

Történeti anyagtan

Örökségvédelem

VIII. Fémek

Vas

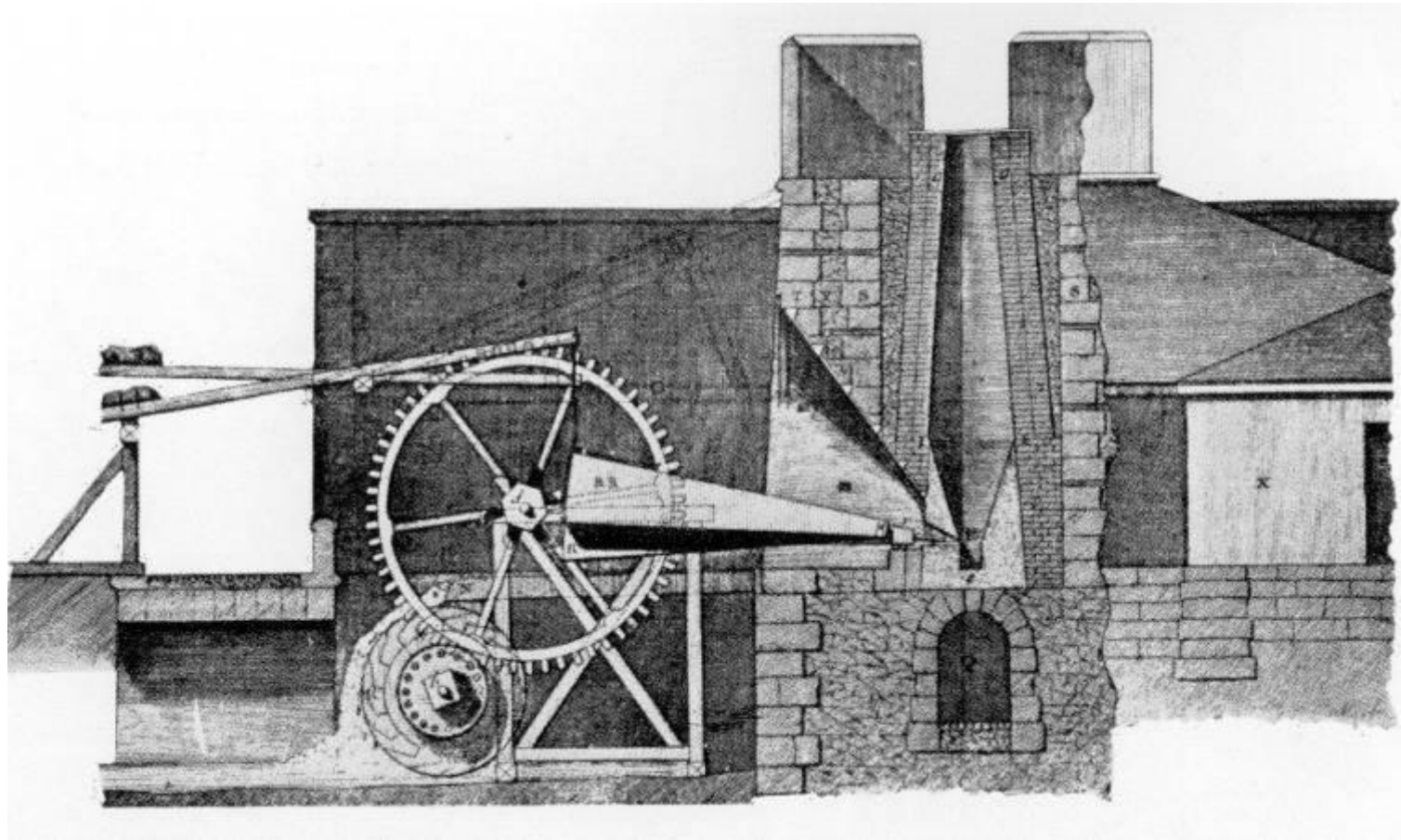
Az építés legfontosabb féme – az utóbbi évezredben – a **vas** (Fe).

A kémiailag tiszta vas ezüstös színű, aránylag puha és könnyen alakítható fém.

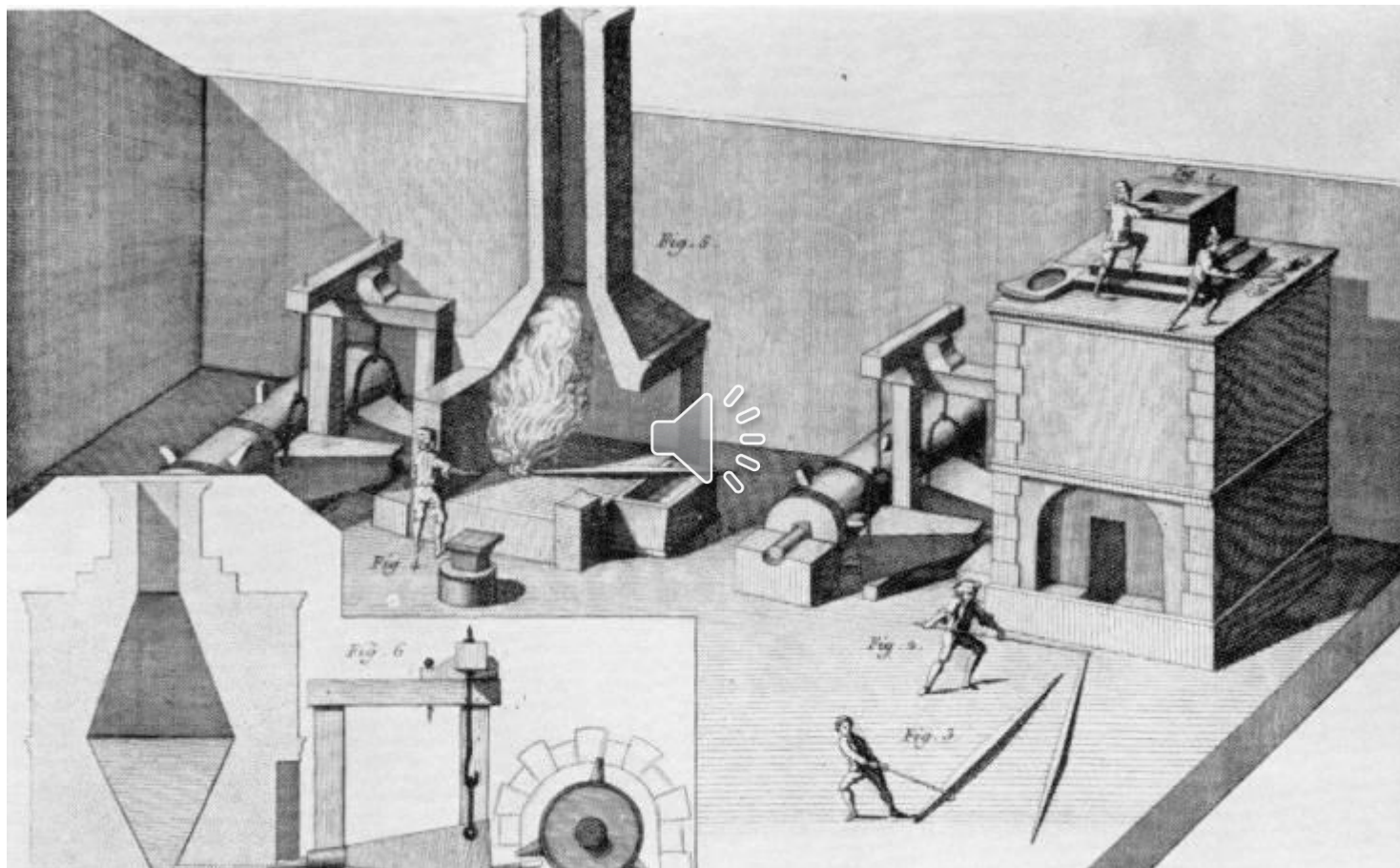
Ritkán elemi állapotban is előfordul, általánosan

- magnetitből (mágnesvas, Fe_3O_4),
- haematitből (vörösvaskő, Fe_2O_3),
- limonitből (barnakő, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$),
- szideritből (vaspát, FeCO_3),
- piritből (Fe_2S)

nyerik.



A vasgyártás lassú fejlődése... a levegőbefúvás.



A vasgyártás lassú fejlődése... kovácműhely.

A vasgyártás fejlődése...

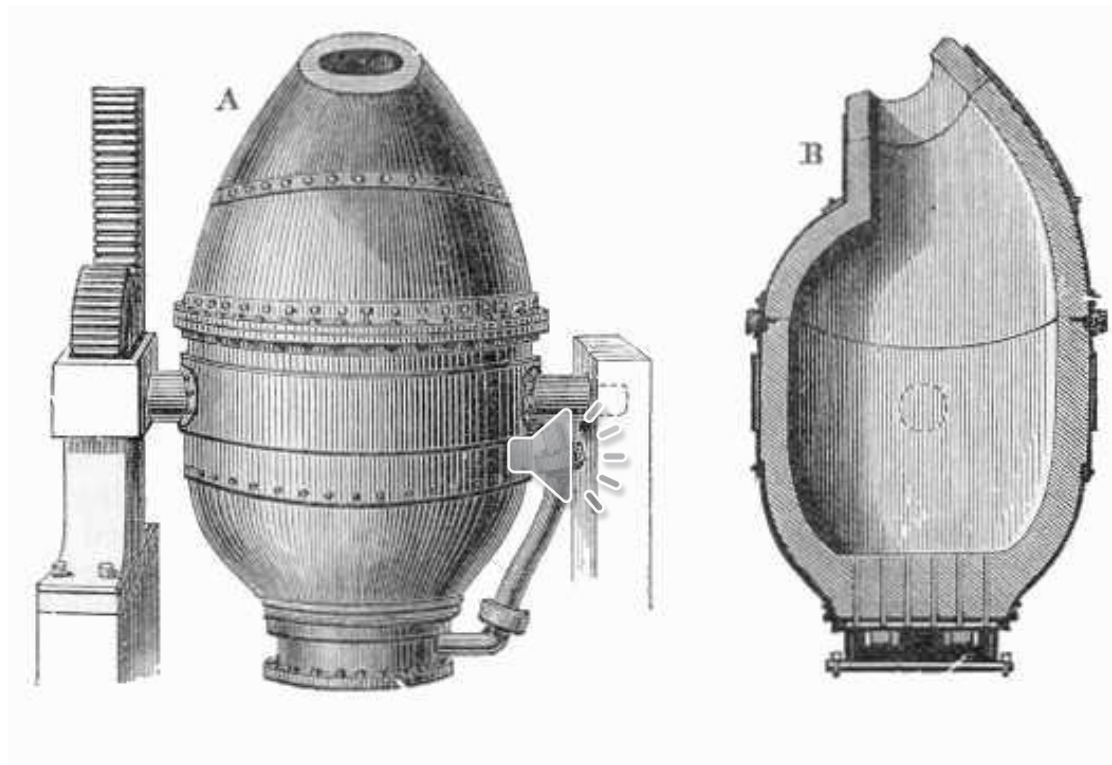
Disznóvas....

Tégelyacélgyártás → *Benjamin Hunstman* (1704–1776), 1740. Nyersvasat fedett tégelyben olvasztották, faszén-, koks-, illetve később már gáztüzeléssel. E módszer alkalmas volt az ötvözött acélok gyártása is. Ez azonban drága volt és kevés vasat eredményezett. – haematitból.

Dorongos kavaró eljárás → *Henry Cort* (1741 k. –1800), 1784. Olvadt nyersvasat dorongokkal kavargatták, hogy a minél jobban érintkezzen a kőszén elégetésekor keletkező oxigénben gazdag füstgázzal. Eleinte fadorongokat használtak, hogy a fa égésekor a szén kiégjen a izzó vasból.

