gömbvasnál találunk (6.28. ábra). Különböző groteszk maszkokat, sárkány-, állatos emberfejeket használnak a rácsrészek kitöltésére vagy összekötésére.

³ A historizálásra való hajlandóság nem a század találmánya. Ez kiérezhető az egész eddig vizsgált időszak stílusváltozásaiból, ahogyan az egyes motívumok átörököltödnék és új formát kapnak. A 19. században is ez történik, de az összes stílus érdekl.

⁴ Az irodalomban is a naturalizmus és a realizmus a válasz egy korábbi romantikus felfogásra.



6.25. ábra. Ablakrács, Budapest, Táncsics M. u. 7. Készítette: Jungfer Gyula, 1913



6.26. ábra. Csigidíszek
a) román; b) gótikus; c) reneszánsz, d)-g) barokk; h) klasszicista; i) klasszicista meander



6.27. ábra. Levéldíszek
a) román; b)-c) gótikus; d) reneszánsz; e) barokk; f) copf babérlevél; g) rokokó; h) klasszicista palmetta

Hazánkban az eklektikus-historizáló irányzat csak a század hetvenes éveiben terjed el, és a 20. század első évtizedeiben is jelen van. Egyik legnagyobb mesterünk kétségkívül Jungfer Gyula. Lakatosdinasztia harmadik tagja, apja Jungfer Ferenc, nagyapja Jungfer András volt. 1841-ben született Pesten. Legfontosabb munkái Budapesten a Várkert-bazár hármaskapuja és kerítése; az Országház vasmunkái: rácsok, kapuk, kandelábertek, épületplasztika. A volt királyi palota kerítése és kapuja, rengeteg bejárati kapu, erkélykorlát, gazdag díszítésű csillár és berendezési tárgy, illetve vasszobor fűződik a nevéhez. Mindegyik stílusirányzatot tanulmányozta, de egy-egy alkotásán egységes stílust jelenített meg. A Központi Szabó Ervin Könyvtár barokkot idéző kapuin felfedezhetjük az érett stílus minden fontosabb elemét (6.29. ábra). Főkapujának lunettarácsa a legdíszesebb. A Dorottya utcai kapu letisztultabb lunettarácsa a csigák változatosságát mutatja (6.30. ábra). Vastag szemöldökíve felett középen látható koszorú s csokros kehely a késői klasszicizáló jellegre utal, ablakrácsai viszont inkább klasszicisták (6.31. ábra). A Nádor utcai volt Magyar Országos Bank Rt. ajtaja reneszánsz stílusjegyeket mutat, de bizonyos részletek más stílusú Jungfer-művön is észrevehetőek, például a dugóhúzószzerűen csavarodó kacsok, a levelek élethű domborítása, a függőlegesen haladó meander, az állatfejek (itt: oroszlánfej) megformálása (6.32. ábra). A kapu felső negyedében egy-egy angyalfej



6.28. ábra. Neoreneszánsz ablakrács, Budapest, Berzsenyi u. 6.
Készítette: Jungfer Gyula, 1872



6.29. ábra. Budapest, Szabó Ervin Könyvtár bejárati kapujának részlete.
Készítette: Jungfer Gyula, 1897



6.30. ábra. Bejárati kapu felülvilágítással, Budapest, Dorottya u. Készítette: Jungfer Gyula



6.31. ábra.
Ablakrács, Budapest,
Dorottya u.
Készítette:
Jungfer Gyula



6.32. ábra. Neoreneszánsz bejárati kapu részlete, Budapest, Nádor u. (egykori Magyar Országos Bank Rt.). Készítette: Jungfer Gyula, 1884



6.33b ábra. Neobarokk korlátrészlet, Budapest, Kossuth tér. Készítette: Jungfer Gyula



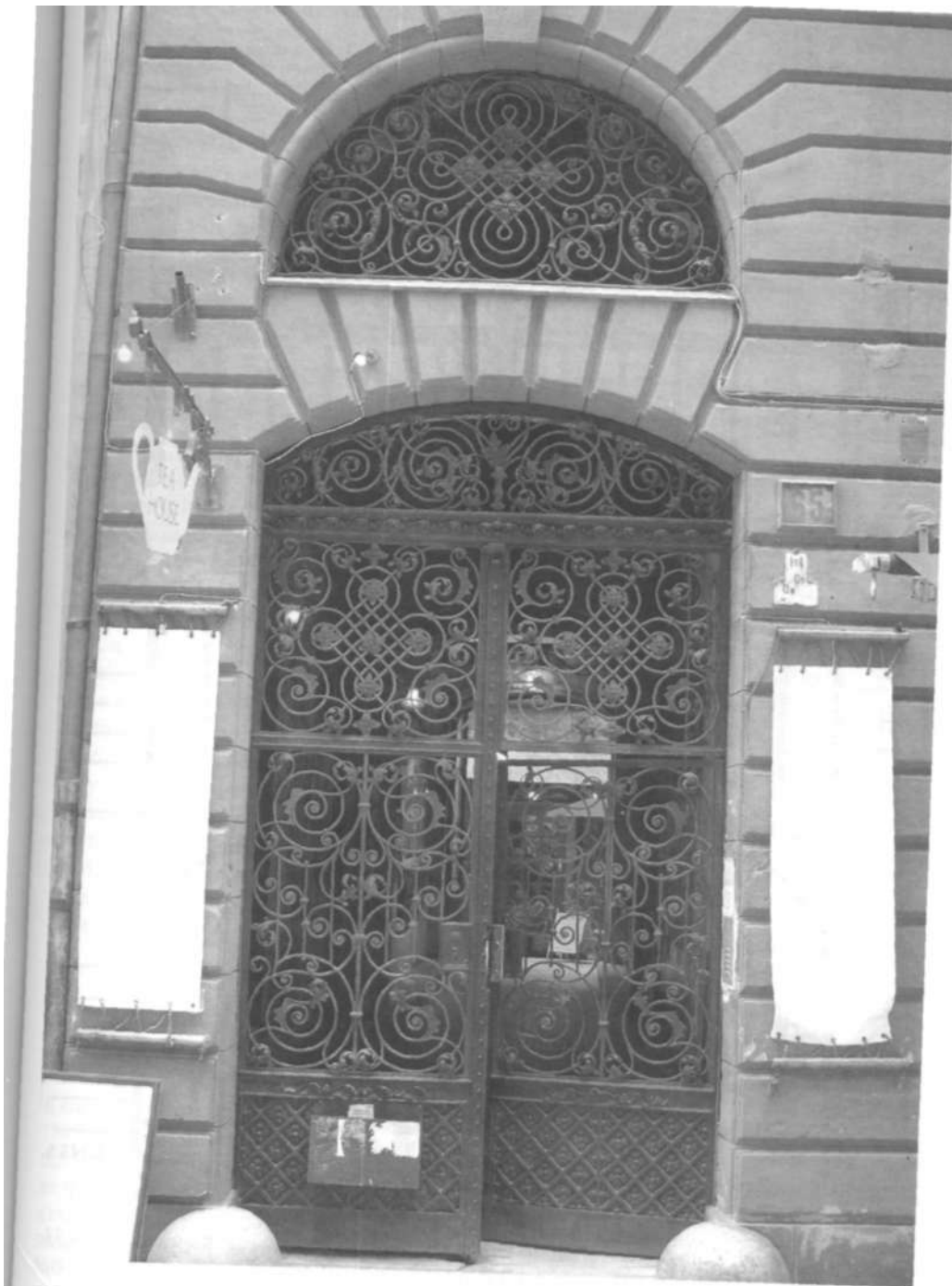
6333 ab * - "eobarokk bejárat ^{kapu} felsőré * e, Budapest, Kossuth * Készítette: Jungfer Gyula



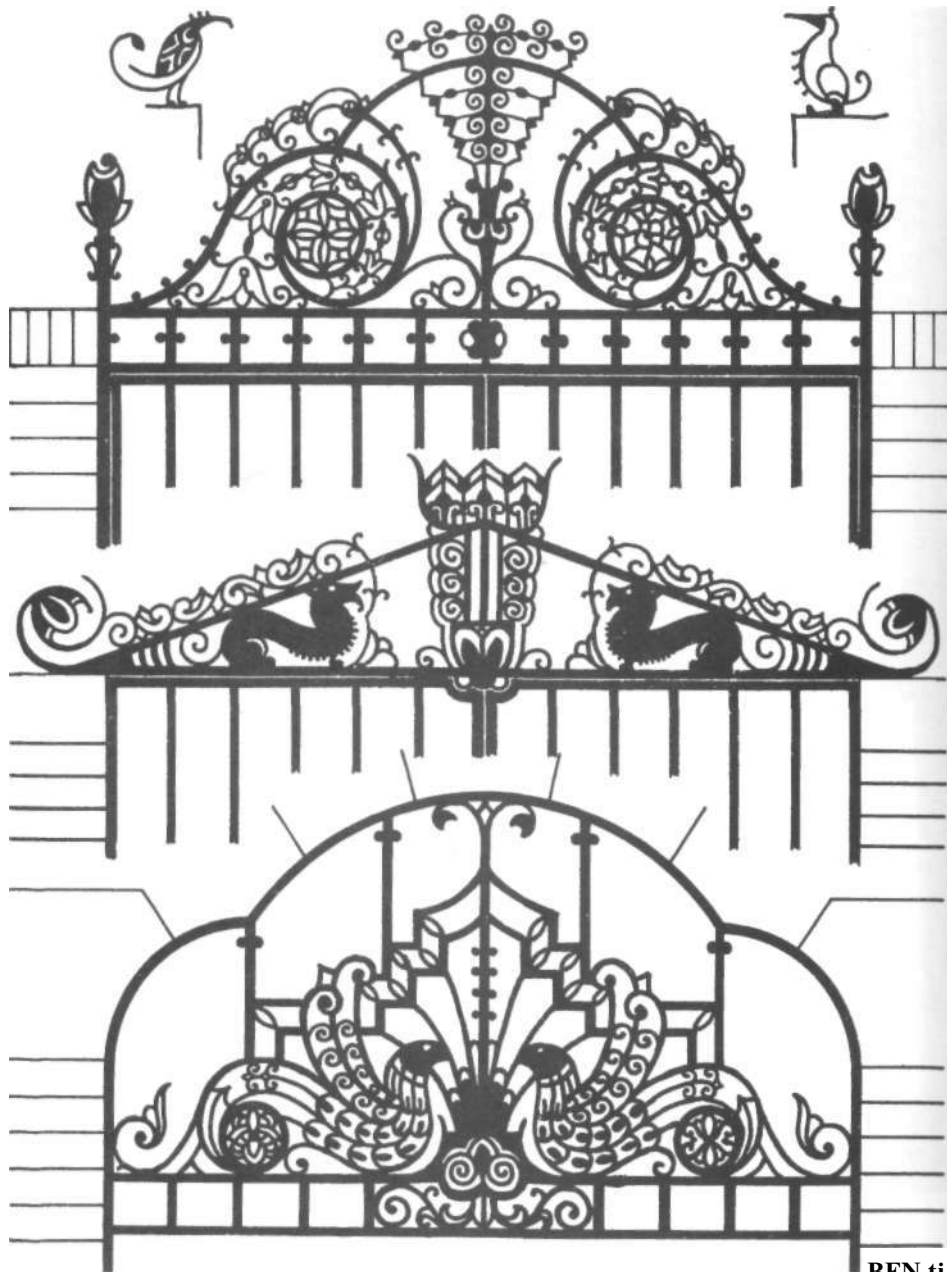
6.34. ábra. Klasszicizáló késő barokk kapu részlete, Budapest, Báthori u. 4. Készítette: Leptér János



6.35b ábra. A 6.35a
ábra részlete



6.35a ábra. Neoreneszénsz bejárati kapu és felülvilágító, Budapest, Váci u.



BEN ti.

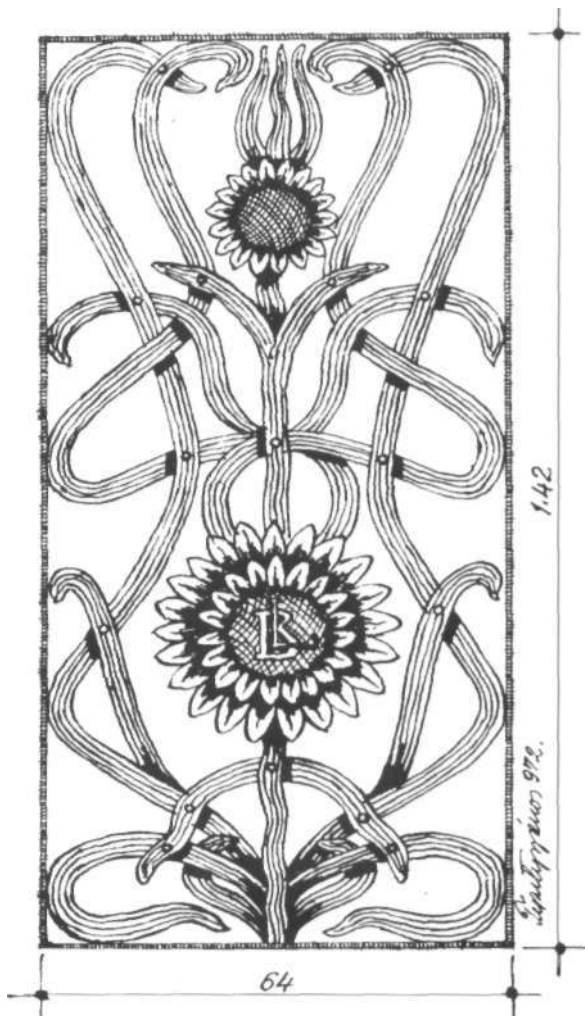
6.36. ábra. Szecessziós kapuk koronázó részletei

látható. A Kossuth Lajos téren található kettős vaskapu magasságával kápráztat el (6.33a ábra). Sötét tónusait plasztikus, kidomborodó elemek ellensúlyozzák, és kontrasztot jelent a közvetlenül a vasszerkezet mögé helyezett ablaktáblákról visszatükröződő fény

is. Görbülő ívei dinamikusak, néhol derékszög vagy hegyesszög szakaszolja. Stílusával egyezők a homlokzaton végighúzódo erkélykorlátok (6.33b ábra).

