

83325

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

Endrei Walter — Makkai László  
Nagy Dénes — Szücs Ervin

# EMBER ÉS TECHNIKA I.

## Technikatörténet

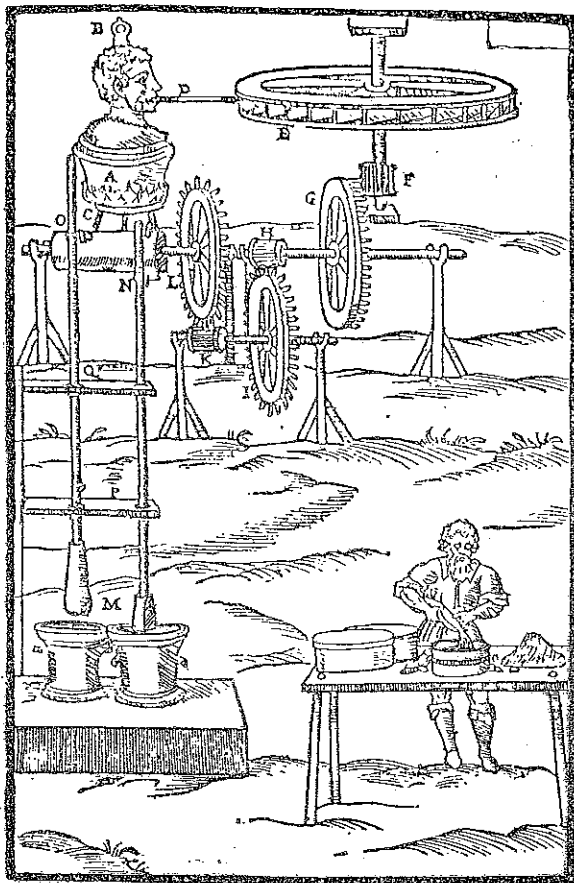
MTAK



KÉZIRAT

2. változatlan kiadás  
javított kiadásának  
változatlan kiadása

NEMZETI TANKÖNYVKIADÓ, 1994



8.25. ábra  
Branca gőzturbina-terve, 1629

Jansen mikroszkópja, 1592-ben Galilei hőmérője, 1611-ben Santorio testhőmérője és pulsimétere, 1654-ben Guericke légszivattyúja, 1643-ban Toricelli barométere. A tudomány és a technika házasságának ez volt az eljegyzése.

## 9. Az ipari forradalom (a divattól a textiliparig, a gőzgéptől a vasesztergáig)

### 9.1 A előzmények

Hogyan kerül ide a divat? Úgy, hogy talán éppen a divat volt az a szikra, amely elindította az ipari forradalmat. A szén és a vas vagy a gőzgép és a gőzmozdony csak valamivel később került előtérbe az ipari forradalom során. Hangsúlyozzuk, hogy a divat itt nem több mint szikra. Ahhoz, hogy egy szikra lángralobbantson, sok más feltétel is szükséges. Ezért – mielőtt rátérnénk a 18. sz. közepének divatjára – nézzük meg az előzményeket: vagyis azokat a kedvező adottságokat ill. körülményeket, amelyek feltételei voltak az ipari forradalomnak ill. segítették ennek kibontakozását.

#### 9.1.1 Polgári forradalmak (társadalmi háttér)

A 18. század közepéig már lezajlottak az első polgári forradalmak:

- Németalföldön - a spanyolok elleni szabadságharccal (1566-1609) összefüggésben, amelynek eredményeként megalakul a független Hollandia
- Angliában - ahol a legfontosabb események:
  - 1640 - a király összehívja a parlamentet, amely a forradalom szervévé válik
  - 1642 - kitör a polgárháború
  - 1649 - a királyt kivégzik és kikiáltják a köztársaságot (amely később Cromwell protekturátusává válik)
  - 1660. - a királyság visszaállítása (később a király bosszúállása)
  - 1688 - a parlament Orániai Vilmost hívja meg a trónra, aki hadseregével partraszáll
  - 1689 - Jognyilatkozat: alkotmányos monarchia (a király uralkodik, de nem kormányoz)

Felmerül a kérdés: Vajon miért nem Hollandiában kezdődött az ipari forradalom. Ez a kérdés igen összetett, de mindenestre fontos tényezőnek tűnik, hogy Hollandiában nem állt rendelkezésre számottevő szén- és vasérc-készlet. Ezek az ásványi kincsek ugyanis az ipari forradalom egy adott szakaszától kezdve nélkülözhetetlenek. Tegyük hozzá: Anglia viszont gazdag szénben és vasércben, sőt szénből jelentős felszíni készletekkel is rendelkezett, amely így könnyen hozzáférhető volt.