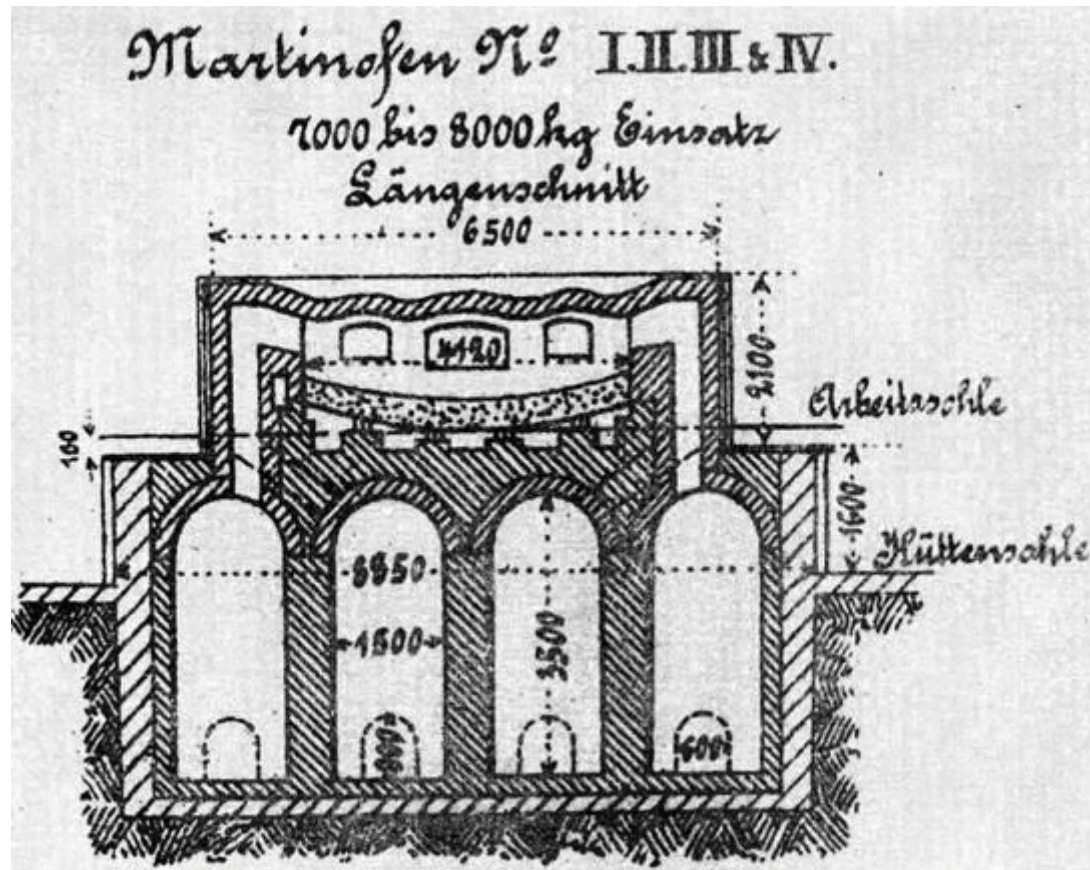
Dudley már a 17. században megtalálta a kőszén kokszosításának titkát, de találmánya feledésbe merült.

Abraham (II.) Darby (1711–1763) a 18. században már grafittégelyben állított elő jó minőségű vasat.



Az alsó légbefúvásos, körte alakú konverteres gyártás → *Henry Bessemer* (1813–1898), 1855.

A gyártás folyamatában ekkor a levegő oxigénje kiégeti a vasból a szént, szilíciumot és mangánt.



Siemens-Martin-kemence.

Sidney Gilchrist Thomas (1850–1885) → Thomas módszer: a Bessemer-elvű konverterének belső falazatát bázikus (magnezit és dolomit) tűzálló téglákkal bélelték ki, hogy a vas foszfortartalmát csökkentsék. E célra salakképzőt – általában égetett meszet – is adagoltak a vashoz.

A Siemens-elvű regeneratív tüzelésre alapozott Siemens-Martin eljárás → *Pierre-Emile Martin* (1824–1915), 1864.

A Siemens-Martin-kemencében a nyersvas és ócskavas, valamint az ötvöző anyagok adagolásával és a tüzelés finom szabályozásával jó minőségű ötvözött acélokat lehetett előállítani.

Fejlődés

- **öntöttvas** szerkezetek
 - + olcsó, könnyű gyártás, egyszerű, esztétikus,
 - + nem rozsdásodik,
 - + nagy tömeg (csillapítja a rezgéseket)
 - rugalmatlan (törő), korlátozottan terhelhető
 - + nyomószilárdsága sokkal nagyobb húzószilárdságánál

Fajták:

Szürke vasöntvény – lemezes grafitot tartalmaz, törete a grafit szürke.

Gömbgrafitos vasöntvény – a szürkeöntvénynél szilárdabb.

Kéregöntvény – vas öntőformával, hogy kemény kéreg képződjön.

Fehér vasöntvény – grafitmentes, cementites, ledeburitos, szilárd és ellenálló. *Fehér*

temperöntvény – utólagosan hőkezelt, grafitmentes öntvény.

Fekete temperöntvény – temperszenet tartalmazó utólagosan hőkezelt öntvény.

Grafitos öntvény – önthető.

Fejlődés

- **kovácsoltvas szerkezetek** + rugalmas, teherbíró, rozsdásodó
 - drága, bizonytalan

Cél a szövetszerkezet megváltoztatása.

Ókor óta ismeretes technológiák, nyújtás, duzzasztás, lyukasztás, vállazás, áttolás, hajlítás, csavarás, kovácshegesztés.

Süllyesztékes kovácsolás.

Fejlődés

- **acélszerkezetek** + nagyon teherbíró, szívós, változatos
- drága

Sok, célszerű fajta – edzés, hőkezelés, ötvözés, lágyítás szerint.

Hétköznapi ötvözők:

nikkel, mangán → szilárdabb, rugalmasabb

vanádium → szívósabb, ellenállóbb

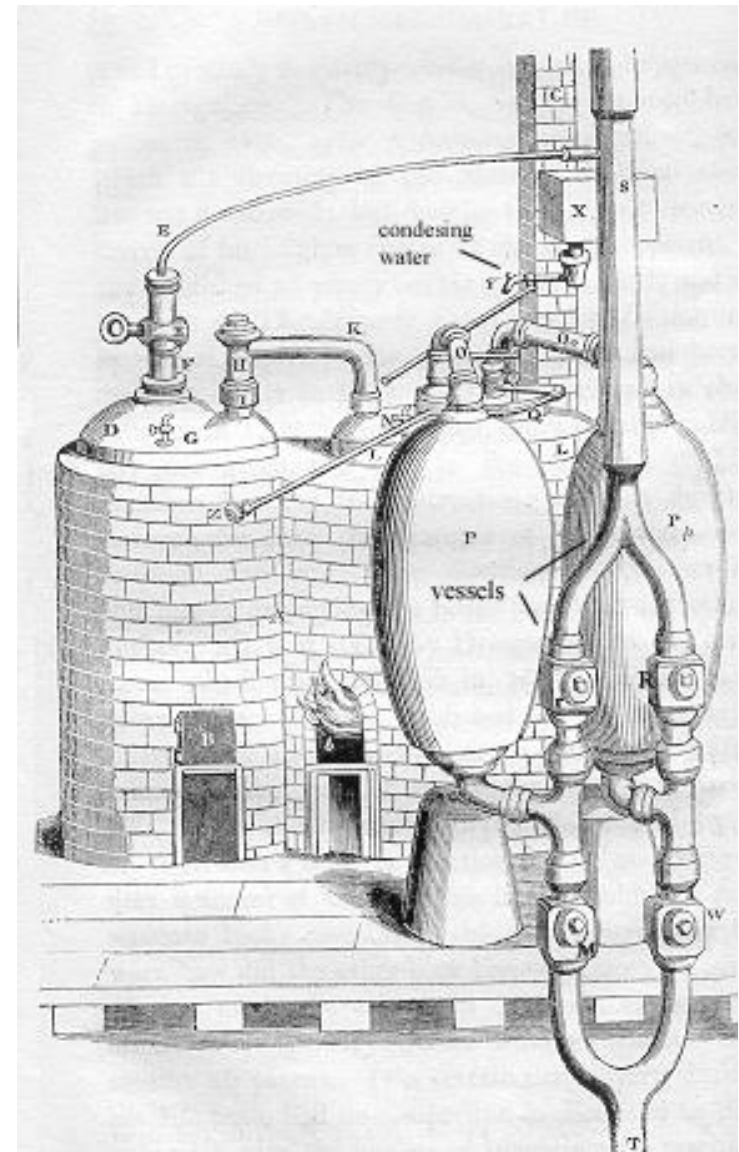
króm és nikkel → alacsony (hőmérsékleten korrózoóálló) kvázi rozsdamentes

króm, alumínium, szilícium → magas hőmérsékleten nem rozsdásodik

A vas és a gőz forradalma

Thomas Savery (1650 k.–1715)

A gőz alapú munkavégzés ötlete



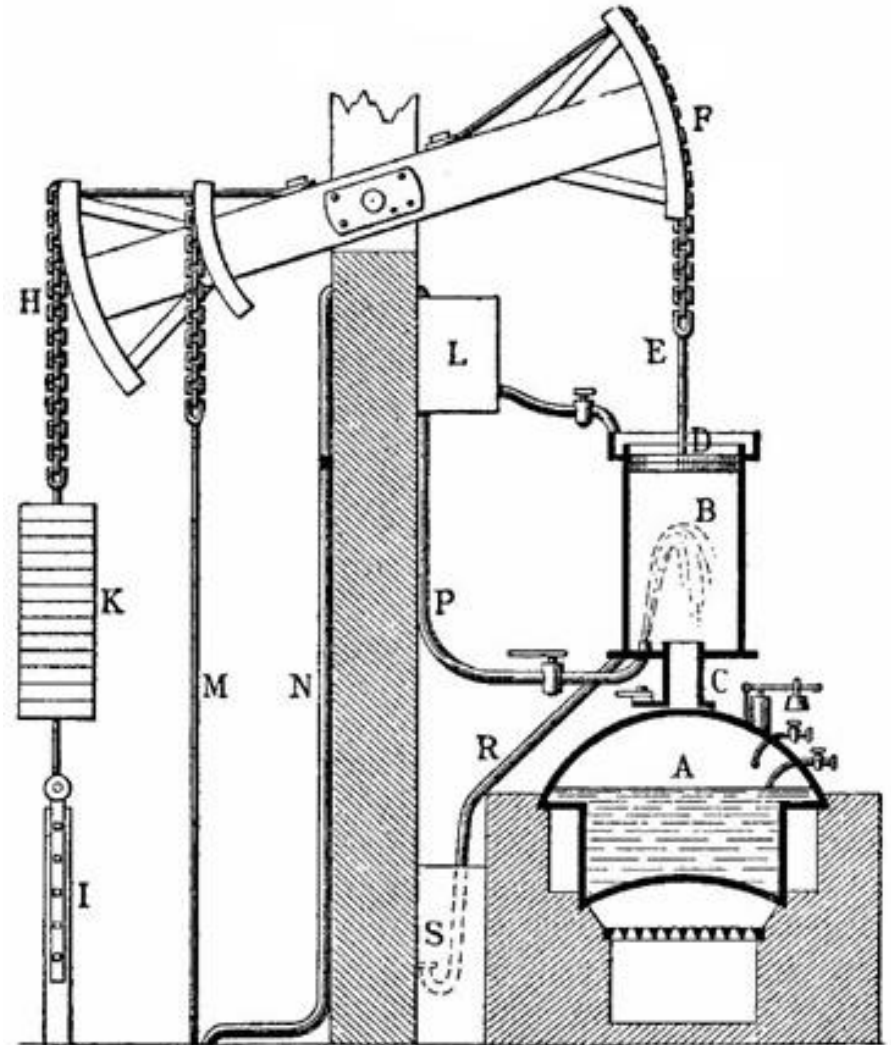
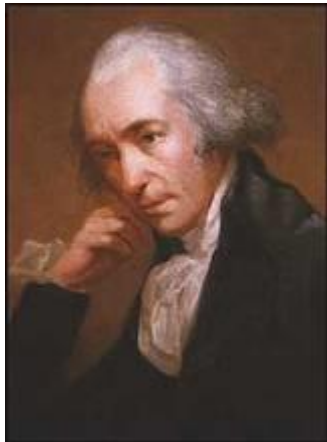
A vas és a gőz forradalma

Thomas Newcomen (1664–1729)

Atmoszférikus gőzgép

Megjelenik a **kazán**.