A budapesti Báthori u. 4. számú ház kapujának mestere Lepter János. A szemöldökrészen megjelenő futókutya-motívum és a szimmetria a klasszicizáló késő barokkot idézi (6.34. ábra). A lunettarácsán megjelenő florealis-leveles indák szecessziós hatásról árulkodnak. A Váci utca 65. vaskapuján reneszánsz szerkesztés és anyaghasználat látható, lunettarácsa különálló alkotás a kapu portálja fölött (6.35a-6.35b ábrák).

Sajátos, szuverén stílus kialakulására még várni kell, de felfedezhetők olyan kísérletek, melyek a nemzeti jelleget igyekeznek be-csempészni a formai megoldások közé, a folklórból átvett ornamentikát alkalmaznak. Magyarországon elég sok ilyen emlék ismertes, főleg vidéken és a határon túl (6.36. ábra). Szőlőlevelet, páva- vagy egyéb madármotívumokat, tulipán-, napraforgómintát alkalmaztak (6.37. ábra). A századfordulón a magyaros motívumok sokszor szecessziós formavilággal keverednek.



6.37. ábra. Fakapu betétrácsa, Szeged, Aradi vértanúk tere. Készítette: Fekete Pál, 1902

6.6. Szecesszió

kszecessziós mozgalmak előzménye az angol preraffaeliták csoportja volt. A festőcsoport 1848-ban alakult meg. Tagjai: Dante Gábor Rossetti, Edward Burne-Jones az angol művészet megújítását tűzték ki célul, John Ruskin, William Morris, Walter Crane pedig az iparművészet igényessé tételén, elméleti, gyakorlati, esztétikai egységén fáradozott. A század végére körvonalazódik egyértelműen a stílus formavilága. Belgium, Franciaország után Németországban, Olaszországban, Ausztriában is csoportok alakulnak. Az iparművészet, az építészet és a festészet mellett az irodalomban (szimbolizmusként) is jelenlévővé válik. Belgiumban Henry van de Velde a „Les Ving”, vagyis a Húszak csoportjának

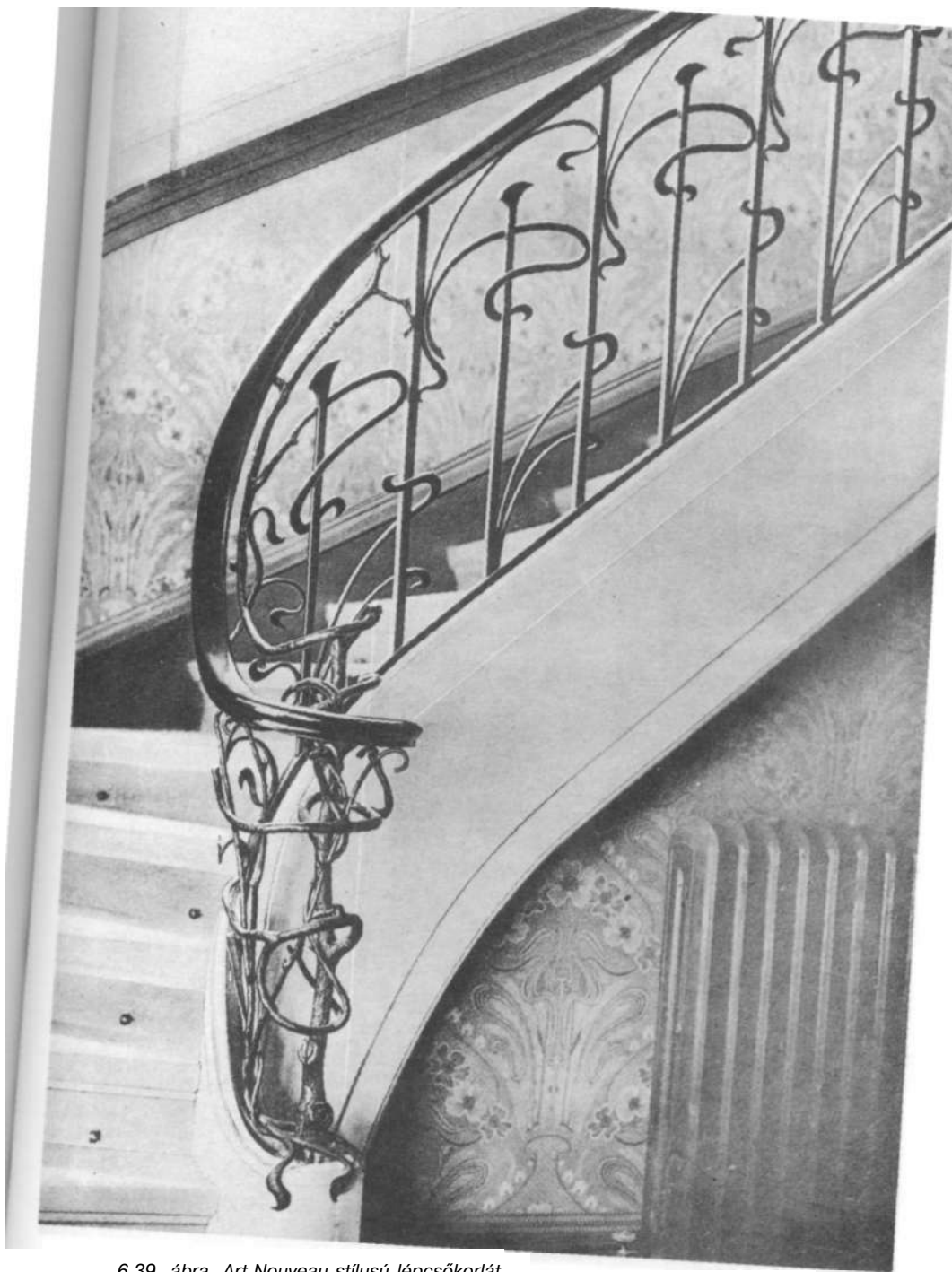


6.38. ábra. Szecessziós erkélykorlát, Budapest, Váci u. 11.

legkiemelkedőbb egyénisége. Az új stílust Nyugat-Európában többnyire Art Nouveau-nak vagy Modern style-nak, Németországban Jugendstil-nek, Ausztriában és Közép-Európában szecesszióknak nevezik. A szó jelentése „kivonulás”, és a már meglévő agyonismételgetett kánonnal való szakítást célozta. Stile floreale,⁵ stile liberty az olaszoknál. A szecesszió formavilágára nagy hatással volt még a régi francia gobelinművészet és a japán metszetek, melyek a 80-as évektől rendkívül népszerűek Nyugat-Európában.

Már a nyolcvanas években megkezdődik az építészetben a történeti stílusokkal való szembefordulás, és az épülethomlokzatok sajátos dekorációi, a nyílászárók kereteinek és a párkányoknak az ívvezetése megjelenik a kiegészítő szerelvényeken és díszítményeken, így a kovácsoltvas kapukon, erkélyrácsokon is (6.38. ábra). A naturalista felfogás helyébe erős stilizálás és absztrahálás lép. A vonalak kecsessé és vékonyá válnak, a kuszaság mögött gondos tervezés áll, mely egységes harmóniát hoz létre nemcsak a művön belül, de a kompozíció sok esetben folytatódik a festett üvegeken, a falakon is, akár kívül, akár az épületen belül. A homlokzatokat egyes esetekben freskók, mozaikok, figurális épületplasztikák (erkélykonzol) díszítik. A teljes kompozíció szimmetriáját általában az sem zavarja meg, ha az indák és folyondárok látszólag össze-vissza tekergőznek, mozgásban vannak. A levéldíszek kevésbé stilizáltak, életteliak. Leggyakrabban az ún. „ostorcsapás” motívumot használják, végei kiszélesednek és hegyesek (6.39. ábra).

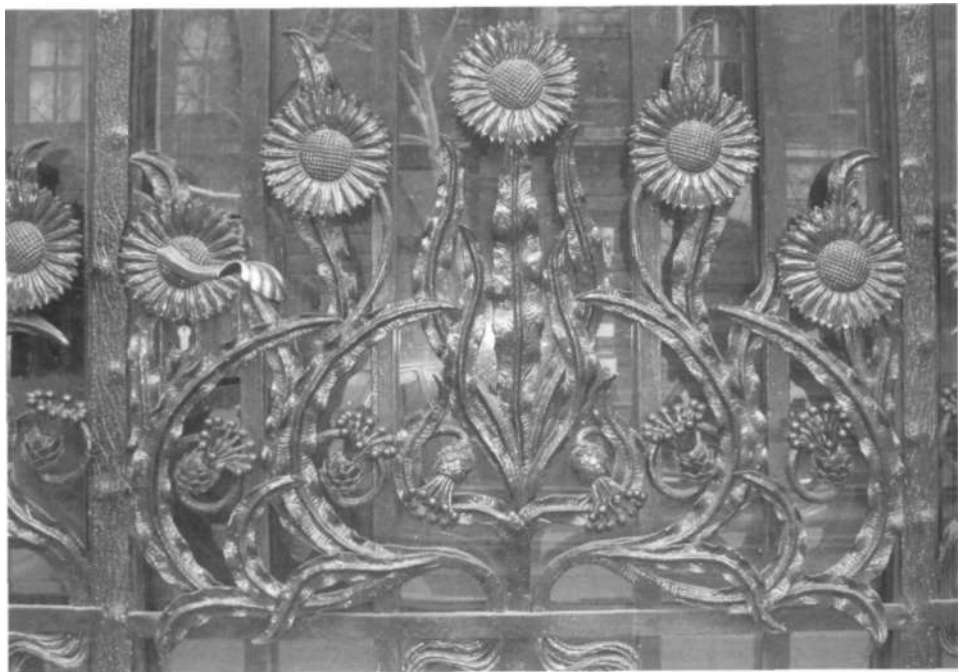
⁵ Floreális stílus, utalva a rengeteg növényi, főleg virágmotívumra.



6.39. ábra. Art Nouveau stílusú lépcsőkoriát,
Párizs. Készítette: A. Dondelinger



6.40. ábra. „Pávás” kapu részlete, Budapest, Gresham-palota. Készítette: Jungfer Gyula, 1906.
Felújította: Lehoczky János, 2003



6.41. ábra. Szecessziós bejárati kapu részlete, Budapest, Báthori u., 1905



6.42. ábra. Szecessziós kapu részlete, Budapest, Báthori u. 7.



6.43. ábra. Szecessziós kapu,
Budapest, Váci u. 42.



6.44. ábra. „Art Deco” stílusú tűzhelyvédő
rács. Készítette: Marcel Bergue

Magyarországon és főleg Budapesten nagyon sok szecessziós épület és kovácsoltvas munka található, jellegzetesen városi művészet. Jungfer Gyula is tudott váltani a századforduló után, és készített szecessziós kapukat, korlátokat, berendezési tárgyakat. Ilyenek a mostanában felújított Gresham-palota bejárati kapui, felülvilágítói 1906-ból. Magyar népi motívumokkal díszített rácsos kapuk, pávák egymás felé fordított reliefjei láthatók rajta profilból, legfeljebb még egy páva szemből, szárnyai széttárva (6.40. ábra).

A Báthori utca 5. szám alatti kapu a sorozatban sajtolt margitvirágformát hordozza, levelei hullámszerűen törnek a virágok felé (6.41. ábra). A Honvéd utcai Bedő-ház vaskosabb rácsozata liánszerű, sűrűn rovátkolt vasnyalábokból áll. Néha eklektikus megoldások keverednek a szecessziós alkotásokon, ilyen a Báthori utca 7. vaskapuja, mely gótizáló hatást mutat (6.42. ábra). A Váci utca 42. vaskapuja elszakad a hagyományos virágos-indás motívumoktól, viszont koncepciója a népművészettel teszi rokon vonásúvá (6.43. ábra).

A szecesszió jelen van a berendezési tárgyak területén is, bútorokat, használati és dísz tárgyakat készítenek rézből, bronzból, üvegből és kovácsoltvasból is. A húszas években alakul ki az *Art Deco*, mely nevét egy 1925-ben Párizsban megrendezett nemzetközi kiállítás után kapta.⁶ Az *Art Deco* merített az *Art Nouveau*, a kubizmus, az expresszionizmus, az *Arts and Crafts*, az ősi egyiptomi és azték művészet motívumkincséből (6.44. ábra). Geometriai szigorúság, dekorációs sokrétűség jellemző rá a formai elemek túlzásfólyása nélkül. Az *Art Deco* már átvezet bennünket a modern kovácsoltvas-irányzatok felé, melyeket a 7. fejezet tárgyal részletesebben.