#### 9.1.2 A mezőgazdaság fejlettsége és a népesség növekedése

Általános megfigyelés, hogy az ipari fellendülés korszakait a mezőgazdaság fejlődése előzi meg. Ennek talán az a magyarázata, hogy fejlettebb mezőgazdasággal kevesebb ember meg tudja termelni a teljes lakosság számára szükséges élelmiszer mennyiséget, s ezért több ember felszabadul az ipar számára.

Emeljünk ki néhány fontos újdonst, amelyek hozzájárultak a mezőgazdaság jelentős fejlődéséhez még a 18. sz. előtt:

- új vetésforgó, az ún. norfolki négyes bevezetése itt már nincs ugar, hanem takarmánynövények egészítik ki a 3-as forgót
- új növények elterjedése pl. kukorica, burgonya, cukorrépa (már nem kell meszsziról behozni a cukornádat)
- a rideg állattartásról az istállózásra való áttérés, kedvezőbb tulajdonságú állatfajták elterjedése, pl. merinói juh
- mezőgazdasági eszközök fejlődése pl. eke, borona, vetőgép
- maga a mezőgazdaság megítélése is pozitívan megváltozik pl. már szalonokban is ilyen témákról lehet beszélni, egyre több mezőgazdasági könyv jelenik meg stb.

Ugyanakkor a lakosság száma is jelentősen növekedett (Anglia lakossága pl. a 17. sz. végétől a 18. sz. végéig majdnem megduplázódik: 5,3 milliőről 9 millióra emelkedik, pedig közben jelentős kivándorlás is volt Amerikába).

Bár már eddig is kirajzolódott Anglia kedvező helyzete, vannak olyan további tényezők, amelyekre ez még fokozottabban áll:

#### 9.1.3 Közgazdasági és jogi körülmények

- Anglia hatalmas gyarmatbirodalma révén jelentős piaccal és nyersanyagforrással rendelkezett. Külön megemlítjük az 1600-ban alapított Angol Kelet-Indiai Társaságot. Ez számos kereskedelmi előjoggal rendelkezett.

- Angliában igen korán kialakult egy korszerű szabadalmi jog - a szabadalmi törvény (Statute of Monopolies), dátuma 1624 (ennél korábban csak Velencében volt hasonló törvény).

Ez a törvény egy bizonyos ideig (általában 14 évig) védeltséget biztosított a szabadalomnak. Ez alatt az idő alatt a feltalálónak vagy feltalálónak kizárólagos joga volt a szabadalom értékesítése, tehát jelentős anyagi haszonhoz juthattak. Ugyanakkor a törvény megkövetelte a szabadalom igen pontos leírását, sőt működő modell mellékelését (rejtett "titkok" így alig maradhattak). Ennek következtében a szabadalom - a védeltségi idő elteltével - valóban közkinccs lett. Ez a törvény tehát az egyén és a közösség érdekeit egyaránt körültekintően figyelembe vette, számos későbbi szabadalmi törvény alapjául szolgált. A törvény jelentősen hozzájárult ahhoz, hogy Angliában igen korán kialakult a feltalálók társadalmi megbecsülése. Nem véletlen, hogy köztük még főnemesek is voltak, tehát nem volt szegény szabadalmakkal foglalkozni. A feltalálónak, az egyéneknek ez a szabadsága is hozzájárult a következő jelentős tényezőkhöz:

- Angliában a céhek maguktól elhaltak, előtérbe kerültek a manufaktúrák.

A céhek ekkor már - számos kötöttségükkel - a fejlődés, az új találmányok bevezetésének akadályozói voltak. Míg más országokban sokáig harcolni kellett a céhekkel, mesterségesen kellett manufaktúrákat felállítani, addig Angliában ez aránylag zökkenőmentesen végbement. Hamarosan a szórt manufaktúrák helyett megjelentek a koncentráltak, ahol több munkafolyamatot egy központi épületben végeznek (erre a célra pl. a VIII. Henrik által kisajátított apátságokat bérelték ki). A manufaktúrákban még természetesen kézművesi módszerekkel dolgoztak (manufaktúra < latin 'kéz + készít'), de ez az üzemforma jól előkészíti a gyári munkát: a munkafolyamatok összehangolása, a dolgozók felgyelme stb.

- Angliában fejlett közlekedési hálózat volt. A gazdasági életet nyilván jól segítette a szigetország hajózási lehetősége: a tengerek, a hajózható folyók - amelyeket csatornákkal bővítettek. Angliában aránylag sok kövezett út is volt. (Később a "makadám" - McAdam - ut is innen terjedt el.)