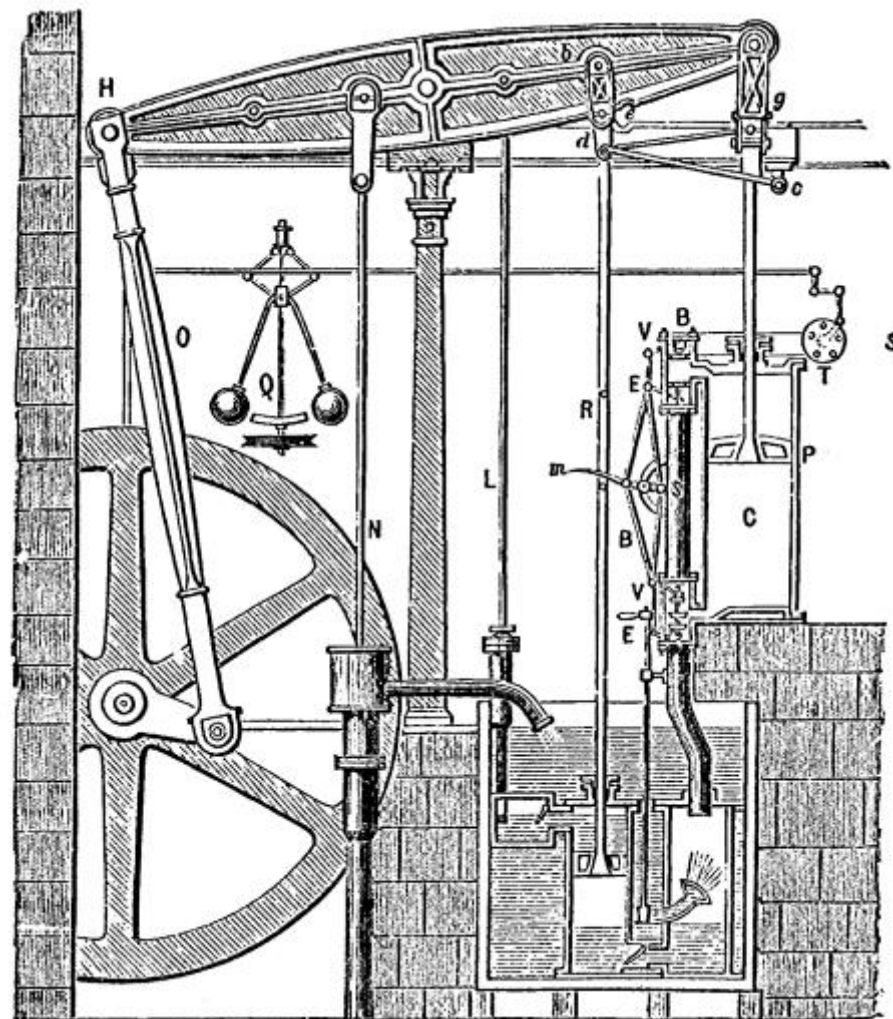
Megjelennek a **szegecsek**.



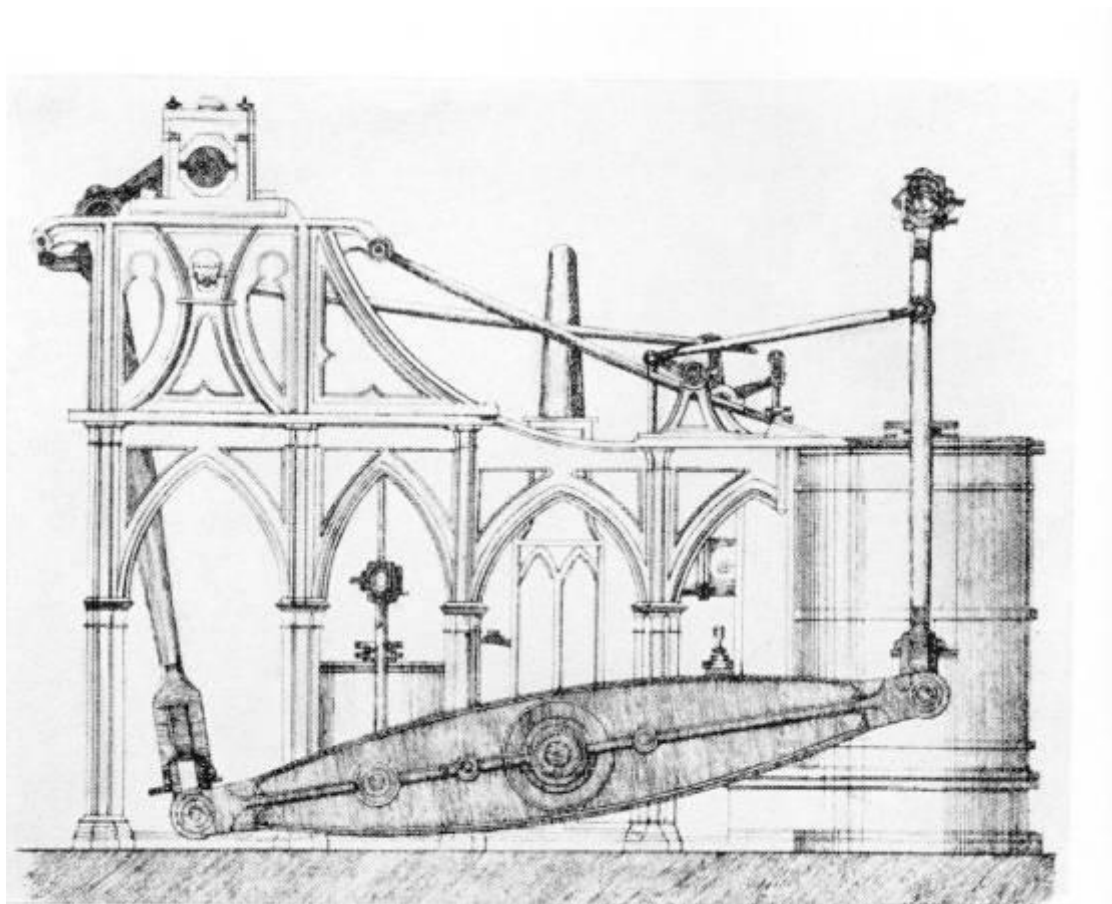
A vas és a gőz forradalma

James Watt (1736–1819)

Kondenzátor, cent. regulátor, mérés, szabályozás...



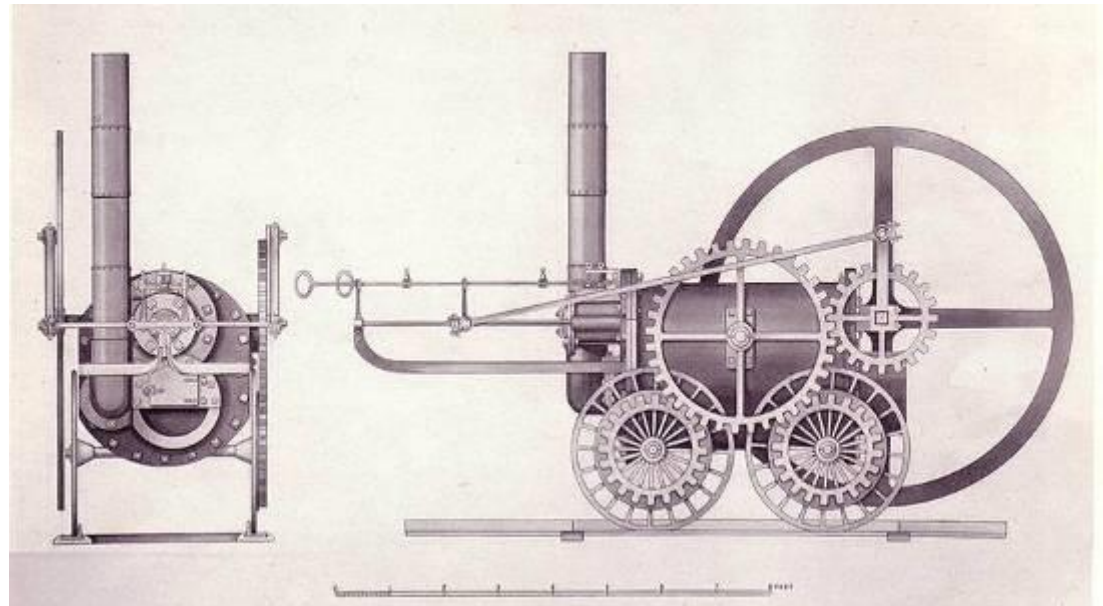
A vas és a gőz forradalma – a gépészetben megjelenő építészeti forma



A vas és a gőz forradalma

Richard Trevithick (1771–1833)

Gőznyomás alatti gép → jobb vas kellett → mozdony...



A vas és a gőz forradalma

Jeremy Bentham (1748–1832)

Gyártósor

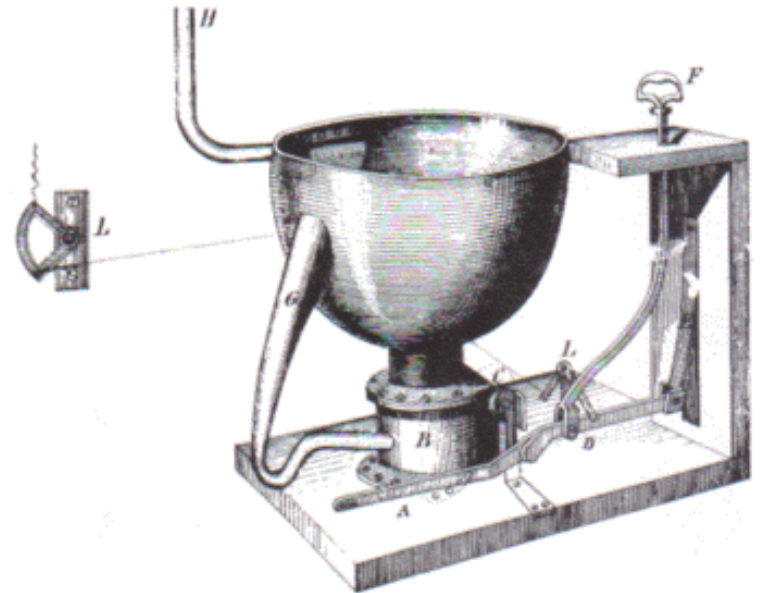
Egyéni és gazdasági szabadság...



A vas és a gőz forradalma

Joseph Bramah (1748–1814)

gyalugép, vízöblítéses illemhely, bankjegyszámláló, sörpalackozó gép, hidraulikus sajtó, zár...



A vas és a gőz forradalma

A vasút és a mozdony

Trevithick...