⁶ „Exposition Internationale des Arts Décoratifs et Industriels Modernes

7. Napjaink kovácművészége

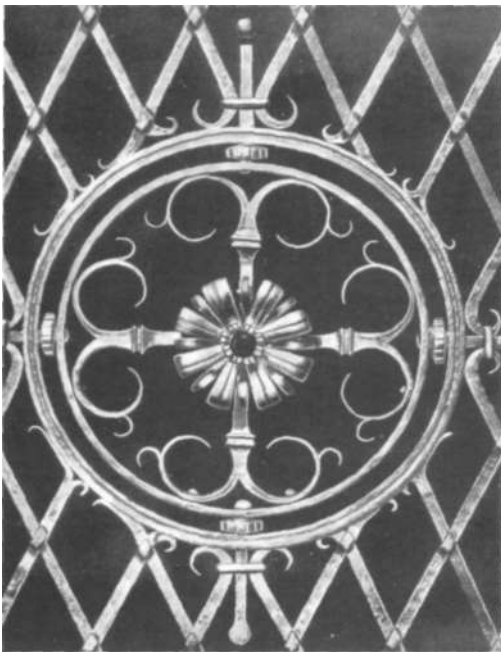
7.1. Az építészettel összefüggő alkotások

A szecesszió vasművészését - amely kétségkívül maradandó alkotásokat hozott létre - az első világháború után nem követték újabb stílusirányzatok, illetve ezekből fakadó mesterségbeli megújulások. Az építészet a szecesszió hanyatlásával nagyrészt a historizáló eklektikában egyszer már felelevenített történelmi stílusok formáit vette elő újra, amit a kovácsoltvas-művéség szolgai módon kénytelen volt követni, és a két világháború között a korábbiaknál silányabb módon folytatni. Az építészetben az új stílust, a megújulást a 20. század elején a „Bauhaus” jelentette. Az ehhez igazodó kovácműves alkotások - a történelem során először - legalább 50 éves késéssel jelentek meg. A bérházépítések növekedésével nem járt együtt a művészi értékű kapuk, rácsok, erkélykorlátok felhasználása, mert az építetők megelégedtek az olcsóbb, de silányabb kivitelű kovácsoltvas munkákkal. Tömeges árutermeléssé vált a függőfolyosók „kovácsoltvas” korlátainak kilométerekben mérhető gyártása, ami sokkal inkább nevezhető lakatos-, mint kovácsolt munkának. Ezt a folyamatot elősegítették azok a technológiai újítások, amelyek a tömeggyártás jellemzői voltak. Így például a lánghegesztés, illetve az elektromos ívhegesztés bevezetése, a daraboló-, hajlító- és egyéb megmunkáló gépek és legfőképpen a 20. század második felében megjelent kovácsoló-gépek elterjedése.

Az akkori, de napjaink mestereinek művészi kivitelű munkái is igazolják, hogy a gépesítés nem feltétlenül jár együtt a stílustalan tömegmunkával, a kézműves munka



7.1. ábra. Magyaros népi motívumok alkalmazása a kolozsvári egykori hadtestparancsnokság épületének kapuján. Részlet. Bieber Károly munkája, 1937



7.2. ábra. Fűtőtest védőrácsa. Fritz Kühn munkája

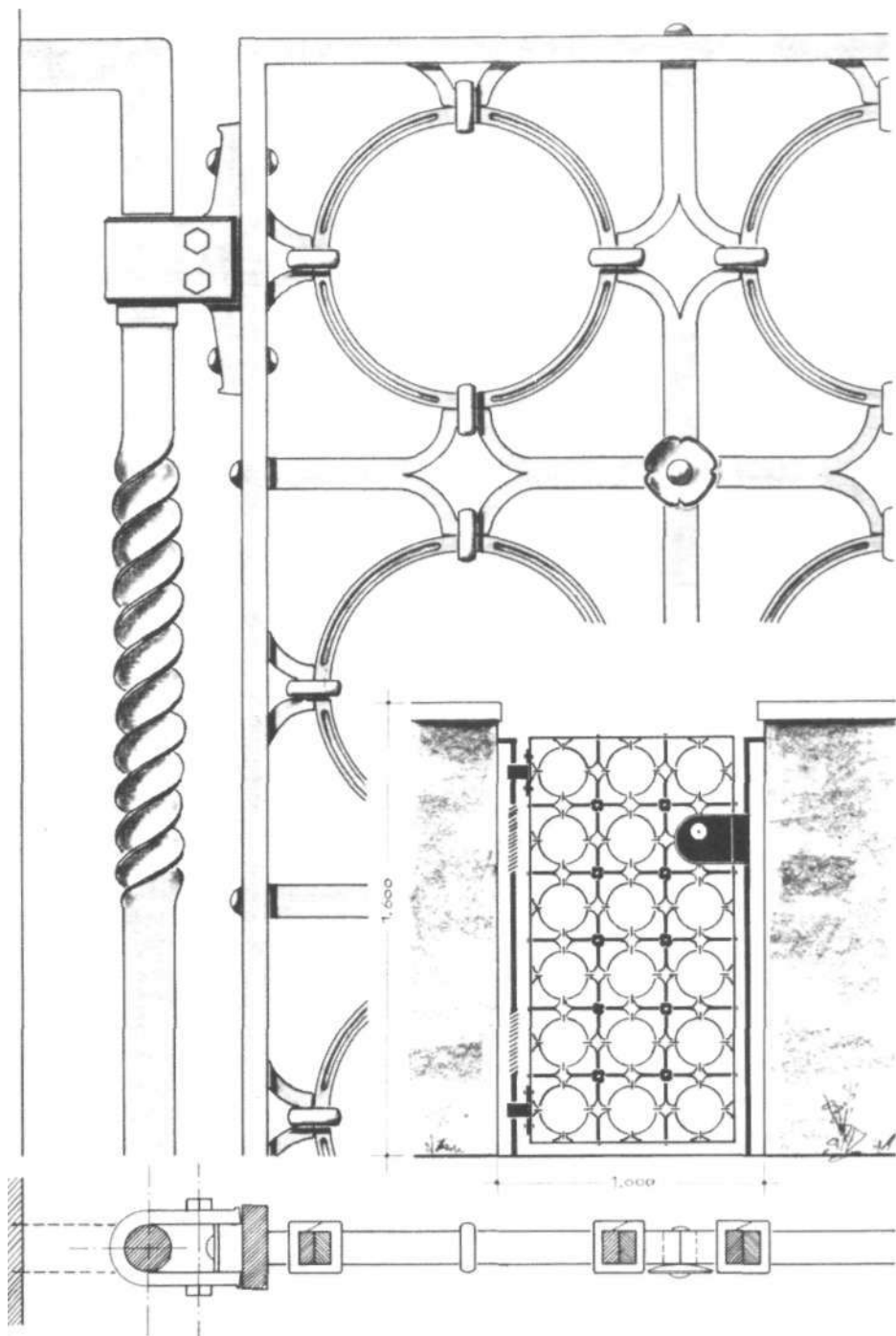
elemek ismétlődésével az összkép is ritmikussá, játékossá válik (7.3. ábra). A díszítés maga a szerkezet, a geometrikus elemek egymásba kapcsolódása maga a konstrukció. Egy picike rózsát még rátett a mester a csomópontokra jelezve, hogy nem is olyan könnyű megszabadulni a díszítőelemektől. Az ismétlődő elemek uralkodása még jellemzőbb a 7.4. ábrán látható alkotásnál, itt maguk az elemek mint pillangórajok repülése adja a lendületet. Alkotója erős, 50x 12-es laposvas kerettel adja meg a kapu merevségét, a kitöltő egységek (pillangók) mindegyike teljesen átkovácsolt darab, amelyeket díszítőelemként is alkalmazott bundolás fog össze.

A hatvanas évek útkeresésének másik jellegzetes példája a 7.5. ábrán látható [12]. Ez a kerti kapu vertikális elrendezésű laposvasakból készült, melyből hasításokkal és csavarásokkal képezték ki az összekötő vízszintes elemeket. Ezeket az átkötéseket szabálytalanul helyezték el. Az alkotáson már díszítés nem látható, a szerkezet puritán, leegyszerűsített megoldás, szépségét a kovácsolási technológia helyes alkalmazása adja. A 7.6. ábra rács tanulmányán már egyetlen munkafázissal, a csavarással ér el igen plasztikus hatást Fritz Kühn azzal a megoldással, hogy a széles laposvasat a szokásosnál hosszabb ívben csavarja. Figyelemre méltó a rács árnyékhatása. Ilyen mértékű leegyszerűsítés már sokak szerint a míves megmunkálás rovására megy.

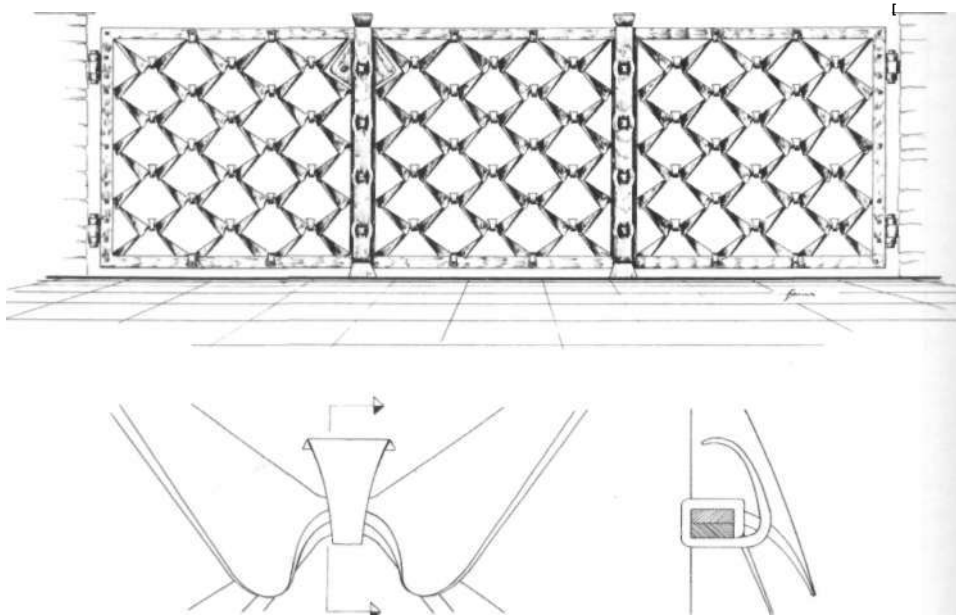
A jelenkor vasművességéről szóló csekély hazai irodalomból idézzük Perekhazy Károly megállapításait a magyarországi törekvésekről: „Az 1960-as évektől egy maroknyi, azonos szellemű vasműves, a múltba hanyatlott világ nyűgös tradíciójától szabadulni igyekezve, az avult hiedelmekkel szembeszállva és a modern építészeti formáktól ösztönözve, gyümölcsöző küzdelmet folytat a vasművesség megújulásáért, a művészi kovácsolás új formavilágának megteremtéséért. Minden kornak megvan a maga eszménye, a művész a maga korát fejezi ki, ám munkáik egyben a maguk egyéniségéből született különféle

jellegének eltűnésével. A két világháború között és után is voltak kvalitásos kovács iparművészeink: így többek között Forreider József, Tiringner Ferenc, Schima A. Bandi, Sima Sándor és legfőképpen Bieber Károly. Ezek a mesterek készítettek kiváló neobarokk, neoreneszánsz, neoszeccsessziós és eklektikus alkotásokat, majd a század közepétől - elsősorban Sima és Bieber - úttörői lettek annak az útkeresésnek, amely a kovács-iparművészetet a modern stílus keresésében világszerte jellemezte. Ennek egyik lépcsőfoka volt a magyaros népi motívumok alkalmazása kovácsoltvas kapun (7.1. ábra), [11].