9.1.4. A mentalitás, a gondolkodási mód változása: hit a technikában, az automaták divatja stb.

Ez a tényező azért különösen fontos, mert az emberi mentalitás igen lassan változik, lassabban, mint a gazdasági élet vagy a technika. A megfelelő mentalitás hiánya pedig megakadályozhatja az új találmányok bevezetését, néha még akkor is, ha igény van az általuk létrehozott termékekre.

A mentalitás változása nyilván sok tényezővel összefüggött, szerepe lehetett a polgárosodásnak, az oktatási rendszernek, a feltalálókat övező - a c) pontban részletezett - elismerésnek stb. Külön szólnunk az automatákról, amelyek ekkor különösen divatosak voltak:

- az automaták (vezérlőhengerrel ellátott óraműves szerkezetek) korábban kizárólag a szórakozási célt szolgálták (ilyen még Vaucanson kacsája is, a 18. sz. elején),
- a 18. sz.-ban előtérbe kerülnek a hasznos munkát bemutató automaták (pl. kovácsműhely, gyapjú-manufaktúra) ... s innen már csak egy lépés, hogy ne csak bemutassák, hanem végezzék is a munkát.

## 9.2 Az ipari forradalom kezdete: a textilipar

Az iparban alapvető változást a luxustermékek szűk körű előállítására nem - vagy csak ritkán - hozhat. Ilyen szempontból a tömeges termelés sokkal fontosabb. A 18. sz. közepén Angliában a megnövekedett lakosság igényeit kellett kiszolgálni (nem csak egy szűk vezető réteget, hanem széles körű polgárosodó tömegeket is!). Az élelmiszerekről - a 9.1. pontban részletezett - fejlett mezőgazdaság kellett gondoskodjon. Egy másik alapvető igény a ruha ...

... és itt jut szerep a divatnak is. A társadalmi változásokkal párhuzamosan a divat "demokratizálódni" kezdett. Egyre inkább nem a ruha fajtája, hanem anyaga és kivitele jelezte az osztályhelyzetet ill. a vagyoni helyzetet.\* Amit a gazdagok drága selyemből vagy gyapjúból készítettek el, mások olcsóbb anyagokból varrták meg. A 18. sz.-ban jött divatba a pamut (amely gyapotból készül). Ez talán Franciaországból terjedt el, ahol a 17. sz. végén a Napkirálynál (XIV. Lajosnál) járt sziámi küldöttség színes nyomott pamutszövet ruhái nagy feltűnést keltettek.\*\* Ennek alapanya-

\*V. Ö. R. Broby-Johansen: Az öltözködés története, Gondolat, Budapest, 1969. 254. old.

\*\*Endrei Walter: A textilipar története, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974. 42. old.

gát a gyapotot nagy mennyiségben és olcsón termelték a gyarmatokon. Az indiai nyomott pamutszövetek (indienne vagy ma-gyarul karton) olcsó, változatos mintájú, ruházatkodáshoz és lakástextilhez egyaránt alkalmas termékek voltak. Az Angol Kelet-Indiai társaság nagy mennyiségben hozott be ilyen pamutszöveteket és ennek angliai utánzását betiltatta. (Az utánzások nem is nagyon sikerültek, mert az indiai festési módszereket nem ismerték.) Az 1770-es évekig nem is volt számottevő pamutszövet-gyártás Angliában (ekkor oldotta fel a parlament a tilalmat).

Van azonban egy másik terület, ahol a pamut feldolgozása már korábban előtérbe kerülhetett - és ez a harisnya. A rokokó divatnak kétségtelen jellegzetessége a férfiaknak a térdnadrághoz (bricesz) viselt harisnyája, amit természetesen hölgyek is hordtak. Ez készülhetett selyemből vagy gyapjúból is, de a szegényebb rétegeknek csak pamutra tellett.

A harisnya jelentőségét jól mutatja, hogy a 18. sz. közepén elkészült Francia Enciklopédiában maga a "főszerkesztő" Diderot írta a "Harisnya" címszót. Itt nemcsak azt tudjuk meg, hogy a harisnya "ruházatunknak az a része, mely lábunk takarására szolgál", hanem a harisnya anyagairól, kötési módjairól, sőt az angol harisnyakötő gépről is sokat megtudhatunk.