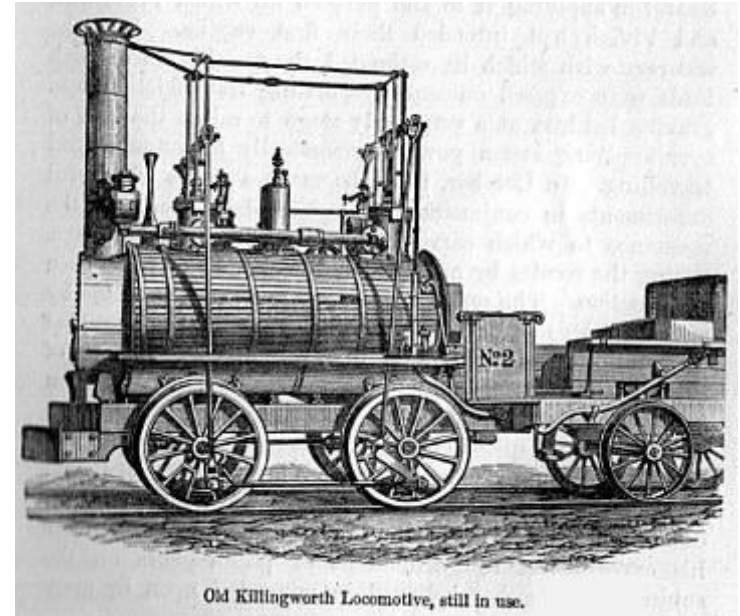
William Hedley (1779–1843)

George Stephenson (1781–1848)

John Blenkinsop (1783–1831)

William Brunton (1777–1851)

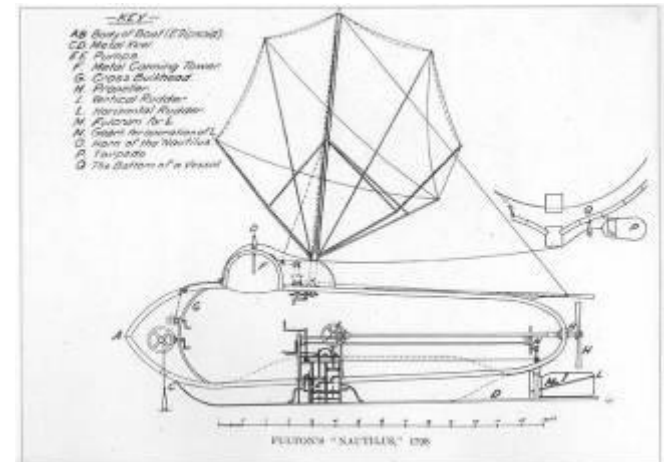
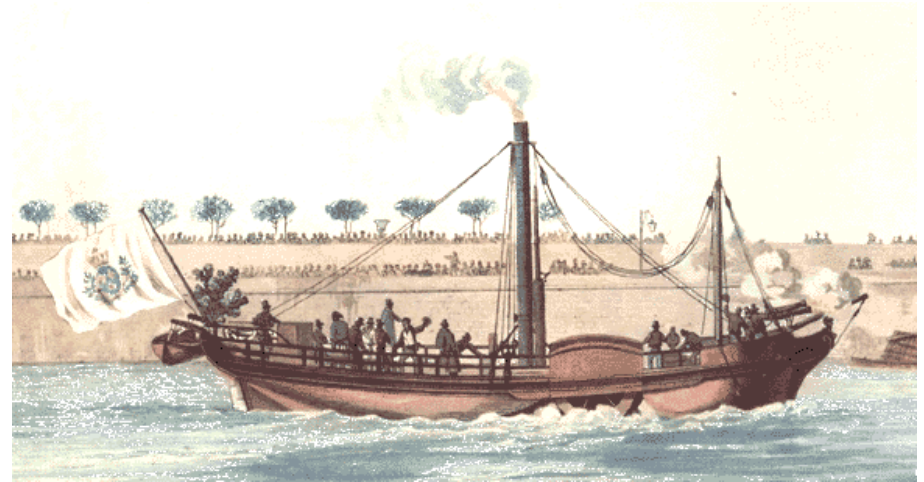
Timothy Hackworth (1786–1850)



A vas és a gőz forradalma

Robert Fulton (1765–1815)

Gőzhajó, tengeralattjáró



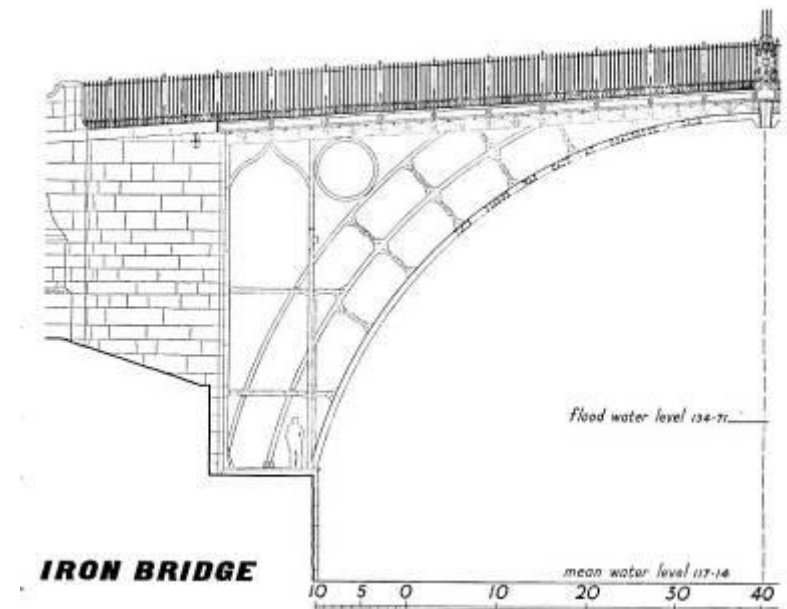
A vasszerkezetek kora

Coalbrookdale-i híd, 1775-1779

III. Abraham Darby (1750–1791)

John „Iron-Mad” Wilkinson (1728–1808)

Wilkinson → hengerfúrógép



A vas és a gőz forradalma – a csavar

Henry Maudslay (1771–1831)

eszterga

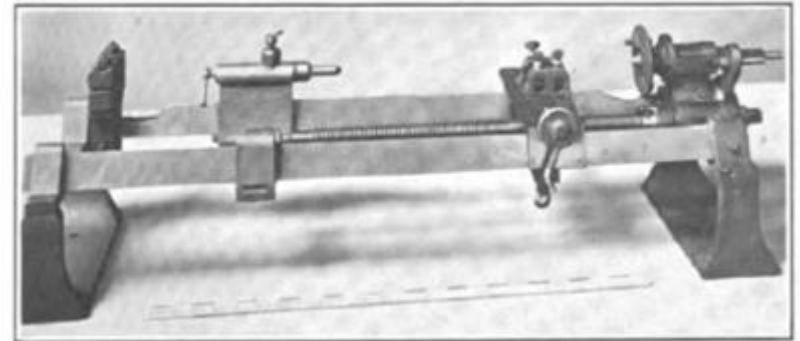


FIGURE 15. MAUDSLAY'S SCREW-CUTTING LATHE
ABOUT 1797

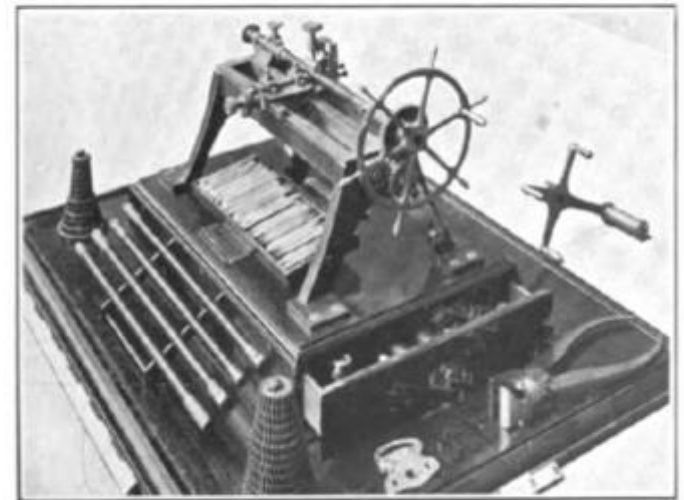


FIGURE 16. MAUDSLAY'S SCREW-CUTTING LATHE
ABOUT 1800

A vas és a gőz forradalma – a csavar

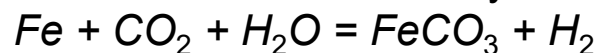
Sir Joseph Whitworth (1803–1887)

Csereszabatos csavarmenet



Vasanyagok tönkremenetele.

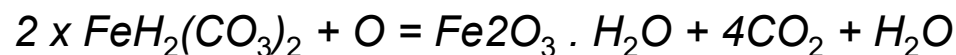
A rozsdásodás kémiai folyamata végeredményben vas-oxid-hidrát-hoz vezet:



A végeredmény – a régiek szerint: a szénsavas vas – a vízben feloldott szénsavval vegyülve átalakul savanyú szénsavas vassá, ferro-hidro-karbonáttá:



A keletkezett savanyú szénsavas vas a levegőben lévő oxigén hatására felbomlik. E bomlás terméke a rozsdá:



A bomlás terméke vas-oxid-hidrát, vagyis rozsdá, szénsav és víz.

A felszabadult szénsav továbbra is hat a vásra, így a rozsdásodás folyamata folyamatos, sőt gyorsuló is lehet.

A rozsdásodásnak az öntöttvas jobban ellenáll, mint a kovácsolt vas.

Vasanyagok felületkezelése – védelem.

- *túlméretezés*
- *olajozás*, olajban főzés
- *víztaasztító kezelés*: viasz, gyanta, szurok...
- *kátrányozás*
- *olajfestés*
- *feketítés* = zsíros kenőanyag ráégetése
- *vaslakkozás* = 19. század → 100 rész benzolban feloldott és üleptített aszfalt + 6 rész elemi gyanta + 4 rész benzolban oldott kopaivabalzsam
- *vaslakkozás* = 19. század közepétől → előbbi keverék + adagolt benzolban oldott kaucsuk
- *mínium* = ólomminium (Pb_3O_4) → klasszikus megoldás = gyanta, ólomglét (ólom-oxid) 4:1 arányú keveréke + ólomfehér
- *horganyzás*
- *ónozás*

Vasanyagok felületkezelése – védelem.

- *rezezés*, valójában galvanizálás
- *zománcozás* = email-bevonat → megtisztított – savazott – vas felületére
 alapzománc = megőrölt és híg péppé kevert kvarc, földpát, bórax, agyag (kaolin) keveréke, amelyet vékonyan felvisznek a vastárgy felületére és zsugorodásig égetik
 fedőzománc = kvarc, bórax, szóda, ón-oxid, salétrom megolvasztott, megőrölt, vizes keveréke, amelyet a tárgy felületén olvadásig égetnek

Sikertelen kísérletek:

- 19. sz. = cink-klorid-oldatos áztatás + ammóniákos, majd tiszta vizes lemosás
- 19. sz. = barnakő és horganyfehér keverékéből vasvédő paszta
- 19. sz. = agyag, friss (nem rozsdás) vasreszelék, barnakő, konyhasó, bórax 4:2:0,5:0:5 arányú keveréke, vízzel hígítva
- 19. sz. = portlandcementes bevonat
- 1900 körül = mészpör, kréta és bárium-oxid keveréke

Kapcsolatok – Szegecseles

Bronzkor óta

Kazánban 1730-as évektől

Csőben 1750-es évektől

Épületszerkezetben kb. 1790 óta

Kapcsolatok – Csavarozás

Építészetben a középkor óta felbukkan, szerkezetekben kb. 1750 után terjed el, rendszeres használat az 1810-es évektől.

előzetes találmányok

- *Henry Maudslay* (1771–1831), eszterga
- *Sir Joseph Whitworth* (1803–1887), csereszabatos csavarmenet

Kapcsolatok – hegesztés

Ívhegesztés első szabadalom – *William Edward Staite* (1809–1854) 1849.

Villamos ellenálláshegesztés – *Elihu Thomson* (1853–1937), 1877.

Karbonelektrodás eljárás – *Auguste de Meritens* (1834–1898) után *Nyikoláj Ny. Benardosz*
(Никола́й Никола́евич Бенардо́с, 1842–1905) 1885.