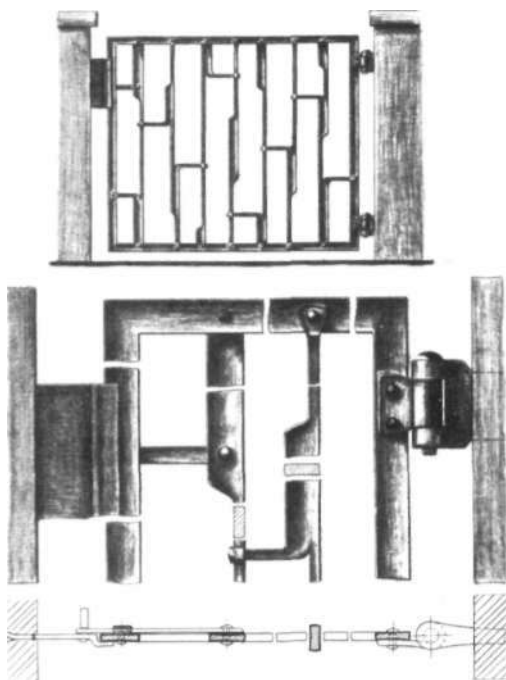
A barokk hagyományoktól évszázadokon keresztül megszabadulni képtelen művészeti ág a 60-as évek derekától a berlini (akkor keletnémet) Fritz Kühn példamutató alkotásaival elindul a modern kovács-iparművészet kialakításának útján. Először csak a részletek kimunkálásában jelennek meg az új stíluselemek (7.2. ábra), majd ezen



7.3. ábra. Kovácsoltvas kapu. Fritz Kühn munkája, 1963. Berlin - Brünau



7.4. ábra. Kovácsoltvas kapu. Adolf Steines munkája, 1963. Pfalzel - Trier



7.5. ábra. Kerti kapu. F. Hermann munkája, 1965. Bern

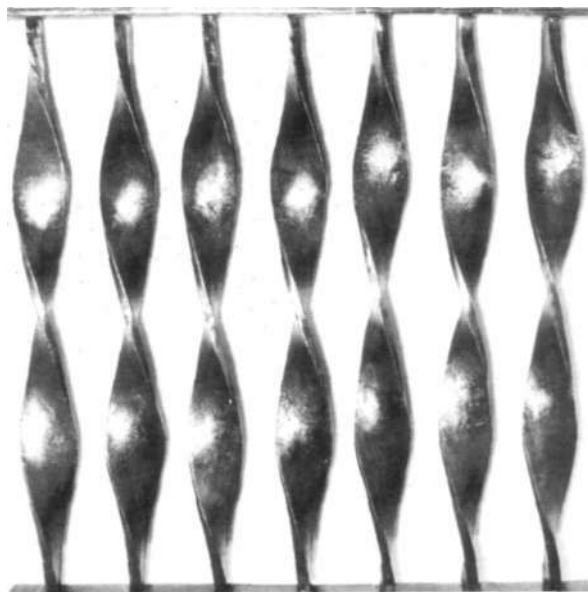
irányzatok értékeit is tükrözik. A 20. század végére felnőtt vasműves nemzedék megértette, hogy az eklektizáló formanyelv mosolyt kelt az úrhajók és a műholdak világában. Napjainkban ugyan még kevés a közelmúltvaló rálátás, egyértelmű azonban, hogy nem a barokkban látják a művészi kovácsolás abszolút stílusát. Kovácsaink a régi korok formáival szakítva az új irány szolgálataiba szegülnek, műveik vonalrajzai metszően tiszta, logikus világossággal érvényesülnek. Am alkotóelemeiket csak megközelítőleg lehet morfológiai határok közé szorítani, ugyanis a görbék, ellengörbék, a spirál, az egyenes és az ezekből alkotott szögek sora, a félgömb, a gömbszelet, a kör, az ovális, az ívek, a hajlatok, a domború és a konkáv alakzatok egyaránt megjelennek, és ezek minden különbözőségük ellenére azonos princípiumon nyugszanak"[13].

A mai törekvéseket tehát - nem elvetve a gépi megmunkálás nyújtotta

előnyöket - a hagyományos tűzi kovácsolással formált, a kézi munka hitelével anyagszerűen megmunkált, a vasnak a monumentális prioritását hangsúlyozó, művészi alkotások jellemzik.

Kapuk

Az építészettel összefüggő kovácsműves alkotások közül kiemelt szerepe van a *kapuknak* és a hozzájuk tartozó *kerítéseknek*. A kapuknak az épülettel harmonizálni, stílusához alkalmazkodni kell. Sok hazai és külföldi kovács éppen az általa magas színvonalon kivitelezett ilyen témájú alkotásával vált ismertté. Méretük elérheti az 5-6 m-es szélességet és a 3-4 m-es magasságot. Szerkezeti felépítésük évszázadok alatt alakult ki, amely a keretes-pálcás rendszer



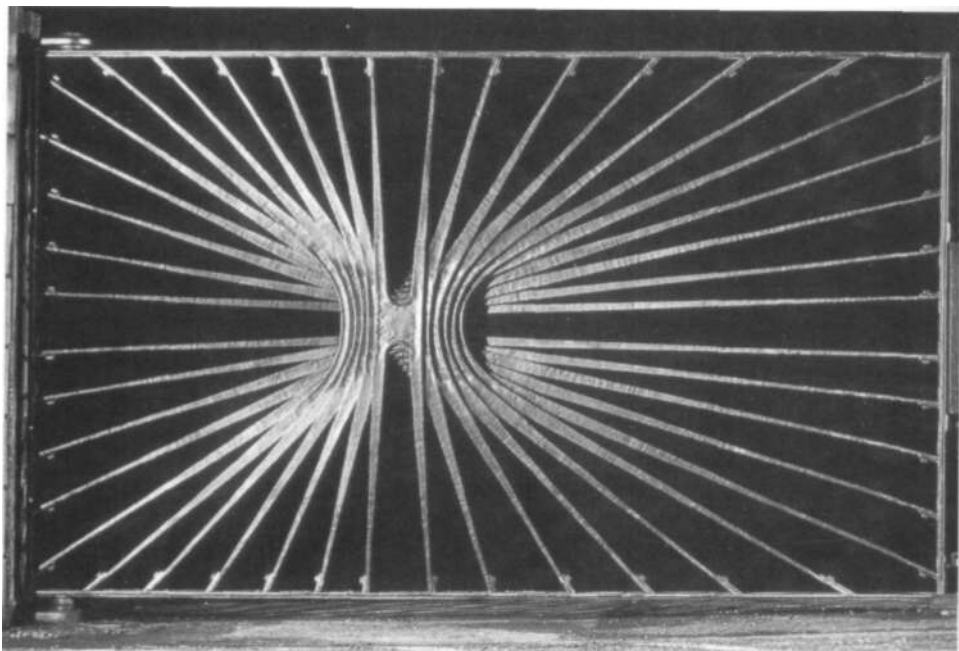
*7.6. ábra. Csavart pálcákból készült rács.
Fritz Kühn munkája, 1967*

jellemez. Ez esetben a teherviselést a keret végzi, a pálcáknak csak merevítő és kitöltő szerepük van, illetve a közbenső erőket adják át a keretre. A keret nélküli megoldásoknál a felület maga a teherhordó, ezért a pántoknál, támaszoknál, záraknál fellépő koncentrált erők bevezetéséről gondoskodni kell. Nagyobb méretű kapukat statikailag méretezni kell, hogy az oldalirányú lengéseket, a megengedett meghaladó függőleges és vízszintes elmozdulásokat el lehessen kerülni. A pántoknál a beállítási lehetőséget, a biztonságos zárást és esetenként a gépi működtetést biztosítani kell. A mai kapuk jellemzője az egyszerű, konstruktív megoldások alkalmazása, a sima, de erőteljes elemek kidomborítása, a kovácsolási technológia alkalmazásának őszinte bemutatása.

Ilyen konstruktív megoldás látható a 7.7. ábrán, ahol a 3^x2 m-es, hat darab kapuból egy részt mutat a kép. A felületet egyetlen, a művész által alkotott andráskeresztre emlékeztető mintával töltötte ki. A fölül is, alul is kétszer hat-hat lapos elemi a központból sugarasan szétterjednek, miközben a tengelyük körül megfordulva élükkel felénk irányulnak. A konstrukció saját magát merevíti a kapu síkjában.

A díszítések nélküli, felül ívesen kialakított, középpüti kötegbe, alul lépcsősen összefutó, az erővonalak mentén elhelyezkedő pálcák vonala alkotja a kapu szerkezetét. Az egyedi zárkialakítás igen hangsúlyos, ez biztonságot, erőt sugároz, mives kivitele pedig a régmúlt emlékeit idézi mai megfogalmazásban. A pálcák a zárat körbefonják, majd folytatják útjukat a kapu aljáig, ahol ismét kötegbe sűrűsödve támasztják meg a kapu felső részét függőleges csapjukon keresztül (7.8. ábra). Az erővonalak ilyen módon történő ábrázolását - mint formai kincset - az alkotó Magyarországon először alkalmazta. Az irányzatnak számos követője van.

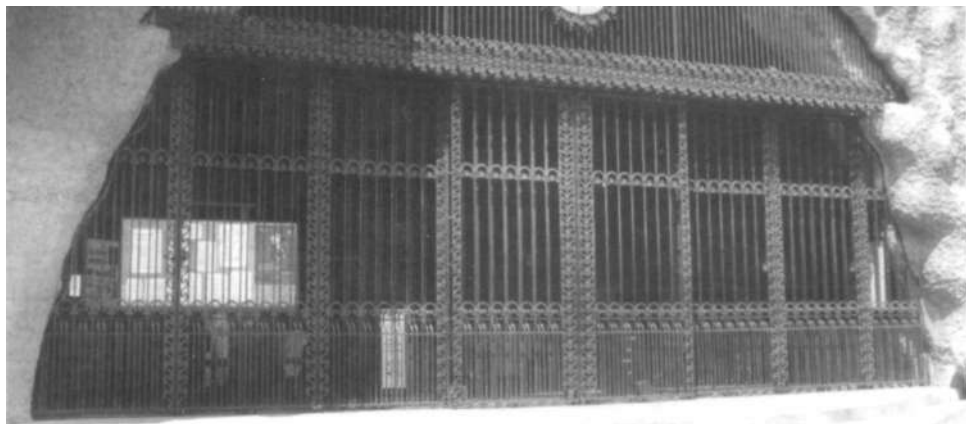
Ismert mondás, hogy a lényeg a részletekben rejlik. Ezt igazolja a gellérthegyi Sziklaköpolna ajtajának részlete (7.9 a-b ábra). A fegyelmezett pálcakiosztás a hagyományok



7.7. ábra. A veszprémi temető főkapuja. Készítette: Lehoczky János, 1985



7.8. ábra. Bejárati kapu, Érdliget, Alsóvölgyi u. 8. Készítette: Seregi György, 1985

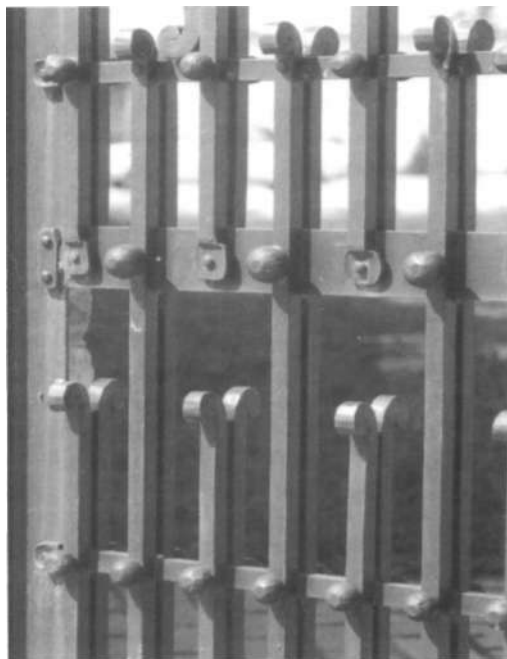


7.9a ábra. A budapesti Sziklakápolna kapuzata. Pölöskei József alkotása, 1991

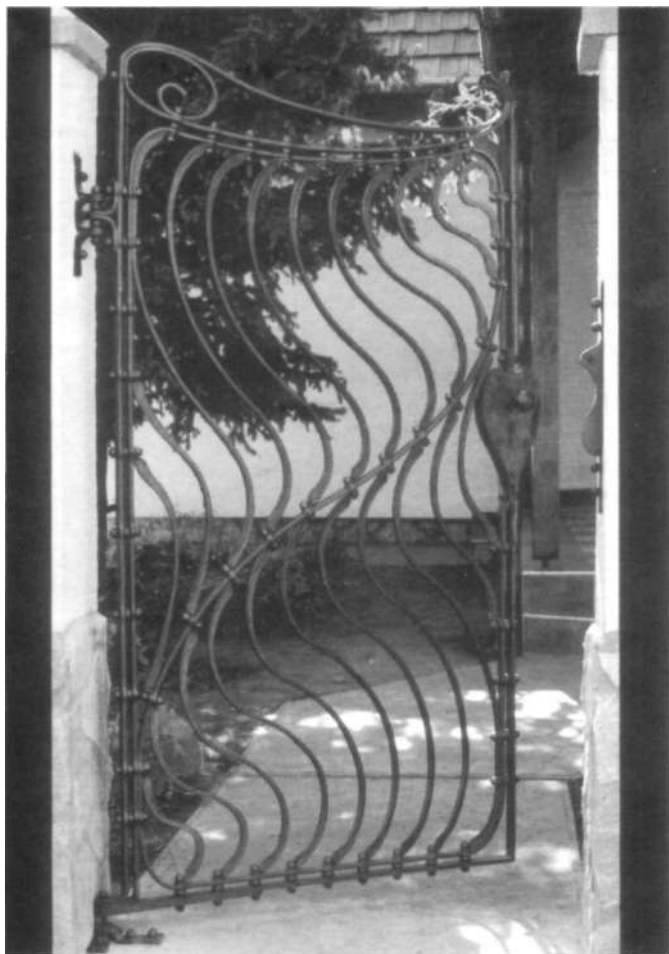
őrzését, azok megkomponálása a modern stílus említett jegyeit hordozza. A díszítéseket a függőleges elemek végének zárt csigavonalban történő kovácsolásával, illetve rusztikus gömbökkel történő felfogásával oldotta meg készítője.