A 18. sz. közepén valószínűleg a pamutharisnya-divat miatt keletkezett jelentős fonalgépi igény Angliában és ez kezdeményezhette a fonás gépesítését (iteratív fejlesztés - lásd B.3. fejezet). Ezt az is alátámasztja, hogy az első feltalálók vagy kifejezetten a harisnyagyártás céljaira konstruálták a gépüket (Wyatt és Paul - 1738), vagy harisnyakötő manufaktúrával társultak (Hargreaves - 1764 ill. Arkwright - 1769),; lásd Endrei Walter: Adalékok az ipari forradalom keletkezéstörténetéhez, Történelmi Szemle, 1982/3. sz., 511-513. old. Később - amikor már fonalbőség volt, és a pamutszöves tilalmát is sikerült feloldatni - került előtérbe a szöves gépesítése (Cartwright - 1785). Ekkor sok más textilipari műveletet is továbbfejlesztettek ill. gépesítettek - pl. kifejlesztik a klóros fehérítés módszerét (Berthollet - 1785), szabadalmaztatják a henger-nyomógépet (Bell - 1785) stb. Itt is van divatigény, hiszen nem mindegy, hogy a textiliák milyen színűek és milyen mintájuk van.

Foglalkozzunk most részletesebben a textilipar két legfontosabb műveletével ill. ezek gépesítésével! Témánk tehát

- a fonás - rövid elemi szálak feldolgozása - előkészítése, majd egyesítése és sodrása - hosszú, egyenletes, összetett szálakká (fonalakká),

és

- a szövés - a fonal feldolgozása két egymásra merőleges fonalrendszer - az ún. lánc- és vetülékfonalak - keresztezésével és összefűzésével (szövetekké).

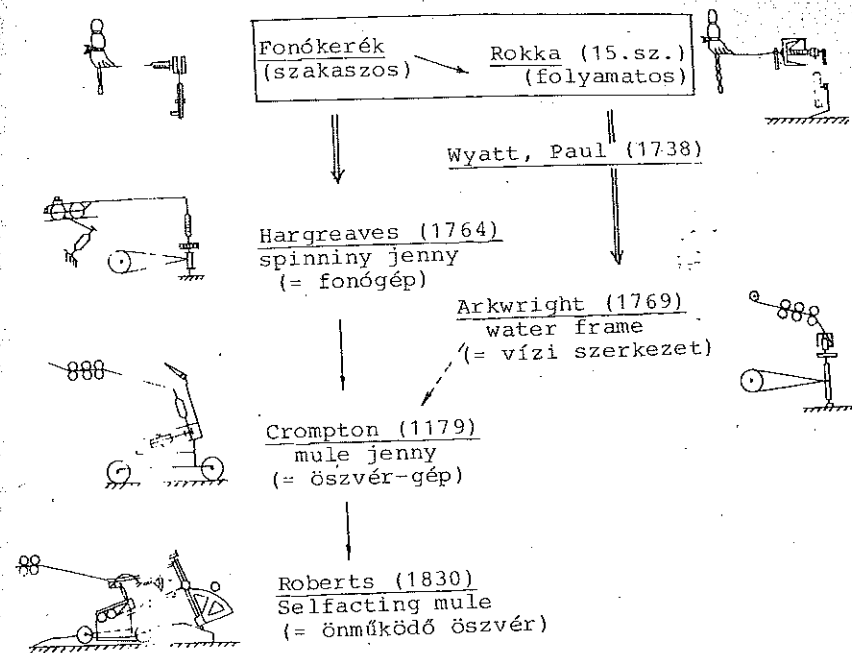
Mindkét művelet ősi (a magyar nyelvben pl. mind a "fon", mind a "sző" ige ősi örökség a finnugor korból).<sup>\*</sup> Szumátra egyes vidékein még a közelmúltban is meg lehetett figyelni a fonásnak azt az ősi módját, hogy a függőlegesen tartott szálak végére követ kötnek és ezt megpördítve sodorják össze a szálakat. Hosszabb fonalaknál a fonó felmászik egy magas fára vagy a kunyhója tetejére.<sup>\*\*</sup> Később megjelent valamilyen tárgy - bot vagy kődarab - amelyre a kész fonalat feltekerték, vagy szakkifejezéssel felcsévélték. Ebből a tárgyból alakult ki az orsó. Ehhez az orsóhoz csatlakoztattak aztán áttétellel egy nagyobb kereket, amelynek segítségével az orsót gyorsabban lehetett forgatni. Ennek a fonókeréknek a működése szakaszos, mert felváltva sodorni és csévélni kell a fonalat. A folyamatos üzem csak a 15. sz.-ban megjelenő rokkánál valósul meg, ahol a fonókerék orsóját egy szárnyas orsó váltja fel. (A szárny végzi a sodrás műveletét, majd - a szárny és az orsó közötti fordulatszám-különbség következtében - a fonal feltekeredik, felcsévélődik az orsóra). Működésének lényege a szárny és az orsó közötti fordulatszám-különbség, amelynek következtében - a szárny horgain átvetett szálak - sodrása, majd csévélése is megtörténik.