Nyíltelektrodás hegesztés – *Nyikoláj Gavrilivics Szlavionov* (Никола́й Гаври́лович
Славя́нов, 1854–1897) 1891.

Ívhegesztés elve – *Charles Lewis Coffin* 1891.

Termithegesztés – *Hans Goldschmidt* (1861–1923) ötlete nyomán 1895.

Acetilénés lánghegesztés – *Edmond Fouché, Charles Picard*, 1902.

Bevont fém elektrodás hegesztés – *A. P. Strohmeyer*, 1900 k.

Használható bevontelektrodás ívhegesztés – *Oscar Kjellberg* (1870–1931), 1904.

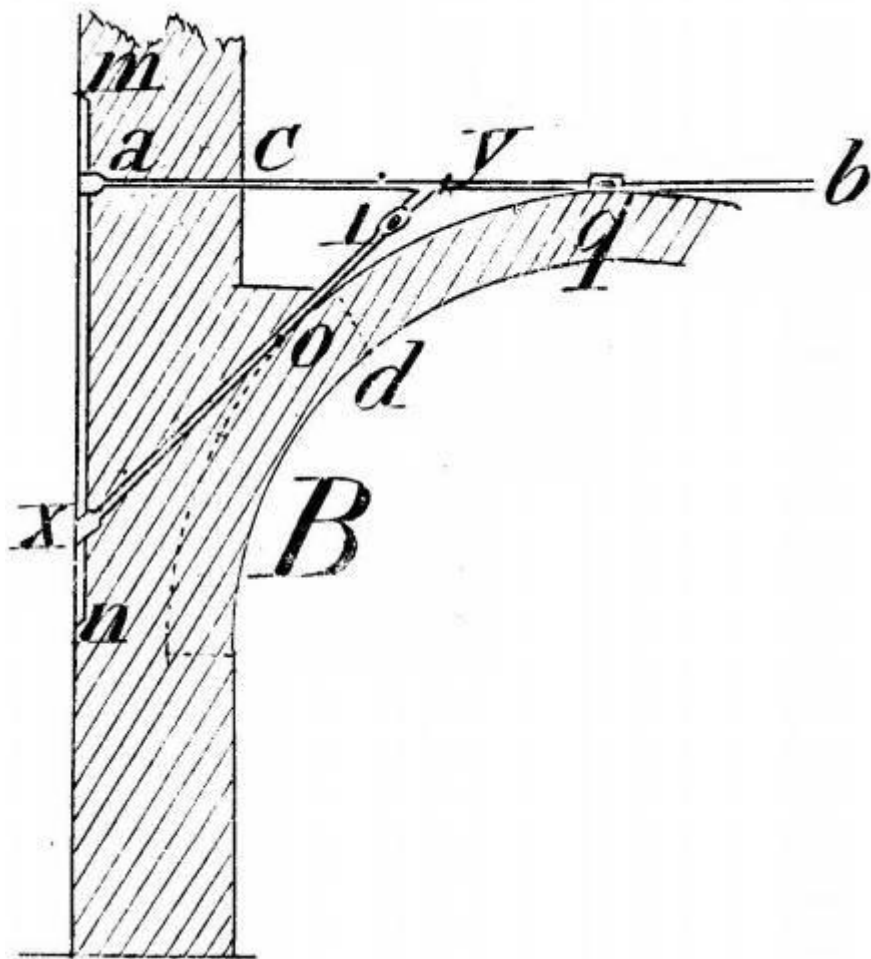
Védőgázos ívhegesztés – *Roberts van Nuys*, 1919.

Hidrogén védőgázos ívhegesztés – *Irwing Langmuir* (1881–1957), 1925 k.

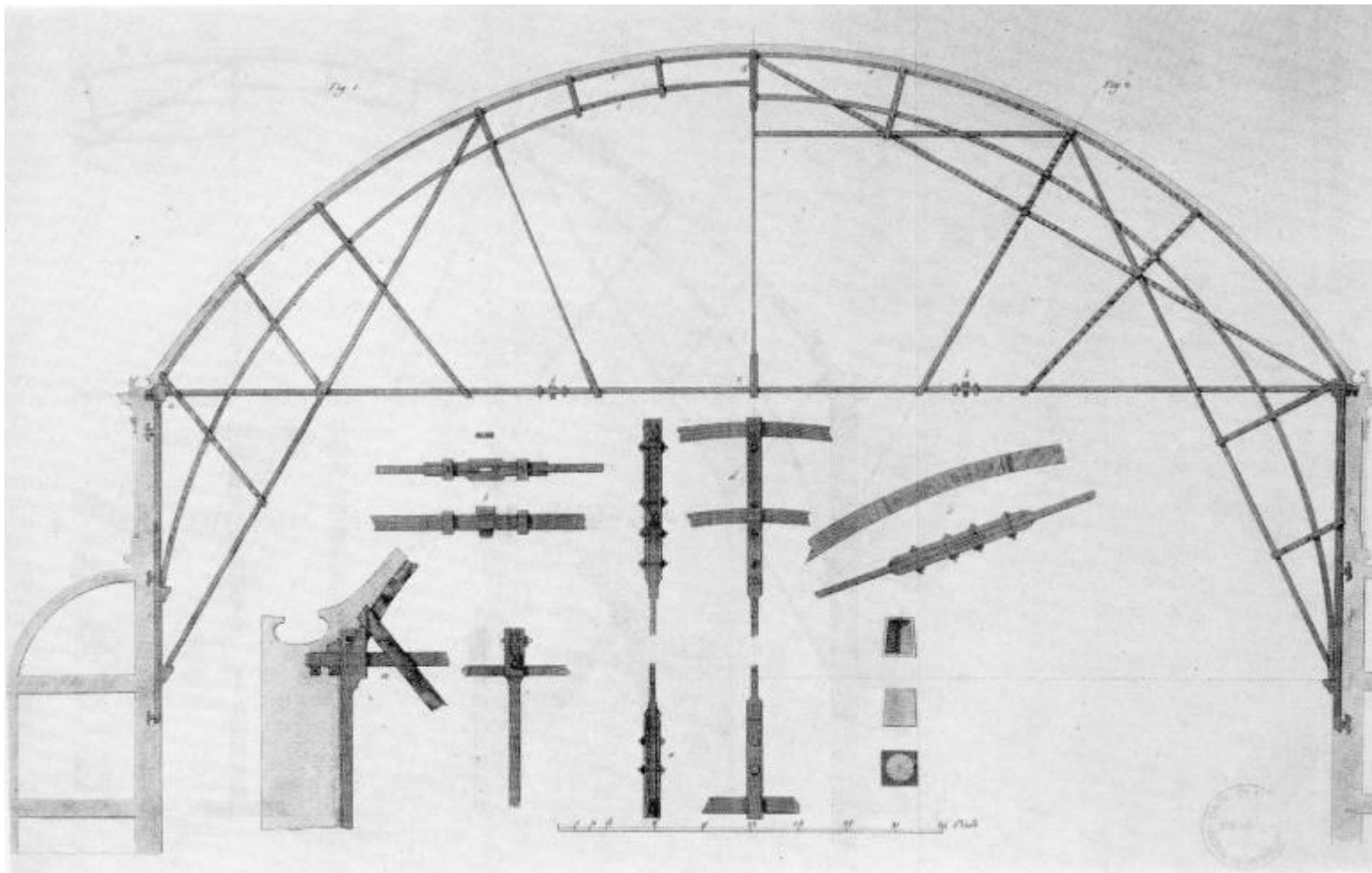
Fogyóelektrodás aktív védőgázos ívhegesztés, 1926.

Fedettívű ívhegesztés – *Boris S. Robinoff, Sumner E. Paine, Wrignol E. Quillen*, 1930.

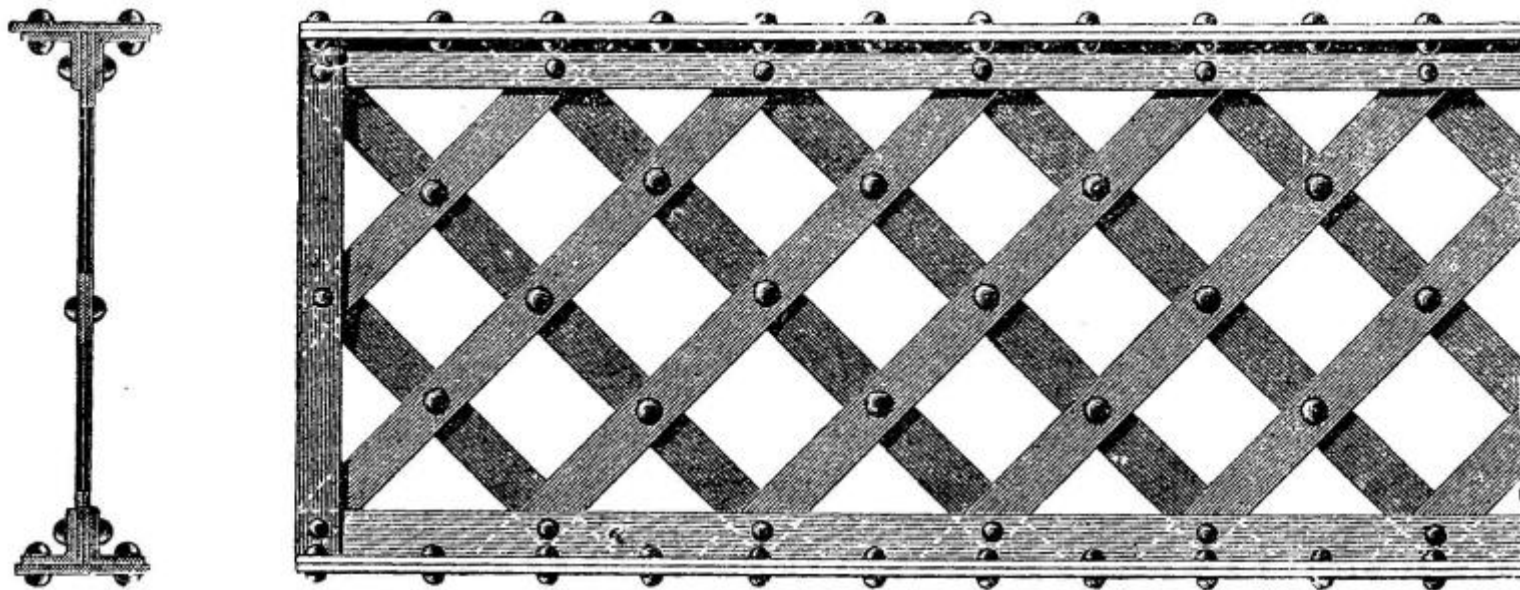
Hélium védőgázos hegesztés – 1936.



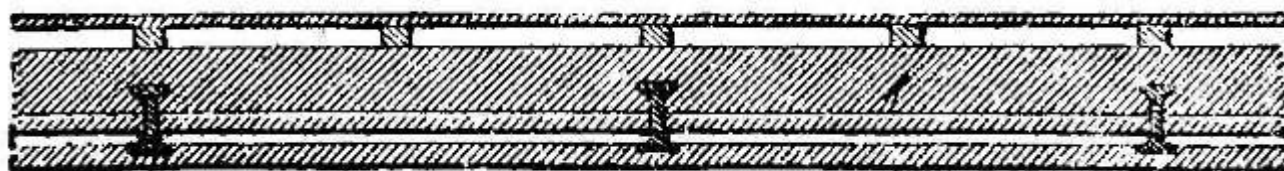
A tipikus felhasználási mód – falkötő és vonó vas.