Igen mozgalmas vonalvezetésű, modern és neoszeccsessziós jegyeket hordozó kapu látható a 7.70. ábrán, amely a legfiatalabb kovácssgenerációhoz tartozó mester műve. A díszítést és a merevítést egyaránt szolgálják azok az S alakban futó pálcák, amelyek még keresztmetszetükben is változnak, hol szélekednek, hol keskenyednek, és ezzel kiemelik az ívek futását. Kapcsolatuk az átlóban futó, szintén S alakú merevítőhöz egyéni, szellemes megoldással történt.

Tömör ajtókat akkor készítenek, ha a betekintést teljes mértékben meg kívánják akadályozni. Eredetileg a középkorban készültek tömör vasajtók,



7.9b ábra. A Sziklakápolna kapuzatának részlete



7.70a ábra. Családi ház bejárati kapuja, Göd, Család u.
(1 x 2,6 m). Készítette: Nagy Péter, 2002



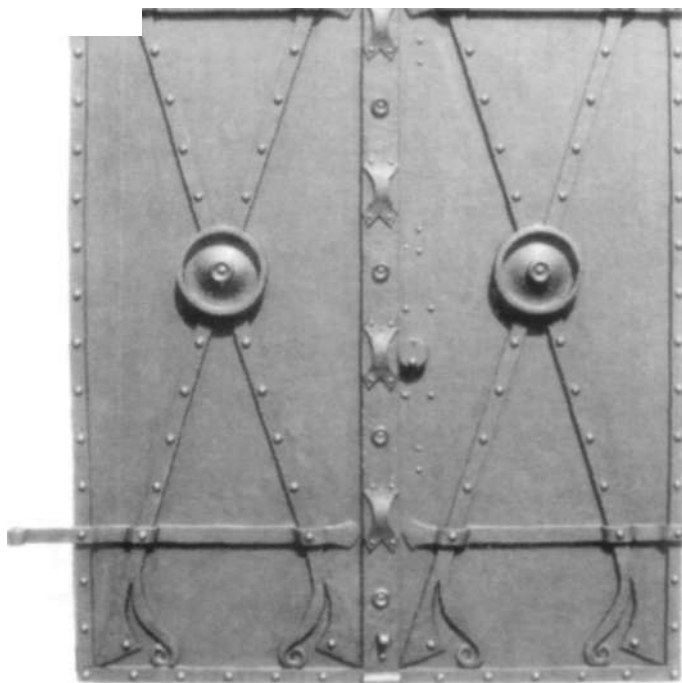
7.10b ábra. A bejárati kapu részlete

amiket a román korban főleg erősen megvasalt fából készítettek. Ennek korszerű, a mai időkben is elfogadható megkomponálása látható a 7.11. ábrán. Itt az átlós merevítések és azok hasított végeinek kialakítása, valamint a középső hangsúlyos tárcsák műves kivitele töri meg a tömör lemez egyhangúságát. A szegecselt kötősmód is díszíti a kaput.

Egy klasszikus kovácsolási technológiával kialakított motívumra mint alapelemre épül fel a 7.12. ábrán lévő szentélykapu. A kétirányú hasítással készült térbeli „csillag-elem”, amely íves száraival négyirányú csatlakozást tesz lehetővé, adja a konstrukció felépítését. Ehhez csatlakoznak a különböző hosszúságú pálcák, illetve csillagelemek. A felső pálcák a boltív vonalát követik. A szerkezet külön keretet nem igényel, mert a merevséget a térbeli elemek biztosítják.

Évek óta folyik az útkeresés a posztmodern épületekhez, főleg ilyen stílusú magán-villákhoz illő kovácsoltvas kapuk, kerítések, korlátok kialakítására. A kezdeményezések természetesen a szecesszió formavilágából is merítenek. Állásfoglalás nélkül bemuta-

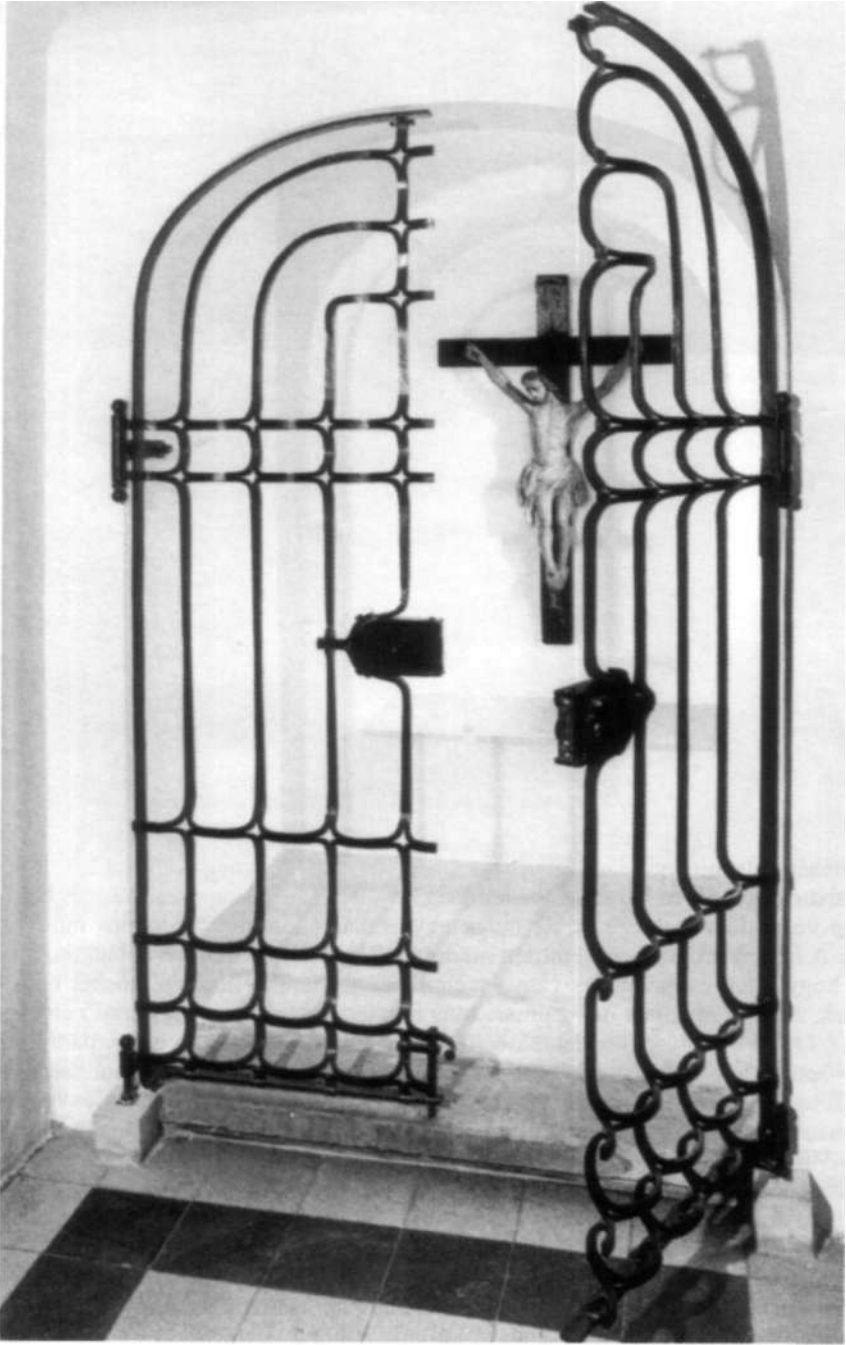
V ! \



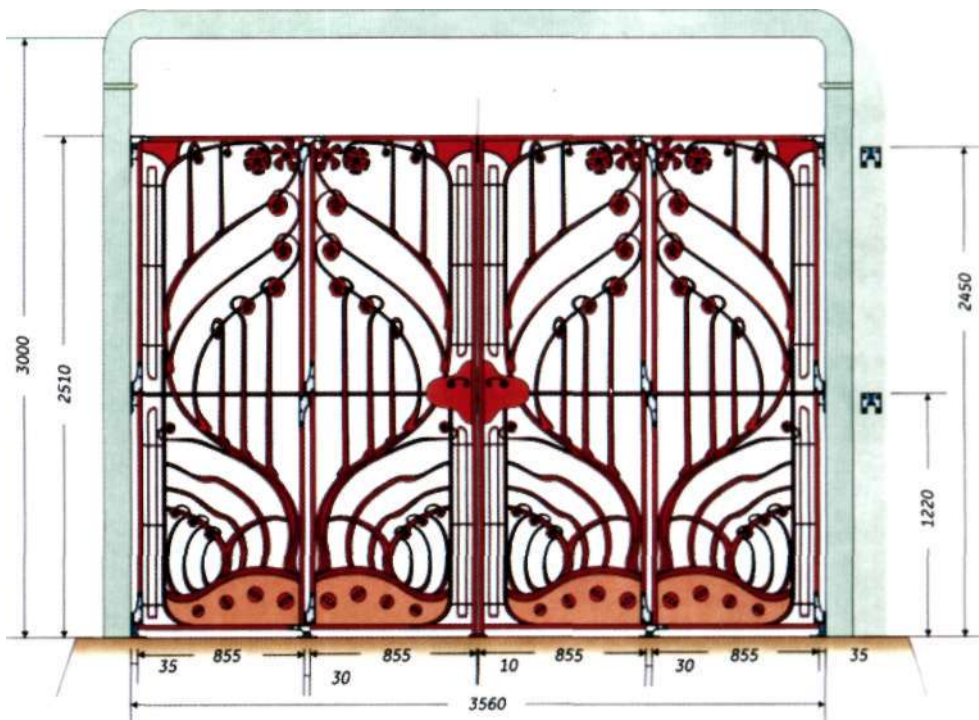
tünk néhány ilyen megoldást, hangsúlyozva az útkeresés, a megoldáskeresés kétségtelenül látható jeleit. Ilyen látható a 7.13. ábrán lévő kétszárnyú kapunál. Az íves, virágmin-tákban végződő vonalvezetés, az indák egymásba fonódása szecessziós motívumokat mutat. A fentiekben többször említett modern stílusjegyek legfeljebb abban mutatkoznak meg, hogy rátett csigavonalas vagy levélmintás neobarokk díszítőelemeket nem tartalmaznak. A kapu rajzolata mozgalmas. Más megfogalmazásban, de hasonló elveken alapul a 7.14. ábrán tervszinten látható két- és egyszárnyú kapu és kerítés, valamint a 7.15. ábrán bemutatott beépített erkélykorlát. Könnyen felismerhető, hogy mindhárom utóbbi alkotás ugyanazon műhelyből került ki. A 7.14. ábrán a visszatérő elemek és motívumok alkalmazása egységes kompozíciót eredményezett. Részben ebbe a kategóriába tartozik a 7.76. ábrán látható kapu is. Ennél a megoldásnál a készítője függőleges elemeket is belekomponált a művébe. Hogy ez mennyiben segítette elő egy egységes stílus kialakítását, az a szemlélő megítélésére van bízva.

Hangsúlyos, kovácsolt térbeli elemekkel kezdte és zárta vaskos kapujának függőleges alkotóit készítője (7.17. ábra). A függőleges elemek szintén átkovácsoltak, és így rusztikus hatást keltenek. A térbeli díszítőelemek sorozatos összekapcsolásával készült ugyanazon épületegyüttes térelválasztó korlátja is (7.18. ábra).

A 7.79. ábrán látható rácsajtó egyenes pálcák sorával képzett szigorú tagoltságát L alakú, de szárát befelé negyed körívesre hajlított vasakkal enyhítette, és kötegeléssel



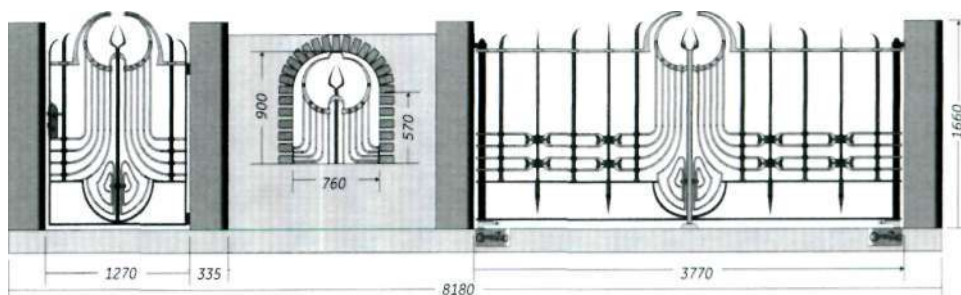
7.72. ábra. Szentélykapu, Budapest, Pannonhalmi Főapátság bencés tanulmányi háza.
Seregi György alkotása, 1993



7.73. ábra. Kétszárnyú kapu terve. Készítette: Molnár Rudolf, 2003

kapcsolta nemcsak a vertikális pálcákhoz, hanem az ellentétesen elhelyezett L alakú elemekhez is. Ezzel a kontraszttal teremt változatos konfigurációt, és meggyőző erővel bontakozik ki alkotójának sok variációban jelentkező erénye.