Nézzük meg most a fonás és a szövés gépesítésének legfontosabb állomásait (9.1. ábra). Kezdjük a fonással. A találmányok részben a fonókerék (orsós megoldás), részben a rokka (szárnyas orsós megoldás) ötletének gépesítését kísérelték meg több (szárnyas) orsó egyidejű működtetésével. Angliában az első szabadalmi kérelmet egy fonógépre Lewis Paul adta be 1738-ban, de ennek kidolgozásában valószínűleg John Wyatt ácsmesternek is alapvető szerepe volt. A szálanyag nyújtását forgó hengerek végezték (ez új ötlet a textiliparban), majd szárnyasorsó végezte el a sodrást és csévélést. A gépet szamarakkal hajtották. Ez a találmány talán még egy kicsit korai volt, és sem ez, sem javított változata (1758) nem terjedt el. De hamarosan - a fonalinség miatt - fokozódik az érdeklődés a fonógép iránt. 1761-ben a Society for the Encouragement of Arts and Manufactures (A Művészeteket és Kézműipart Ösztönző Társaság) egy 50 fontos díjat tűzött ki olyan gép kidolgozására, amely egyidejűleg 6 fonalat fon ("... for the best invention of a machine, that will spin six threads of wool, flax, hamp

<sup>\*</sup>Lásd: A magyar nyelv történeti-etimológiai szótára, 1-3. köt., Akadémia, Budapest, 1967-1976.

<sup>\*\*</sup>Thiering Oszkár: A textilipar, Kultúra, Budapest, é.n., 28-29. old.

## 1. FONÁS



## 2. SZÖVES

Kay (1733)  
gyorsvetélő

Cartwright (1785)  
mechanikus szövőszék

Jacquard (1805)  
lyukkártyás vezérlés

Roberts (1825)  
szövőgép

Vaucanson (1745)

### 9.1. ábra

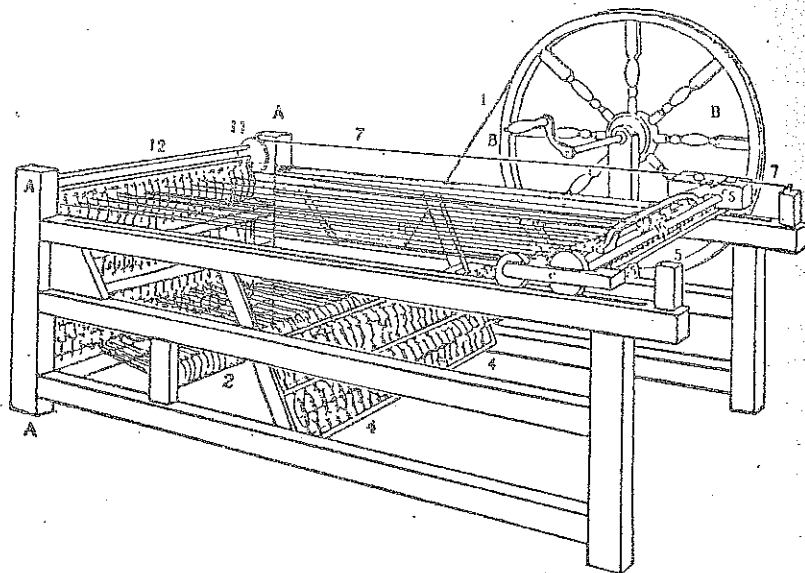
A textilipar gépesítésének legfontosabb állomásai (ahol lehetséges, ott a szabadalom évét adtuk meg)

or cotton, at one time, and will require but one person to work and attend it...").<sup>\*</sup> Bár elfogadható megoldás nem

<sup>\*</sup>Lásd: A. Bohnsack Spinnen und Weben, Rowohlt, Hamburg, 1981. 186. old.

érkezett, mégis ez a pályázat hozzájárult, hogy a fonógép gondolata még inkább előtérbe kerüljön.

James Hargreaves takács 1764 táján készítette el a fonókerék elvét követő, tehát szakaszos működésű "spinning jenny"-t (fonógép ill. fonó jenny), amelynek kerekét kézzel kellett tekerni, és ez egyszerre 8 – majd később egyre több orsót forgatott (9.2. ábra). Nem világos, hogy Hargreaves miért nem szabadalmaztatta a jennyt (talán nem tudta megfizetni a szabadalmi díjat, vagy nem ismerte fel azonnal a találmány jelentőségét?).\* Hargreaves első gépeit a veszélytársak összetörték. Később Hargreaves Nottinghambe, a kötőipar