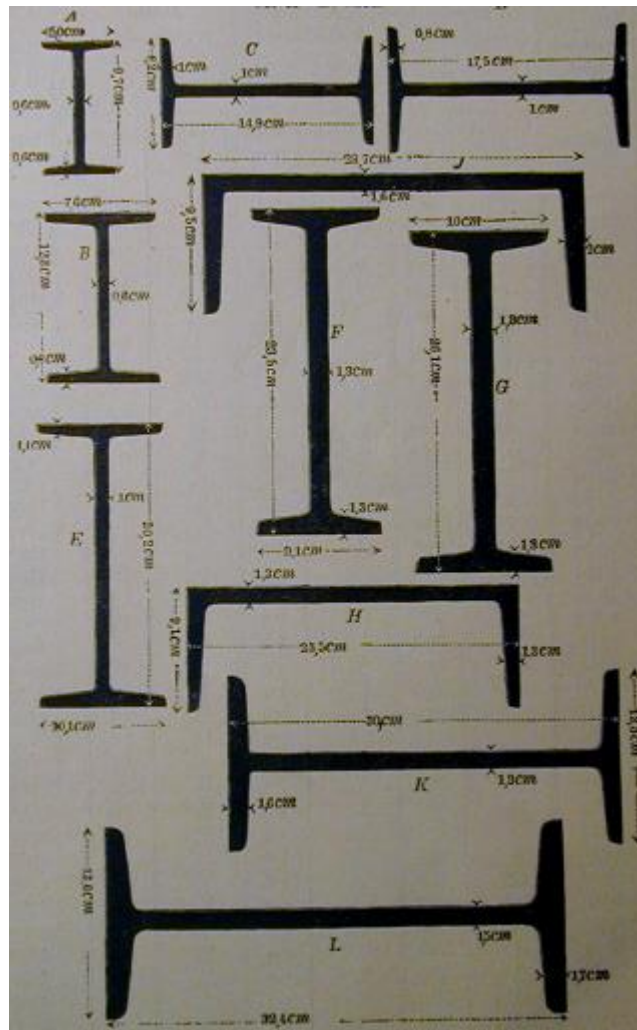
A tipikus felhasználási mód – korai rácsos szerkezetek.



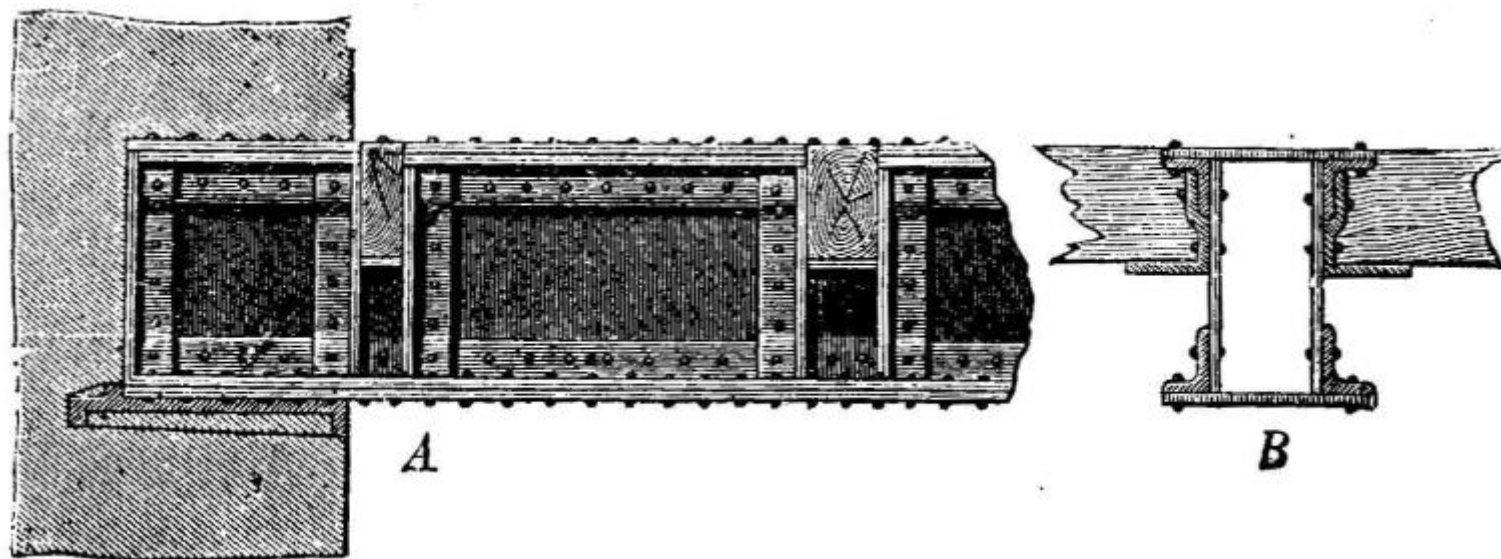
A tipikus felhasználási mód – bádogerenda.



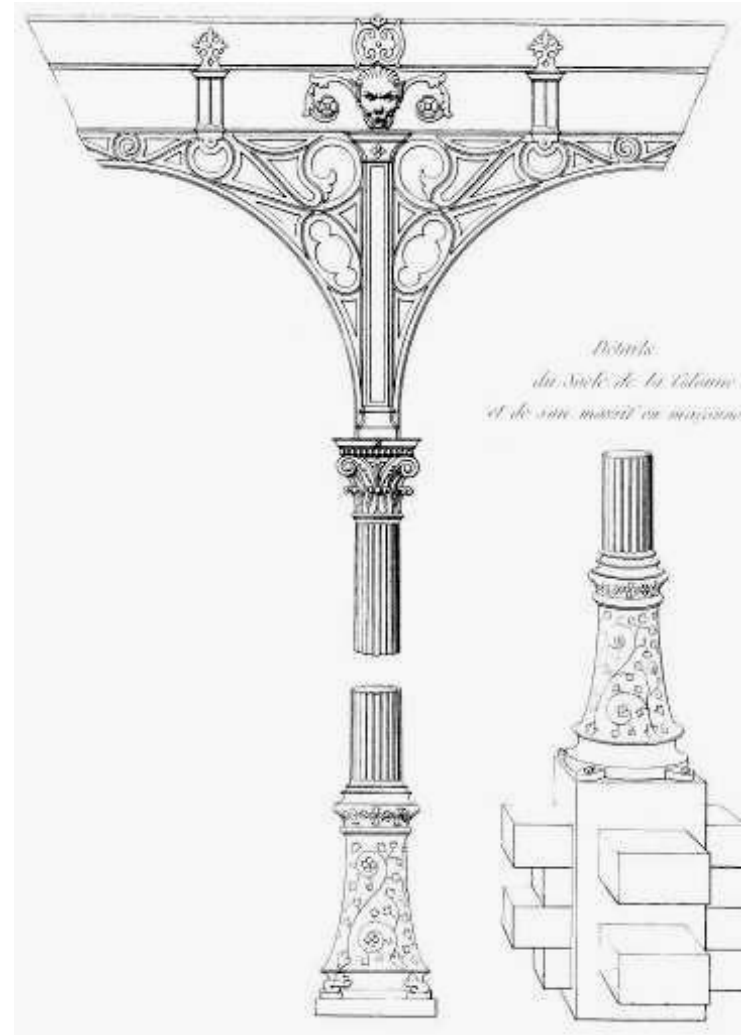
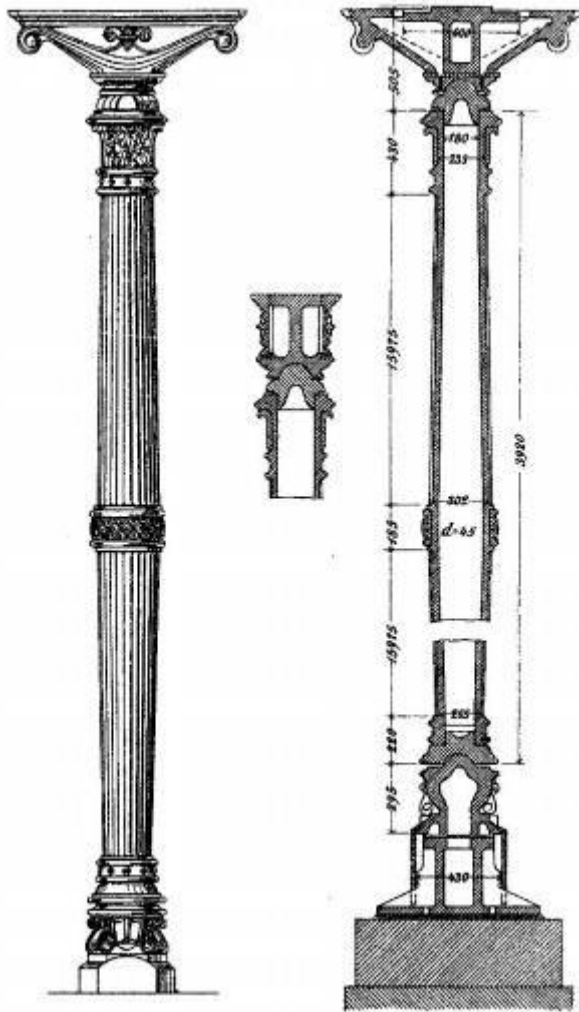
A tipikus felhasználási mód – sínes kiváltók és födémek.



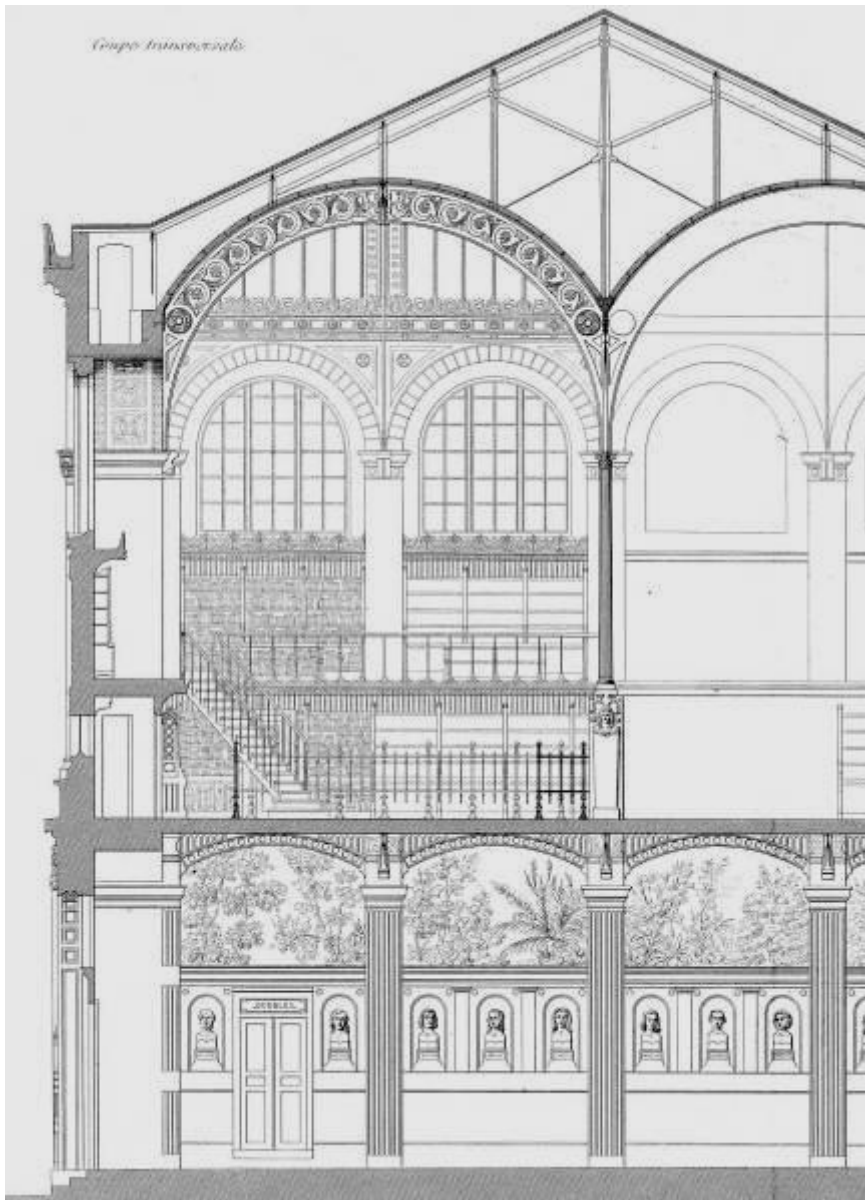
A tipikus felhasználási mód – hengerelt vas gerendák.