A budapesti Természettudományi Múzeum új bejáratának kapuját mutatja a 7.20 a-b ábra. Egy nagy testű élőlény bordáira utaló, különböző hosszúságú, átlós - változó szélességű és vastagságú, átkovácsolt - térbeli elemek alkotják a szerkezetet. Ezt a művet nem kell magyarázni, plasztikusan ábrázolja mondanivalóját.



7.14. ábra. Kétszárnyú kapu, kerítéselem és egyszárnyú személybejáratu terve. Készítette: Molnár Rudolf

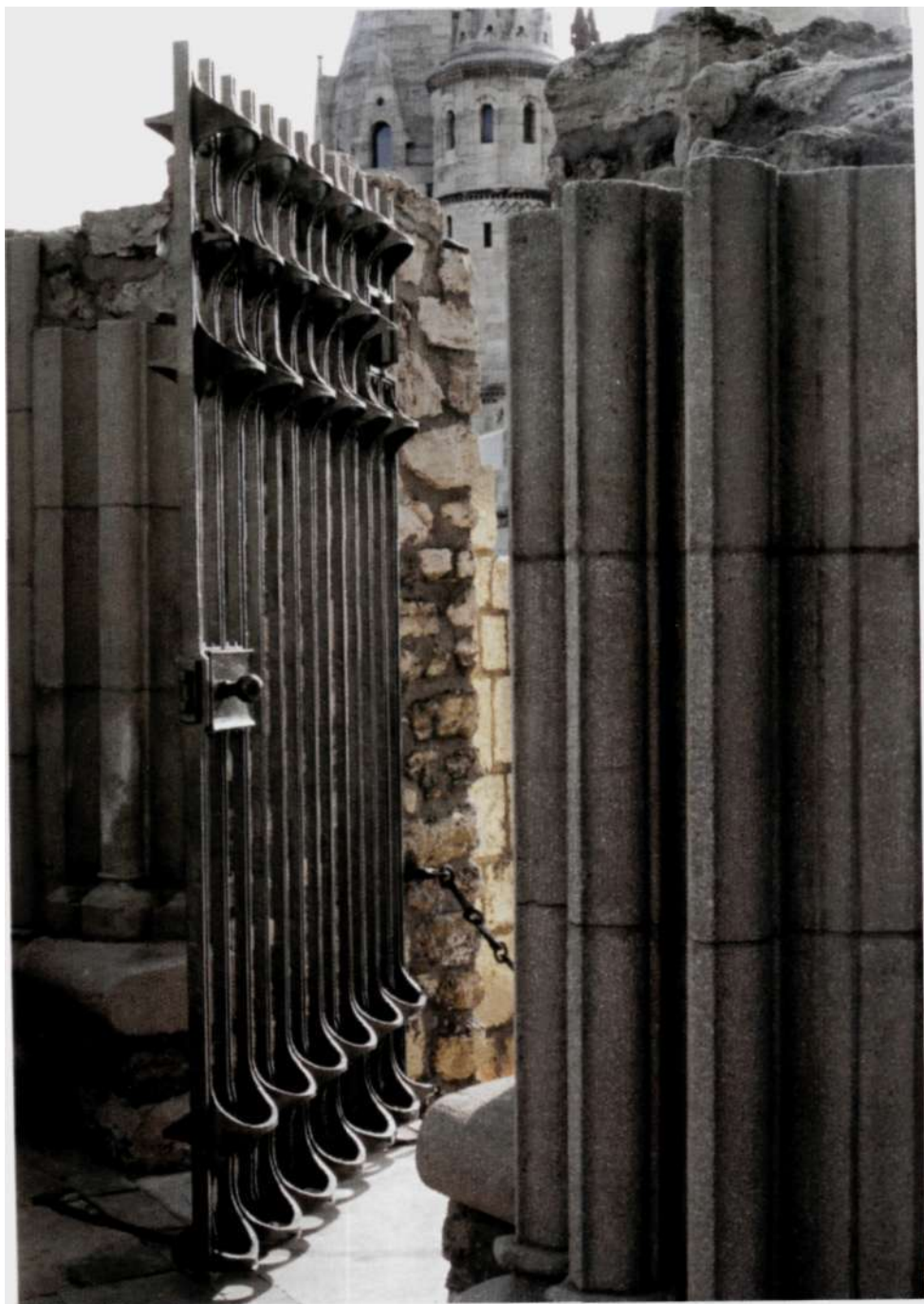
fi^ffi



7.75. ábra. Erkélykorlát. Készítette: Molnár Rudolf

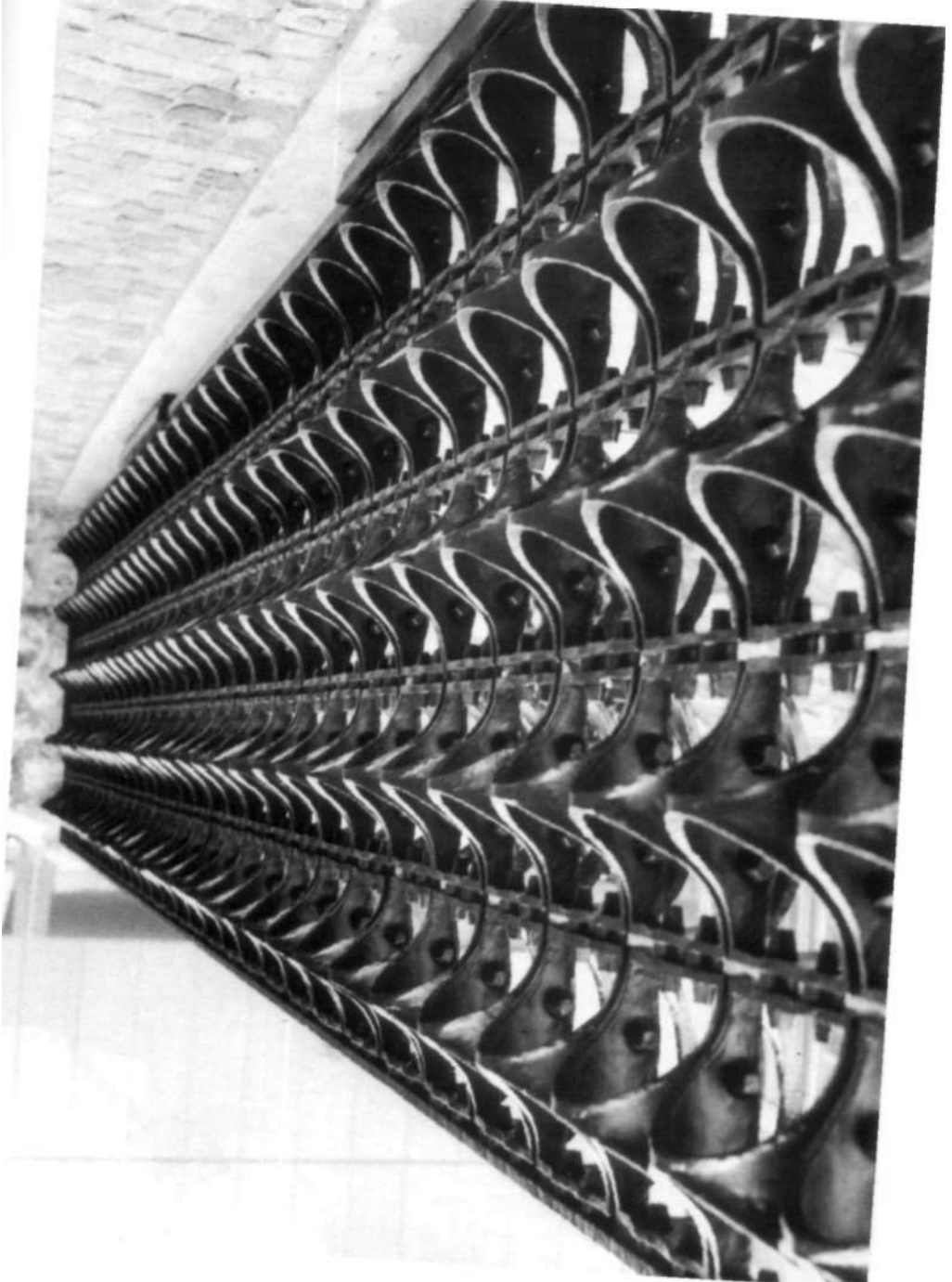


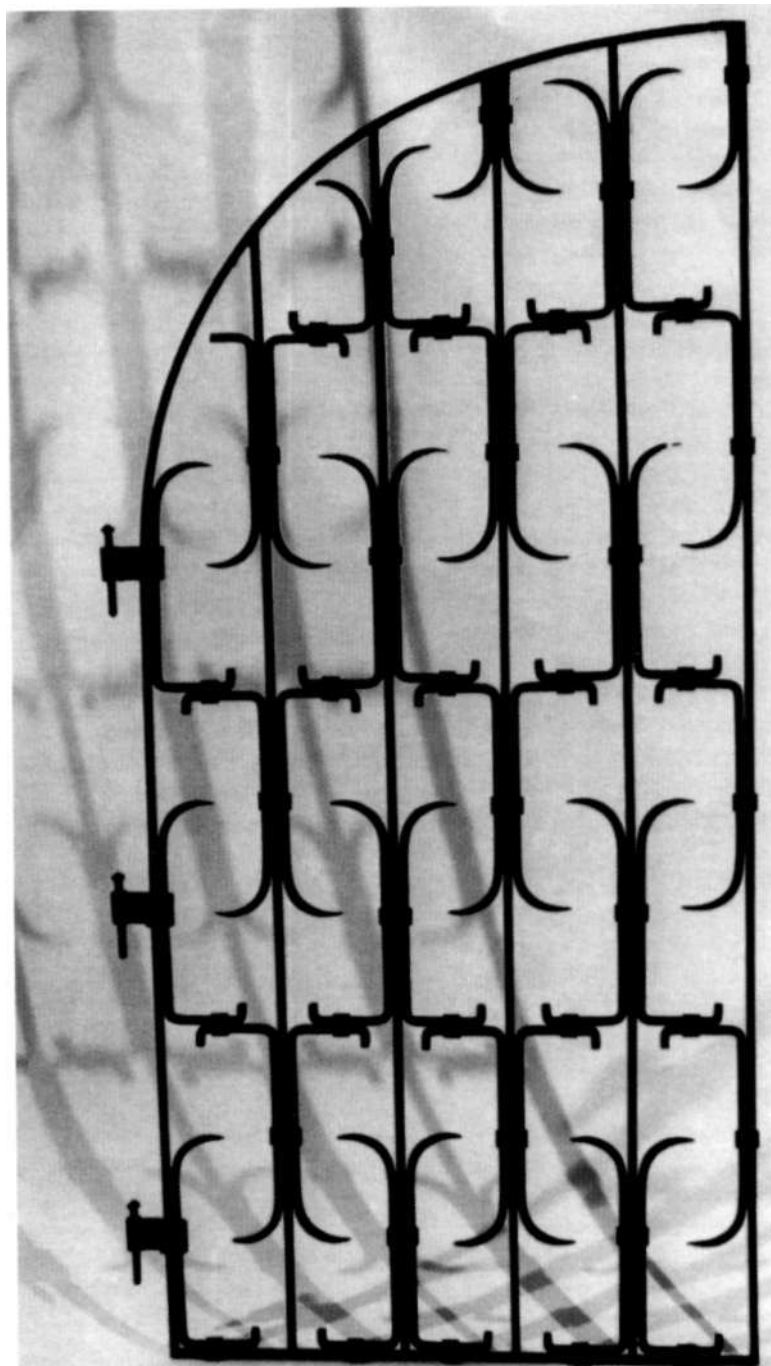
7.16. ábra. Kétszárnyú bejárati kapu. Készítette: Takács István