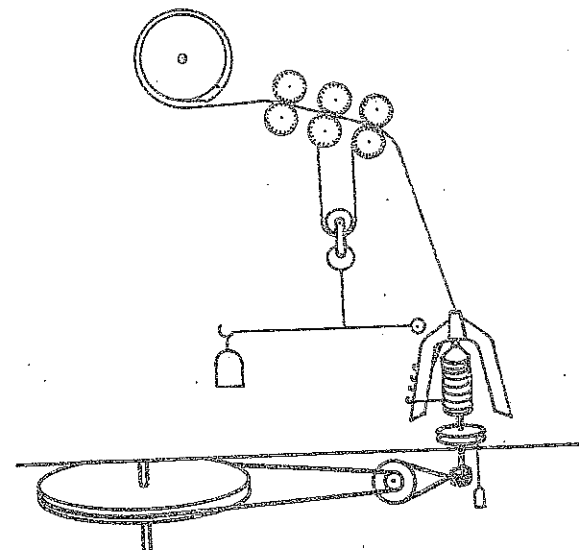


9.2. ábra  
Hargreaves "spinning jenny"-je

központjába költözött. 1770-ben szabadalmaztatta – ekkor már tökéletesített – gépét. Tom James anyagi támogatásával egy kisebb fonógyárat állított fel. Hargreaves azonban még nem gazdagodott meg találmányával.

\*A. Bohnsack i.m., 203. old.

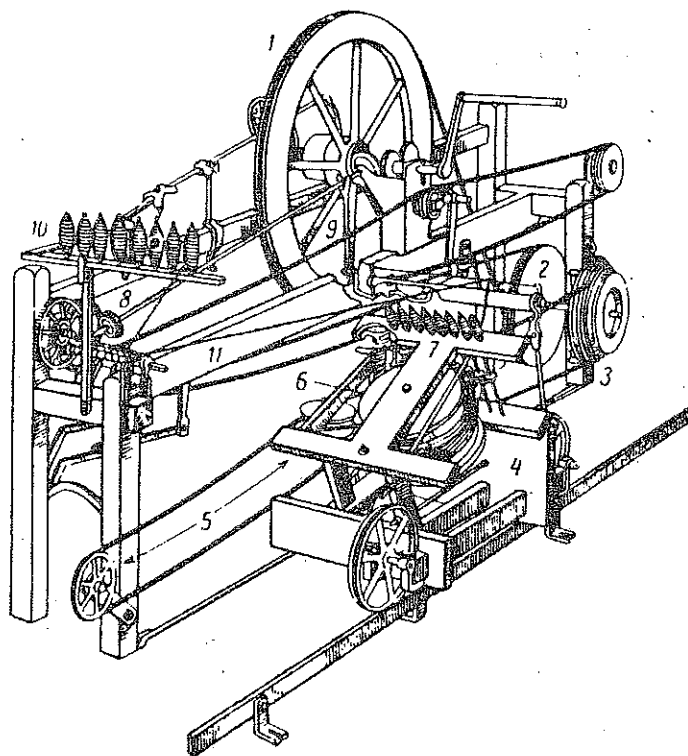
Richard Arkwright borbély a folyamatos üzemű rokkát gépesítette, amelyet vízzel hajtottak, innen a "water frame" (vízi szerkezet) elnevezés (9.3. ábra). A fonal nyújtását (vízi szerkezet) elnevezés (9.3. ábra). A fonal nyújtását növekvő fordulatszámú hengerpárok biztosították. Arkwright gépét 1769-ben szabadalmaztatta. Arkwright szintén egy tőkéstárssal szövetkezett, együtt gyárat alapítottak, s ő már jelentékenyen meggazdagodott.



9.3. ábra  
Arkwright "water-frame"-jének működési elve

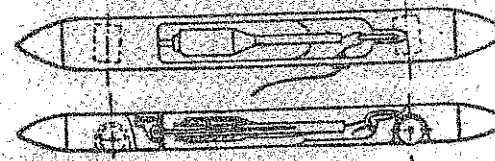
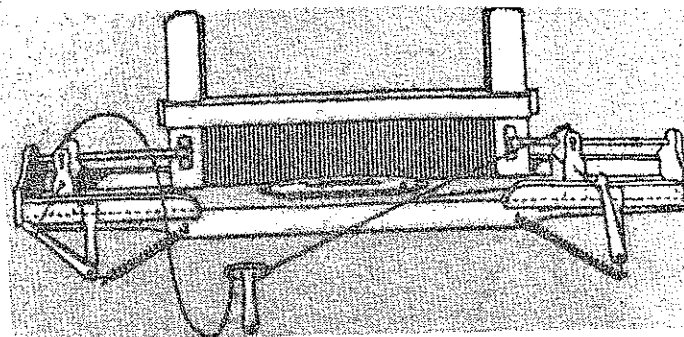
A két gép versenyében (tézis és antitézis) hamarosan létrejött a szintézis is: Samuel Crompton 1779-ben készült "mule-jenny"-je (öszvér-gép) a korábbi két gép bizonyos előnyeit egyesítette (9.4. ábra). Az új gép szakaszos üzemű volt, de jelentősen különbözött a jenny-től abban, hogy az orsókat kocsihoz szerelte. Ezzel már a "selfactor" előfutára, amely tehát önműködően végzi a sodrás és csévelés műveletét. Ugyanakkor a fonal egyenletes nyújtása érdekében Crompton átvette a "water frame" hengerpárjait.