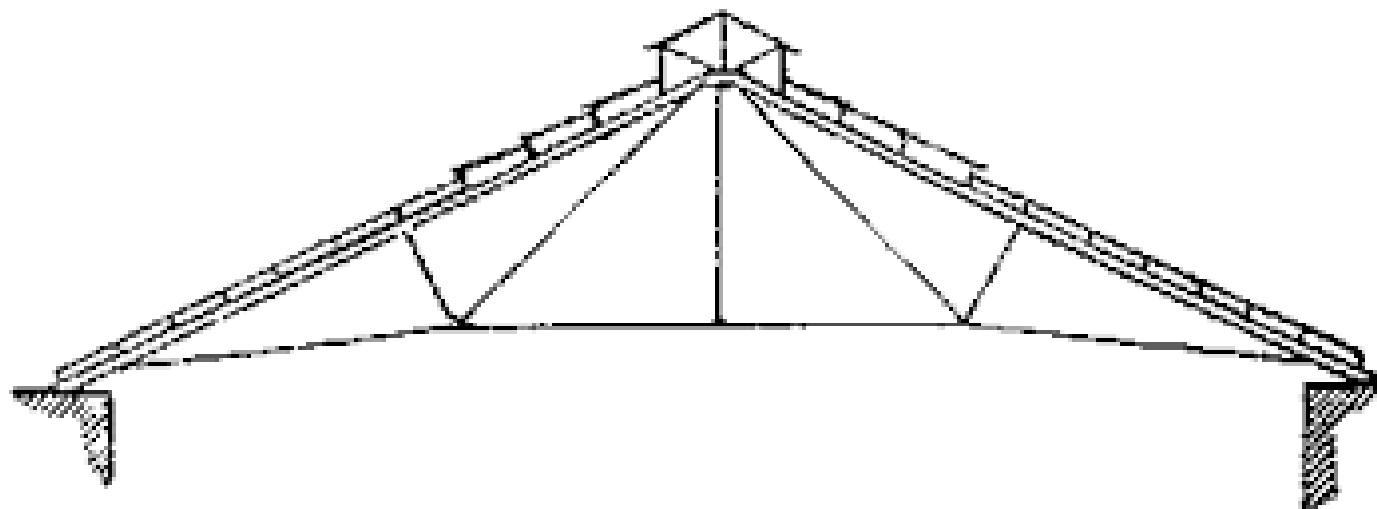
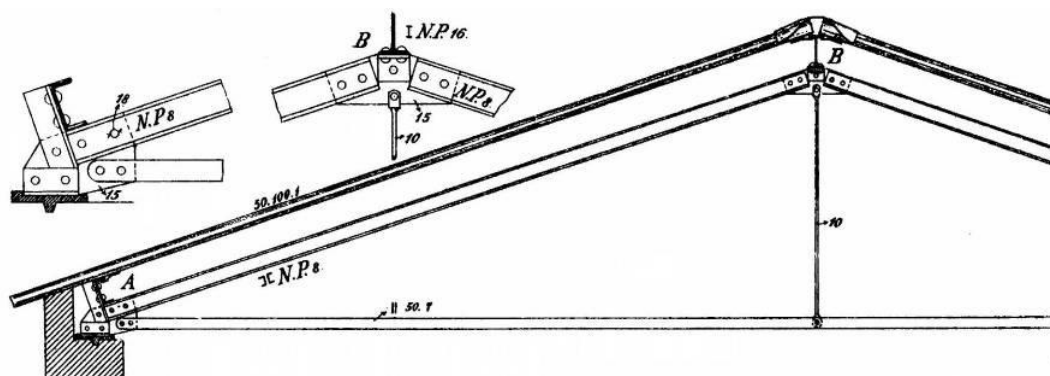
A tipikus felhasználási mód – szekrényes tartók.



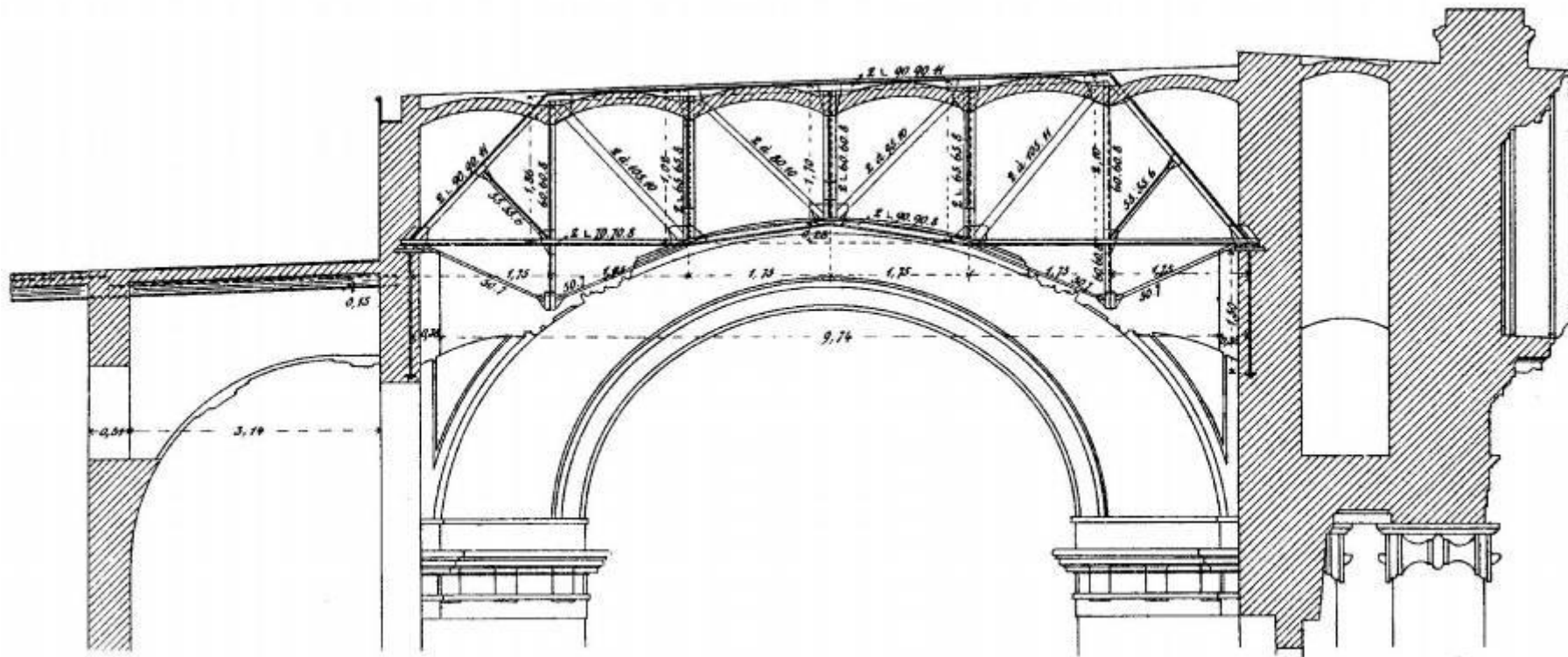
A tipikus felhasználási mód – öntöttvas oszlopok.



A tipikus felhasználási mód – összetett szerkezetek.



A tipikus felhasználási mód – vonóvasas szerkezetek.



A tipikus felhasználási mód – rácsos szerkezetek.

A **réz** (Cu) világösvörös fém. Színe után elterjedtebb neve; vörösréz.

Elemi állapotban és különféle vegyületekben fordul elő. Oxidos érceiből régen pörköléssel és olvasztással, ma szenes redukcióval, szulfidos érceiből pörköléssel állítják elő.

Elődeink

- a részben tisztított még kéntartalmú rezet olykor vöröskőnek is mondták (Rothstein),
- a tovább tisztított, de még sötét színű rezet feketerez névvel illették, míg a vörösrezt készreznek is nevezték (Garkupfer).

Az ókorban ciprusi réz → aes coronarium, aes regulare (koszorú és rúdérc)

Idővel: aes coronarium = Stabkupfer, aes regulare = vörösréz

A réz ötvözetek:

- *sárgaré*z, középkortól 70:30 % arányú réz:cink ötvözet
- 20. sz. elejétől *sárgaré*z, 70:30 % arányú réz:cink ötvözetet + ón és ólom
- régi *vörös öntvény*, (tombak, hamis arany) a 20. század előtt a 87:13 % réz:cink arányú ötvözet
- mai *vörös öntvény*, (tombak, hamis arany) a 20. század előtt a 80-82:20-18 % réz:cink arányú ötvözet
- *fehéröntvény*, 50 és 80% közötti cink-tartalommal
- bronz... lásd később!

A réz **arany** utánzatai:

- *mannheimi arany* = 16 rész réz + 3-4 rész cink
- újabb *mannheimi arany* = 14 rész réz + 6 rész sárgarézt + 3 rész ón
- *Bath-fém* = 32 rész réz + 9 rész cink
- *mozaikarany* (chryсорin) = 100 rész réz + 51 rész cink
- *hamis* vagy „talmi arany” = 86,6 rész réz + 12,3 rész cink + 1,1 rész ón
- *oreid* = réz-cink ötvözet, aránya 9:1.

Speciális réz-ötvözet:

- *Argentán* (pakfong) = 55-70% réz + 13-25% cink + 13-25% nikkel
- *Argentán* = ezüsstel bevonva szintén újezüstként is ismeretes (1920-as évek)
- *újezüst* és *alpakka* = réz-tartalmuk 50-70, nikkel-tartalmuk és cink-tartalmuk egyaránt 13-25%. (1900 táján)
- *deltafém* = 60% réz + 38% cink + 2% vas (20. század elején)

Bronz, az emberi civilizáció hajnala óta értékes fém, a képzőművészet és az építészet tárgya.

- ókori *korinthuszi bronz*, a város égésekor keletkezett, arany, ezüst és bronz szobrok összeolvadásával
- ókor: déloszi és az aeginai bronz...
- ókori campaniai réz + egytizednyi ezüstgyártási ólomszármazék → kissé ezüstös árnyalatú, jól hajlítható bronz (Az olvasztáshoz sót és olajat is öntöttek.)
- ókori aes coronariumot arannyal ötvözve formálható, aranyos színű lemez → *pyropus*
- ókori szobrok: az olvasztott réz egyharmad arányában használt rezet – valószínűbb, hogy korábbi szoborbronzot – adagoltak, amelyhez 12,5:100 arányban ezüstólmot kevertek
- ókori kemény bronz: réz:ezüstólm:ólm 100:10:5 arányú keveréke
- ókori edények: 100:4 arányú réz:ezüstólm keverék → ollaria.

A népvándorlás kora óta a bronz réz és ón keveréke; újabban némi cinket és ólmot is adnak hozzá. Az ón szívósabbá és ridegebbé, az ólom könnyebben önthetővé teszi ezt az ötvözetet.

- a *közönséges bronz* = 95% réz + 5% ón
- a tipikus *szoborbronz* 85% vörösréz + 8% cink + 4% ón + 3% ólom
- az *ágyúbronz* a barokk kor végéig = 90% réz + 10% ón
- az *ágyúbronz* a 19. században = 88% réz + 10% ón + 2% cink
- a *harangbronz* = csak rézből és ónból készült, óntartalma 25-30%
- speciálisan *saválló bronz* = 74,5% réz + 11,5% ón + 9% ólom + 5% antimon
- a *tükörbronz* = 65-70 % réz + 30-35% ón
- egyéb – kifejezetten gépgyártásban használatos bronzfajták: foszforbronz, szilíciumbronz, különféle betűfémek, stb.