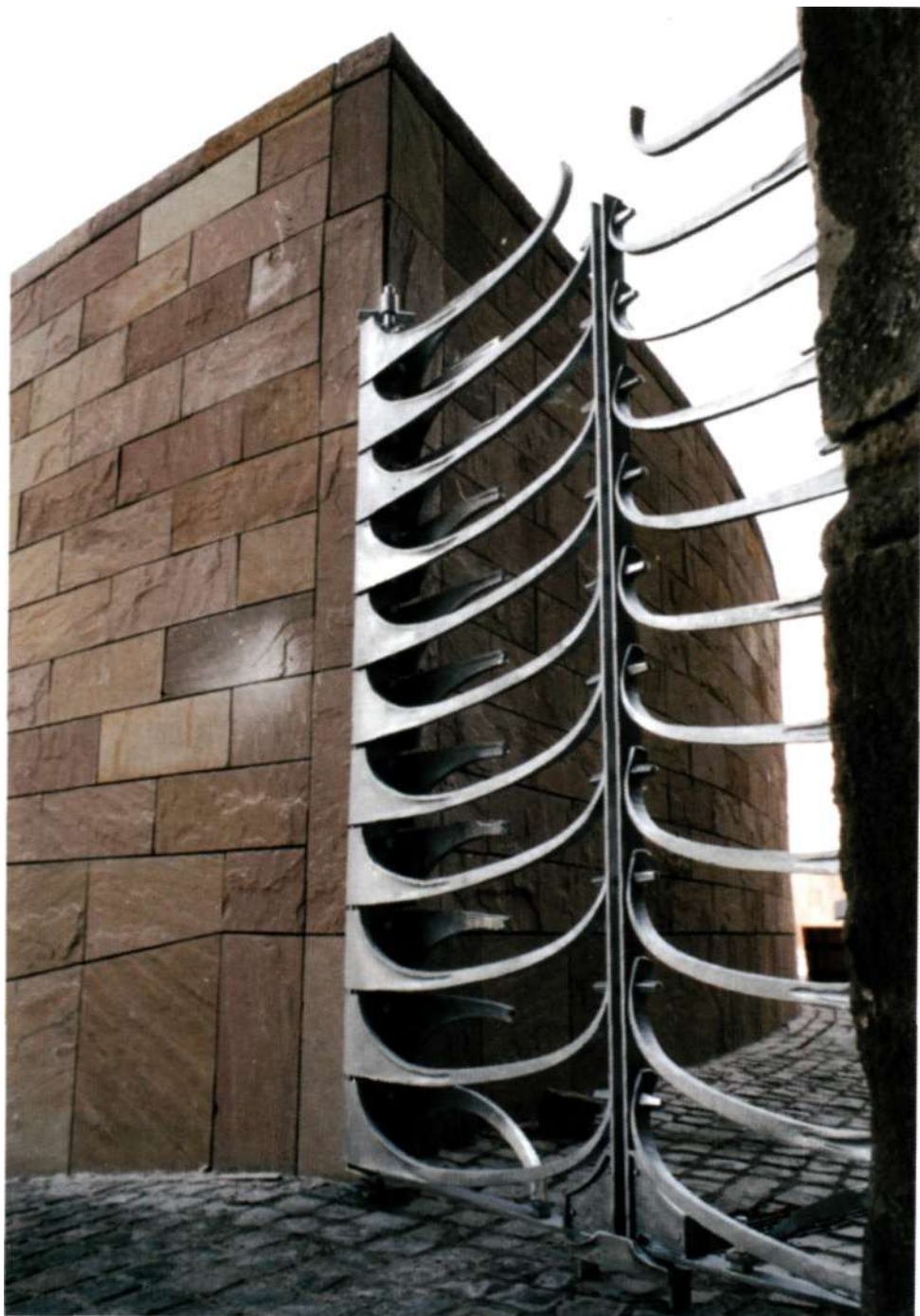
7.77. ábra. A Hilton Szálló kapuja, Budapest. 260 x160 cm. Készítette: Lehoczky János, 1990.
Fotó: Bujnovszky Tamás

- . - ^ .-.,,,, ^SKSSU.^, ,, U,H, ^ ^





7.19. ábra. Kaputanulmány. Készítette: Kovács József, 1980



7.20a ábra. A budapesti Természettudományi Múzeum kapuja. Készítette: Seregi György, 2004



7.20b ábra. A 7.20a ábra részlete

Korlátok, rácsok

A kapuknál kifejtett stílusjegyeket az alkotók a *korlátok, rácsok* esetében is alkalmazzák. Megkülönböztetnek az épület homlokzatán megjelenő, külső elhelyezésű és a belső térben elhelyezett szerkezeteket. Az előbbieknél az épület stílusához, az utóbbiaknak a belső építészeti elképzelésekhez kell igazodniuk. Különösen a homlokzaton megjelenő alkotások lehetnek az épület díszei, ékszerei, ha azok művészi kivitelűek. A külső térben lévő korlátokat, rácsokat az 5. fejezetben leírt, fokozott korrózió elleni védelemmel kell ellátni.

A korlátok tartóoszlopai 0,9-1,0 m magasak, osztástávolságuk 1,5-2,0 m. A pálcák távolsága 150 mm-nél nagyobb nem lehet. Erkélykorlátok esetében ez az érték legfeljebb 120 mm. A korlátokat szilárdságilag méretezni szükséges. Középületeknél a tömegek által okozható terhelést kell figyelembe venni.

Modern stílustörekvések láthatók a 7.27. *ábra* megoldásán. A pálcák változó keresztmetszetével, valamint egyetlen díszítőelem beiktatásával készítette el alkotását szerzője. *Lépcsőkorlátot* ábrázol a 7.22. *ábra*. Az ívek kialakítása neogótikus jellegű ellenére mai gondolatvilágot tükröz, egyszerű, nyugodt vonalai illenek a fehérre meszelt lépcsőházi falakhoz.

Előtétővel védett bejárati ajtót és hozzávezető *íves lépcsőkorlátot* mutat a 7.23. *ábra*. A más és más rendeltetésű szerkezet - azonos stílusa folytán - harmonikus egységben jelenik meg a homlokzaton.

A kapuknál már említett neoszeccsessziós útkeresést fedezhetjük fel a 7.24-7.26. *ábrákon*, a belső téri lépcső, illetve térelválasztó korlátain. A 7.25. *ábra* motívumait alkalmazta szerzője a 7.27. *ábrán* lévő *erkélykorlátján* is. Így a kül- és beltéri korlátokat egységes stílusban jeleníti meg.

Vérbeli kovácsoltvas technológiával készült és a kézi munka jegyeit egyszerűségében is jól bemutató modern *ablakrácsot* ábrázol a 7.28. *ábrán* látható alkotás. Az egymást



7.21. ábra. Belső téri korlát. Készítette: Szombathy Gábor, 2003

keresztező elemek bújtatással történő kapcsolata, valamint a vertikális pálcák végkiképzése a kovácművesség ősi hagyományait mutatja meg mai megfogalmazásban. Ablakrácsstanulmányt mutat a 7.29. ábra, amely a 7.12. ábrán már ismertetett - hasítással készült - csillagelemek összekapcsolt sorozatából tevődik össze. Térbeli szerkezete és az ebből adódó árnyékhatások adják a rácsnak az egyszerű, de mégis plasztikus rajzolatot.

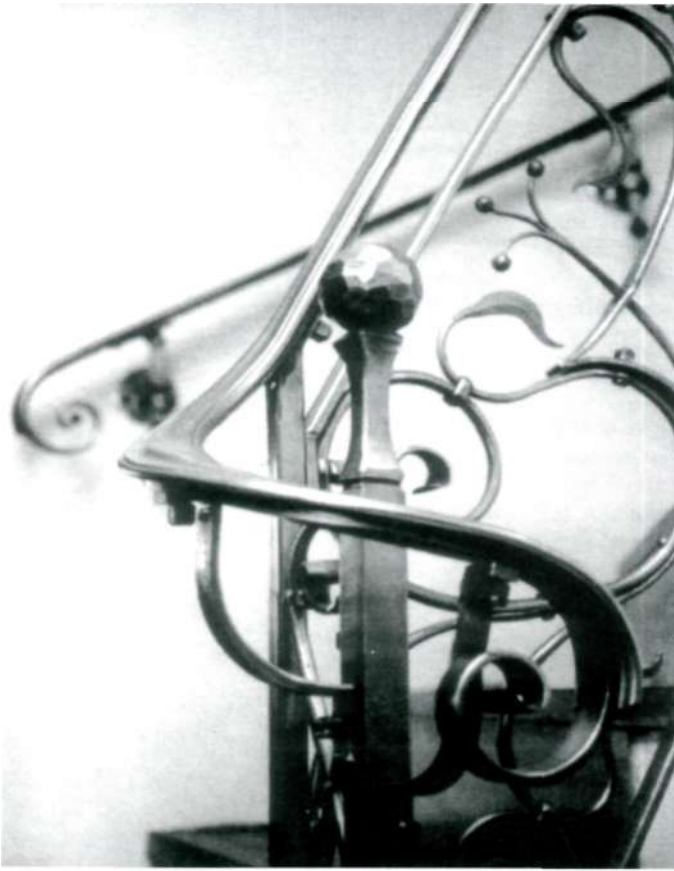
Rácsrészletet ábrázol a 7.30. ábrán látható, mívesen megmunkált alkotás. A rács szerencsésen kombinálja a hagyományos kovácsolt elemeket a mai leegyszerűsített formákkal és kivitelével. A kötegek összefogása egyedí, szellemesen megoldott elemmel történt.



7.22. Belső lépcsőkörlát. Készítette: Takács Zoltán



7.23. ábra. Kovácsoltvas előtető és lépcsőkoriát, Miskolc. Készítette: Seregi György, 1998