Ezzel ki is alakult az a három fonógép, amely meghatározó jellegű volt a textilipar fejlődése szempontjából. Később Richard Roberts fejlesztette tovább 1830-ban Crompton gépét. Ezzel a "selfacting mule"-l (önműködő öszvér) jutott a csúcra a fonógépek tökéletesítése a kérdéses korban. Nézzük most a másik fontos textilipari művelet, a szövés gépesítését. A kézi szövőszéken való munkát jelen-



9.4. ábra  
Crompton "mule-jenny"-je

tősen megkönnyítette John Kay 1733-as találmánya, a gyorsvetelő (9.5. ábra). Ennek lényege, hogy a hosszirányban kifeszített láncszálakat keresztbező vetülékszálakat nem kézzel kell áthúzni – vagy szélesebb szövet esetén két takácsnak ide-oda adogatni –, hanem egy kis csónak formájú szerkezet viszi át egy sínen egyik oldalról a másikra, amit középről ostromszerűen lehet ide-oda rángatni. Kétségtelen, hogy ez az aránylag egyszerű ötlet a termelékenységet jelentősen növelte. A történeti munkák – köztük a tankönyvek egy jelentős része – egyenesen ezzel a találmánnyal magyarázza az ipari forradalom kezdetét. (Ne feledjük, hogy Kay 1733-as találmánya korábbi, mint az előzőekben tárgyalt fonógépek!) A szokásos magyarázat a következő: a gyorsvetelő elterjedésével megnőtt a szövöképesség, ez pedig fonalhiányt teremtett, ami viszont ösztönözte a találmányokat a fonóipar területén. Bármilyen logikusnak is tűnik ez az érvelés, az újabb technikátörténeti kutatások erő-



9.5. ábra  
Kay gyorsvetelője

sen megkérdőjelezték ezt a magyarázatot\*. Kay gyorsvetelője ugyanis csak évtizedekkel később terjedt el szélesebb körben. Jellemző példa, hogy amikor John Kay fia, Robert 1764-ben továbbfejlesztette apja találmányát, a következő választ kapta a kérdésben illetékes társaságtól (Society for the Encouragement of Arts and Manufactures): "A társaság egyetlen embert sem ismer, aki érti ezen vetelők használatának módját." A rendelkezésre álló statisztikai adatok ugyancsak az említett érvelés tarthatatlanságát támasztják alá: a kérdéses időszakban – amikor fonalhiány lett volna Angliában – a korábbi évekhez képest csökkent az angliai fonalbehozatal (holott Indiából erre bőségesen lett volna lehetőség). Úgy tűnik tehát, hogy az ipari forradalmat elindító szikra nem lehetett a gyorsvetelő feltalálása. Marad viszont – a korábban már részletezett – divat ill. a fonógé-

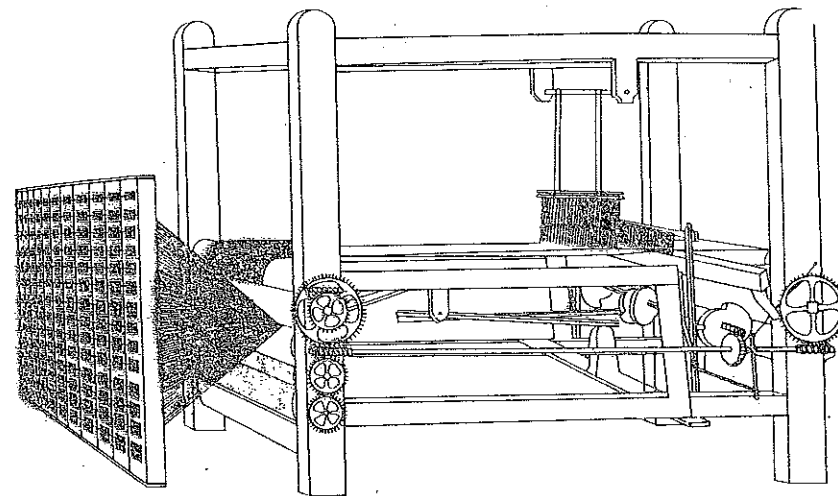
\*Lásd pl. Endrei Walter: Adalékok az ipari forradalom keletkezés-történetéhez, Történelmi Szemle, 1982/3. sz., 510-511. old.