A réz tárgyakon a levegő hatására keletkező zöldes vagy kékeszöld anyag → *rézrozsd*a, vagy patina (verdegris) → krispán, grispán vagy *grünspan*.

Az ecetsavval kezelt rézlemezeken keletkező egyszer bázisos réz-acetát neve francia vagy *kék grünspan* (másképp félecetsavas réz, $\text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2 \cdot \text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $[\text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2]_2 \cdot \text{Cu/OH/}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2 \cdot \text{Cu/OH/}_2$)

Ma már többféle, hasonló alapanyagú és hatású, de eltérő színező-képességű grünspant ismerünk;

- *kék* vagy egyszer bázikus ($\text{Cu/OH/}_2 + \text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2 + \text{H}_2\text{O}$)
- *világoszöld* vagy kétszer bázikus ($2\text{Cu/OH/}_2 + \text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2 + \text{H}_2\text{O}$)
- *zöld* vagy félbázikus ($\text{Cu/OH/}_2 + 2\text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$)
- *közönséges*, semleges vagy neutrális ($\text{Cu/CH}_3\text{COO/}_2 + \text{H}_2\text{O}$);
- *kékeszöld*, egyszer bázisos (félecetsavas réz, $\text{CH}_3\text{COO/}_2\text{Cu} \cdot \text{CuO} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), réz-acetát

A grünszan előállításai:

- Pedaniosz Dioszkoridész szerint a réz, réz-oxid és talán réz-karbonát ecettel leöntve grünszant adott
- az ókori Egyiptomban a rézrozsda = őrölt malachit
- ókori közönséges módszer: réztartalmú kőzet kaparásával vagy őrlése
- a római korban zárt helyen ecetes hordó fölé függesztett rézlemezekről kaparták le a rézrozsdat néhány heti állás után
- a középkorban rézmozsárban ecettel morzsolt rézdarabok → grünszan
- a középkorban állott bortörkölybe mártott rézlemezek → grünszan
- a 18-19. század elején apró rézdarabokat keverték oltatlan mésszel, szőlővel, törkölyvel, ecettel, néha savanyú – ecetesedő – borral is → grünszan
- a 19. század elején már a forrásban lévő törkölybe mártott rézlemezek → tiszta grünszan

Egyéb réz és bronz színezékek:

Egyenletes bronzszerű bevonat = 1 l vízben 10 gr réz-nitrátot ($\text{Cu}/\text{NO}_3/2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), 100 gr kálium-kloridot (KCl) és 100 gr ammónium-nitrátot (salétromsavas ammónium, NH_4NO_3) oldunk fel, és e felforralt folyadékba a tárgyakat belemártjuk

Sötétes bronzos szín = 1 l vízben 25 gr réz-szulfátot (rézgálic, CuSO_4), 25 gr nikkel szulfátot (NiSO_4) és 12 gr kálium-permanganátot (hipermangános kálium, KMnO_4) oldunk és a réztárgyakat e melegített folyadékba mártjuk.

Matt barna szín = forró kálium-kloráttal (klórsavas kálium, KClO_3).

Lehet bronzbarna tárgyakat létrehozni kénvegyületekkel.

Szép vöröses bronzszín = ha réztárgyakat vörös- vagy sárgarész drótkefével való kefézés közben 1 l vízben oldott 50 gr Schlippe féle sóval (nátrium-tio-antimonát, Na_3SbS_4) nedvesítjük.

Vörös és – ritkábban – sárgarezet matt kékes színűre ólom-acetáttal ($\text{CH}_3\text{COO}/2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) és nátrium-szulfáttal (Na_2SO_4) is színeztek.

Egyéb réz és bronz színezékek:

A „japán” utánzatú bronztárgyak barna = 1 l vízben 20 gr rézgálicot, 20 gr réz-acetátot (ecetsavas réz, $\text{CH}_3\text{COO}/_2\text{Cu} \cdot \text{H}_2\text{O}$), és 20 gr timsót ($\text{KAl}/\text{SO}_4/_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) oldunk fel és ezt a folyadékot sűrű ecsettel kenjük fel a tárgy felületére. A megszáradt és frissiben zöld réteget parázs fölött melegítjük és a megfeketedett felületet kefével dörzsöljük.

Vörös és – ritkábban – sárgarezet matt kékes színűre ólom-acetáttal ($\text{CH}_3\text{COO}/_2\text{Pb} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) és nátrium-szulfáttal (Na_2SO_4) is színeztek.

Réztárgyak feketítésére alkalmazták fémtiszta felületen platina-kloridot (hidrogén-kloroplatinát, H_2PtCl_6) 1:5 arányú vizes oldatát.

Fémtiszta sárgaréz tárgyakat ón-oxid (SnO_2) és arany-klorid (AuCl_3) vizes oldatával feketítettek.

Réz felületek feketítésére a réznitrát (kuprinitrát, $\text{Cu}/\text{NO}_3/_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) is alkalmas.

Az **ólom** (Pb) szürke puha fém.

Legfontosabb érce a galenit (PbS), amelynek pörkölésével állítják elő.

Az „ólom” az újkorig nem volt egészen egyértelmű fém-megnevezés:

– fekete ólom → ólom

– fehér ólom → ón

Az ólmot a 19. század közepéig ónnal ragasztották, az ezüst tartalmú ónt rézzel, az ezüstöt pedig ezüst tartalmú ólommal.

A tiszta ólom –a lágyólm – puha fém. Keménysége antimon-tartalmától függ.

A keményólm legalább 25% antimon-tartalmú ólom-ötvözet. Régi „ökölszabály”, hogy 25% antimón négyszer, 65% antimón tízszer keményebbé teszi az ólomötvözetet a lágyólmhoz képest.

Az 1930-as évekig lágyólm lemezeket 0,1-12 mm vastagságban forgalmaztak, a keményólm legkisebb vastagsága is legalább 1 mm volt.

Az **ón** (Sn, Zinn, tzin, czinn) kékes árnyalatú ezüstfehér színű fém.

A fémes ónt ónkőből, vagyis kasszeritből (SnO_2) redukcióval állítják elő.

A tiszta cinket régen blokk, tekercs, tábla vagy rúd formájában hozták forgalomba.

Régen ólommal vegyítve árulták;

- az egy font ónból és egy font ólomból álló anyag $\rightarrow$ kétfontos ón,
- a két font ónból és egy font ólomból álló anyag $\rightarrow$ háromfontos ón,
- a tíz rész ón, egy rész ólom keveréke $\rightarrow$ próbaón (Probezinn)
- a kemény angol (ánglus) ón 100 font német ón, 7 font réz keveréke.

Ónpestis!

Platinaklorid (hidrogén-kloroplatinát, H_2PtCl_6) 1:10 arányú vizes oldatával barnára pácolták.

Az ón építőiparban ismeretes ötvözetei:

- *hárombélyeges ón* = 5 rész ón + 1 rész ólom
- *négybélyeges ón* = 32 rész ón + 1 rész ólom
- *forrasztó ón* = 2 rész ólom + 1 rész ón
- *öntőón* = 1-32 rész ón + 1 rész ólom
- *spiáter* (spiauter) = 100 rész ón + 17 rész antimon (Az újabb spiáter (zamak) cink-alumínium-réz ötvözet.)
- csapágyfém vagy *fehér fém* = ón, antimon és réz tartalmú ötvözet → tipikus= 42% ón + 42% ólom + 16 % antimon
- *Pewter-fém* = 6 rész ónt + 1 rész antimon
- *Ashberry-fém* = 77,8 rész ón, + 19,3 rész antimon + 2,8 rész réz
- *minofor* = 67,7 rész ón + 17 rész antimon + 3,2 rész réz + 9 rész cink

Az ón építőiparban ismeretes ötvözetek:

- *orgonafém* = 10 rész ón- és 4 rész ólom-v. 12 rész ón- és 4 rész ólomötvény.
- *Wood-fém* = 8 rész ólom + 4 rész ón + 15 rész bizmut + 3 rész kadmiumo
- *Rose-féle fém* = 8 rész ólom + 3 rész ón + 8 rész bizmut

Speciális ón-réz-ötvözetek:

- *Britannia-fém* = 1% réz + 3% cink + 85% ón + 11% antimon
- *újabb Britannia-fém* = 80% ón + 10% antimon + változó, de összesen 10%-nyi réz és cink

Ónfoncsor = ón és kéneső ötvénye

- Festő-, hamis-, musiv- vagy *fattyúarany* = az ónszulfid (óndiszulfid, sztanniszulfid, SnS_2) → zsíros tapintású kis, sárgás pikkelyek. Firnisszel vagy lakkal keverve bronzfesték. Gumis vízzel keverve hordhattak fel
- Régi musivarany = 12 rész tiszta ón + 3-6 rész higany összeolvasztásával készült. Kihűlése után 3-6 rész szalmiáksóval (ammónium-klorid, NH_4Cl), és 7 rész tiszta kénnel keverve összeolvasztották. (17-18. században)
- Hideg bronzbevonat → fattyúarany, azonos súlyú iszapolt krétával keverve. Ha e keverékkel vörösreztet dörzsöltek, aranyos színű bronzbevonatot kaptak.
- A 19. században és utána – 4 rész ón + 2 rész higany + 2,5 rész kén + 2 rész szalmiák egybeolvasztásával jutottak a kívánt eredményhez – miután a higanyt és a szalmiákat elpárologtatták.
- Ha ónt – hasonló módon – bizmutteral és higannyal keverték, fattyú- vagy *musivezüstöt* kaptak.

A **cink** (Zn) kékesfehér fém → horgany.

Előállításánál érceit cink-oxiddá pörkölik.

Természetben leggyakrabban cinkpát (galma, ZnCO_3) vagy szfalerit (ZnS) formájában fordul elő.

Cink tárgyak színezésére 4 súlyrész marónátron (nátrium-hidroxid, NaOH) és 3 súlyrész bórsavas (H_3BO_3) réz-oxid 48 súlyrész vízben való oldatát használták.

A cinkből készült ornamensek gyorsan tönkrementek. A vékony cinklemezeket galvanikus úton rézzel próbálták bevonni. Több sikertelen kísérlet után végül a német *Leutert-gyár* oldotta meg a feladatot 1900 táján.

Tetőfedő és bádogos anyag volt az 1900-as években a *Wachwitz-fém* is, amely 0,5-0,8 mm vastag rézborítású cinklemez, kb. 85 % cink, 15 % vörösréz tartalommal.

Az **alumínium** (Al) kékes árnyalatú ezüstös színű fém.

Előállítása összetett és költséges folyamat.

Csak a 20. században terjedt el.

Magyarországon a 20. század elején 85-95 % vörösréz, 5-15 % alumínium öntött *alumíniumbronzot* gyártottak, amelyből beltéri díszmunkákat – nyílászáró-díszeket, csillárokat, falikarokat... – készítettek.

Az első világháború után eme anyag a modern építészet egyik eszköze lett.

Alumínium szobrok 1937-től.

Nyílászárók 1950 után.

Az **arany** (Au) azon ritka fémek egyike, amely földünkön tiszt fémes állapotban is bányászható. Sárgás, viszonylag puha fém, a régen is ismert anyagok közül a királyvízben – sósav és salétromsav 4:1 arányú keveréke – oldódik. Oldja az aranyat a forró koncentrált kénsav is, ha salétromsavat is adagolnak hozzá, ez azonban már modern eljárás. Az arany még nagyon vékony rétegben is kiváló felületvédő anyag; ha csak nincs túlságosan ötvözve – érzéketlen az oxidációval szemben,
– érzéketlen egyszerű savakkal és lúgokkal szemben.

Drága, de stabil és időtálló festékanyag az aranyvörös vagy *Cassius-bíbor* → *Andreas Cassius* (a „hamburgi”, 1645–1700 k.) 1685. A királyvízben oldott aranyhoz vizet, és ónt adnak → bíbor színű kolloid ón-hidroxidra épülő kolloid arany.