7.24. ábra. Lépcsőkorlát végkialakítása. Készítette: Molnár József



7.25. ábra.
Beltéri, vízszintes
térrelválasztó korlát.
Készítette:
Molnár Péter

7.26. ábra.
Beltéri lépcsőkoriát.
Készítette: Seregi György,
1997

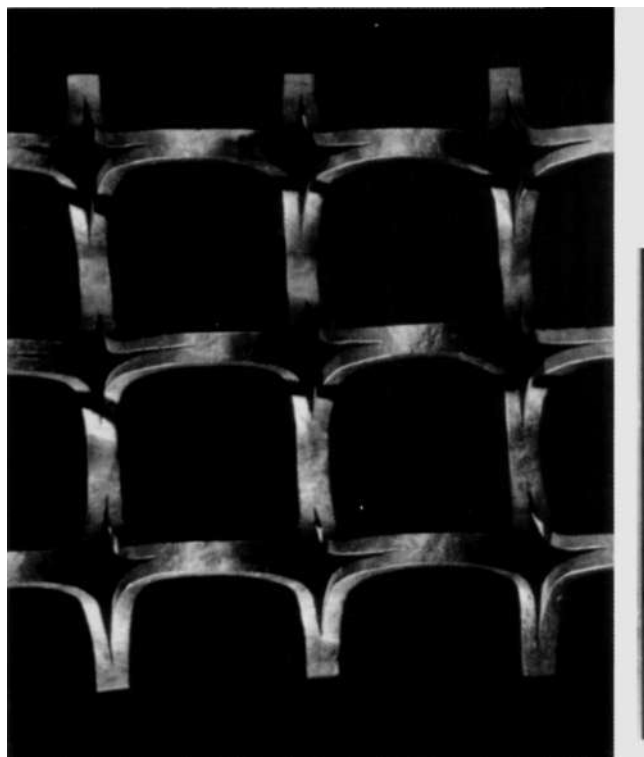


7.27. ábra. Erkélykoriát. Ké-
szítette: Molnár Péter

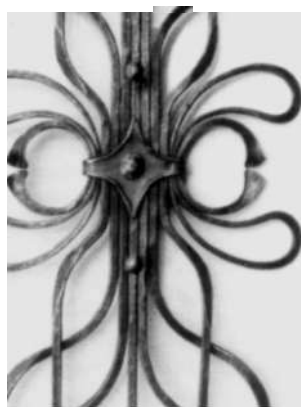




7.28. ábra. Ablakrács, Mosonmagyaróvár, magánház. Készítette: Seregi György



7.29. ábra. Ablakrács, tanulmány. Készítette: Seregi György



7.30. ábra. Rácsrészlet.
Készítette: Fülöp Tibor

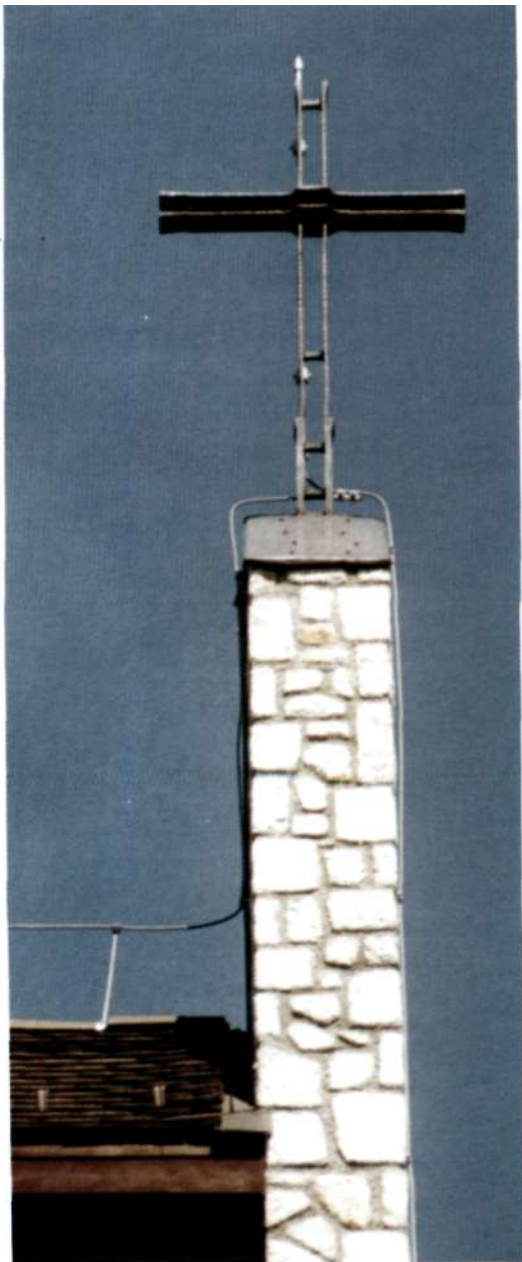
7.2. Egyéb alkotások



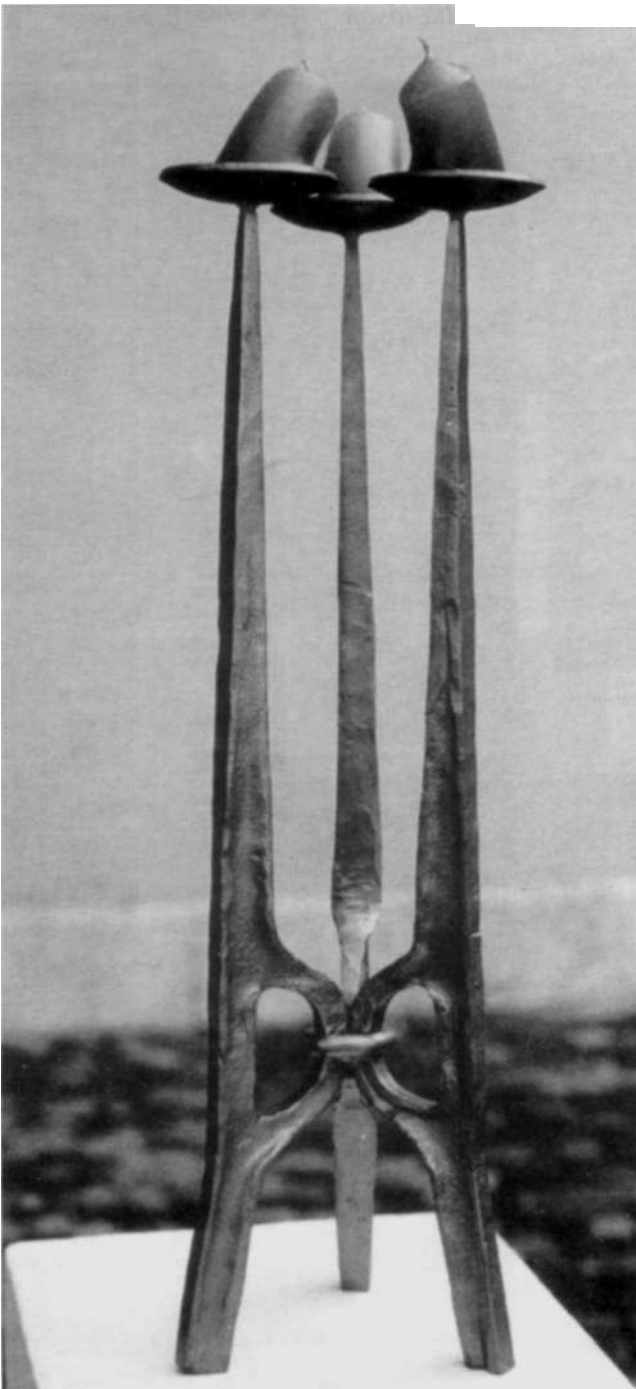
7.31. ábra. Kilincs. Szombathy Gábor alkotása



7.32. ábra. Kilincs. Fülöp Tibor alkotása



7.33. ábra. Kovácsoltvas kereszt a ciszterci nővérek kismarosai monostorán.
Készítette: Seregi György, 1998



7.34. ábra. Gyertyatartó. Pillér György alkotása

Az építészethez kapcsolódóan kovácsoltvasból készítenek *kandelábereket, díszkutakat, cégéereket, különbözőféle feliratokat, külső udvari és bejárati lámpatesteket*. Ezek az alkotások a túldíszített barokkos megfogalmazás helyett összefogottak, szűkszavúak, anyagszerűek és lényegre törőek. A *kilincsek* egyszerű, de célszerű formákká egyszerűsödnek (7.31-7.32. ábra). A 7.33. ábrán látható kereszt is ezt a formavilágot testesíti meg. A fekete kovácsoltvas kereszt a fehér terméskőből készült templomtorony tetjén erős kontrasztjával hangsúlyossá válik.

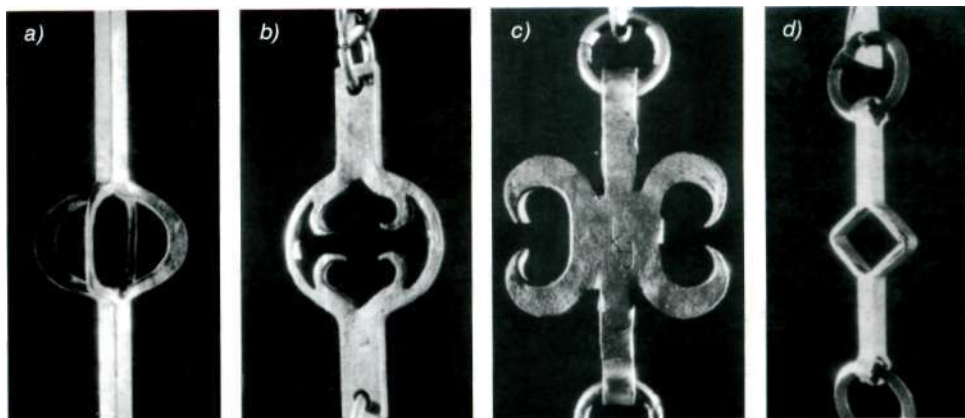
A berendezési tárgyak között említhetők a *gyertyatartók* (7.34. ábra), a *kandallókészletek*, a *kandallóajtók*. Kandallóajtó látható a 7.35. ábrán, ahol a mester magyaros motívumokkal, indás levélfüzérekkel oldotta meg a felület kitöltését.

A kovácsművesség évezredek hagyományait ápolják azok a mesterek, akik a láncokat kézi megmunkálással készítik el, megtörve a gyári munka egyhangúságát, ipari jellegét. Ilyen a „Láncszemek” c. munka (7.36 a-d ábra), amelyen szinte tanulmányozni lehet a kovácsolás alpműveleteit. Modern megfogalmazású alkotás ebben a témakörben a 7.37. ábrán látható lánc.

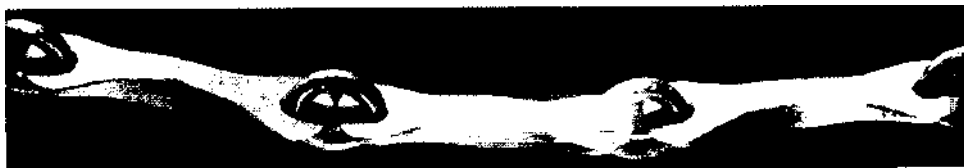
A napjainkban készített kovácsoltvas *bútorok*

asras

7.35. Kandallóajtó. Takács István alkotása



7.36. ábra. „Láncszemek”. Kovács József alkotása, 1980



7.37. ábra. Lánc. Kovács László Putu alkotása

'4á

jgl s !§?!#
' -"ifi7

7.38. ábra. Kovácsoltvas ágy. Készítette: Molnár József



7.39. ábra. Kovácsoltvas szék.
Készítette: Seregi György, 2002

közül bemutatunk egy *ágyat* (7.38. ábra), amelynél a szecessziós stílusjegyek a jellemzőek és egy *széket*, ahol az anyagszerűség, az egyszerűség dominál (7.39. ábra). Ki-ki ízlése, belsőépítészeti elképzelése szerint rendezheti be lakását.

Vannak továbbá *csillárok*, *állólámpák*, *falikarok*, *belső térelválasztó rácsok* kovácsoltvasból igen széles választékban, művészi és tömeggyártásra jellemző gépi kivitelben. Ez utóbbiak melegmunkálás nélkül, sokszor beton gömbvasból készülnek, amit már nem tekinthetünk kovácművességnek.

7.3. *Aplasztika műfaja a kovácsoltvas-művességben*



7.40. ábra. A kovács szobra Håvard Bergland könyvében



7.41. ábra. „Párduc”. Készítette: Helfstyn, 1997



7.42. ábra. „Lófej”. Készítette: Seregi György, 2003



7.43. ábra. „Kezedbe tettük sorsunkat” c. kisplasztika (24 cm). Készítette: Fülöp Tibor



7.44. ábra. „Termés” c. alkotás (mérete kb. 1,2 m). Készítette: Seregi György, 1955

A korábbi történelmi korszakokban is készítettek a mesterek szobrokat, kisplasztikái alkotásokat kovácsolással. Itt sokszor a durva kovácsolás után a vas faragásával, vésésével, glavírozásával finomították műveiket. A mai kovácsok is szívesen próbára teszik adottságaikat a kisplasztika területén. Ezek művészi értékének méltatása, rangsorolása nem jelen könyv szerzőinek feladata. Itt a teljesség igénye nélkül, csak néhány alkotást felvillantva bemutatjuk, hogy túzi kovácsolással is lehet kifejező, lényegre törő, esetenként képzőművészeti színvonalra emelkedő alkotást létrehozni.

Nehezen képzelhető el a 7.40. ábrán látható kovácmesterről, kezében a nagykalapáccsal, hogy miként tudná megalkotni az alábbiakban bemutatott kisplasztikákat. Pedig a kivételes képességűek - ha kisebb kalapáccsal is - megteszik, saját örömeikre és mindnyájunk csodálatára.

Kedvenc témaköre ezeknek az alkotásoknak az állatfigurák ábrázolása. Ilyen a „Párdúc” c. munka, amelynél a nagymacska lopakodó mozgása jól érzékelhető (7.41. ábra). A rúdanyagból és lemezből kovácsolt alkotásnál a farokban végződő gerinc hullámzása kelti életre ezt a jellemző mozgást.

Rozsdamentes acélból készült kovácsolással a 7.42. ábrán lévő „Lófej” c. kispasztika. Ennél a fej csontvázából és izomzatából épül fel az alkotás, amelyet az élénk szem és a jellegzetesen hátravetett fül kelt életre. A tátott szájából szinte hallható kétségbeesett nyerítés fokozza a szemléltetőben keletkező élmény hatását.

A „Kezedbe tettük sorsunkat”c. alkotás Máriát, a „ Magyarok Nagyszasszonyát” ábrázolja koronával a kezében. A lemezből kovácsolt palást összefogja a szolid magabiztos-ságot sugárzó női alakot (7.43. ábra).

A „Termés” c. művet jellegzetes kovácsolási technológiával készítette alkotója. A szimbolikus növény természetét többszöri hasítással és hajlítottal kialakított acél védőabroncsok védik. A felső figurális rész 1,2 m magas, lyukasztásokkal díszített kovácsoltvas oszlopon nyugszik (7.44. ábra).

Irodalom

- [1] *Seregi György — ifj. Seregi György: Iparművészet 1100 fokon. Kovácsolás a mai Magyarországon.* Terc Kiadó, Budapest, 2002.
 - [2] *Latinak István: Kovácsolás.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
 - [3] *Lázár Antal: Munkahelyek építésze.* B+V Lap- és Könyvkiadó Kft., 2000.
 - [4] *Sárádi Kálmán: Művészi kovácsolás.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
 - [5] *Kurucz Imre - Terény Aladár: Kovácsológépek, kalapácsok.* Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1967.
 - [6] *Hávard Bergland: Kunsten á (Teknikk og tradisjon) smi,* Gyldendal Norsks Forlag; AS 2000 Norskog.
 - [7] *Kunst der Gestaltung bei Fritz Kühn.* 1967 by Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf.
 - [8] *Hegesztógépek.* ESAB Kft., 2002.
 - [9] *Pallai Sándor: Fémízümmű.* 2. kiadás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1976.
 - [10] *Orgován László: Felületvédelmi zsebkönyv.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
 - [11] *Bieber Károly: Kovácsművészet.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
 - [12] *Fritz Kühn - E. Schlidler - M. L. Di Michiel: Gittertüren, Gittertore.* Verlag KG Lübeck, 1967.
 - [13] *Pereháy Károly: A kovácsoltvas-művészegről... Öntödei Múzeumi Füzetek 6.* Budapest, 2000.
 - [14] *Pereháy Károly: Kovács József.* Körmendi Galéria, Budapest, 1997.
 - [15] *Dr. Seregi György: Acél épületszerkezetek.* Gyorsjelentés Kiadó, Budapest, 1995.
 - [16] *Ernyei Gyula: Seregi György kovács.* Magyar Iparművészet, 1994/1.
 - [17] *Pereháy Károly: Stílus és technika a kovácsoltvas-művészségben.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
 - [18] *Pereháy Károly: Az európai kovácsoltvas-művészség története.* Képzőművészeti Kiadó, Budapest, 1984.
 - [19] *Hoppal Mihály: Sámánok. Lelkek és jelképek.* Helikon Kiadó, Budapest, 1994.
 - [20] *Henri Focillon: A nyugati művészet.* Gondolat, Budapest, 1982.
 - [21] *Szentkirályi Zoltán: Barokk (Az építészet története. Újkor)* Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
 - [22] *Budapest. Építészeti részletek.* Szerk.: Lőrinczi Zsuzsa. 6 B Építészet Bt., Budapest, 1999.
 - [23] *Fridolin Wolf: Kunstschiedepaxis.* C. Coleman. Buch- und Zeitschriften-Verlag Kg., Lübeck, 1974.
 - [24] *J. Julier: Schmiedeeisen.* München, Schuler Verlagsgesellschaft mbH, 1973.
 - [25] *O. Kastner: Schmiedehandwerk im Barock.* Linz/Donau, Verlag J. Wimmer, 1971.
- A 4. fejezet rajzos ábrái a [2], [4], [6] irodalom felhasználásával készültek.