pek. Ez az elképzelés azért is érdekes, mert jól mutatja, hogy a technikatörténeti kutatások milyen komplex vizsgálatot követelnek meg. Míg a gyorsvetélőn alapuló érvelés egy találmányból (tehát technikán belüli tényezőtől) igyekszik megmagyarázni a többi technikai eredményt, addig az utóbbi hipotézis egy olyan látszólag távoli tényezőt is figyelembe vesz, amelyet eddig figyelmen kívül hagytak. Úgy tűnik, hogy a technikatörténetnek egyre jobban figyelembe kell venni az ilyen mentális, általában: a társadalmi tényezőket. Ez ugyanis jelentősen elősegíti azt, hogy jobban a szóban forgó kor emberének szemével tudjuk a történelmet nézni, és ne minduntalan mai logikánkat vetítsük vissza (v.ö. B.3. fejezet).

De térjünk vissza a szövés gépesítésére (amit viszont az időközben – a fonógépek jóvoltából kialakult – fonalbőség valóban támogathatott). Edmund Cartwright pap 1785-ben szabadalmaztatta mechanikus szövőszékét (9.6. ábra). Ez a találmány azonban csak az első lépést jelentette az úton, hiszen ezek a gépek sem terjedtek el szélesebb körben. Érdekes megjegyezni ismét egy mentális tényezőt s egyúttal egy érdekes magyar vonatkozást. Cartwright a textiliparban teljesen kívülálló volt, látta azonban Kempelen sakk-automatáját. S saját visszaemlékezése szerint – egy vitában – ez adta neki a hitet az automatizálás lehetőségében. Nevezetesen, amikor Cartwright társaságának tagjai kétségbevittek a szövés gépesíthetőségét, ő így érvelt: "Nos, uraim ... csak nem akarják az állítani, hogy nehezebb olyan gépet építeni, amelynek szónie kell, mint egy olyat, amely azt a sok bonyolult mozgulatot végzi sakkjáték közben?"\* Néha ezt úgy értékelik a technikatörténészek, hogy Cartwright egy kegyes család áldozata lett, amikor feltalálta a szövőgépet. Az itt kiemelt idézet azonban jól mutatja, hogy őt elsősorban a sakkozógép mozgulatai ihlették meg, ezért Kempelen gépe ill. a benne rejtőző ember feltehetőleg valóban egy mechanikus rendszer segítségével végezte.

Cartwright találmányát csak a 19. sz.-ban követték olyan szövőgépek, amelyek valóban széles körben elterjedtek. R.M. Jacquard lyukkártyás vezérlésű szövőszéke – amely tulajdonképpen csak Vaucanson 1745-ben készült gépének a továbbfejlesztése – már alkalmas volt mintás szövetek gyors elkészítésére. Tulajdonképpen itt is egy divatigény kielégítéséről van szó (az iteratív fejlesztés elve – lásd B.3. fejezet – természetesen ilyenkor is használható). A mai értelemben vett modern szövőgép megalkotója pedig – a fonógéphez hasonlóan – Richard Roberts 1825-ben.

\*Idézi Endrei Walter: A textilipar története, Tankönyvkiadó, Budapest, 1974. 48-49. old.



9.6. ábra  
Cartwright mechanikus szövőszéke

A textilipar számára – a két részletesen tárgyalt alapelemtől, a fonáson és szövésen kívül – más részműveletek is fontosak. A 18. sz. végén egy sor találmány született további műveletek gyorsabb végrehajtására. Ezek közül is kiemelkedik a következő kettő: Bertholet 1785-ben kidolgozta a klóros fehérítés eljárását (korábban csak a napon fehérítették a feldolgozásra váró benedvesített szöveteket, ún. gyepfehérítéssel), Bell pedig ugyancsak 1785-ben megalkotta hengernyomógépét, amellyel színes mintákat lehet a kész szövetre rányomni.

A 19. sz. első évtizedeiben már kombinált textilgyárak működtek, amelyek minden műveletek egy adott ipari rendszerben hajtottak végre.

### 9.3 Az ipari forradalom kiteljesedése: szén és vas, gőzgép és gőzmozdony

Hogy kerül előtérbe – a textilipar fejlődése után – a vas az ipari forradalomban? Ez természetesen szintén igen összetett kérdés (és semmiképpen nem szabad itt ok-okozati "levezetésre" törekedni), mégis ki lehet emelni két fontos ösztönző erőt:

- A textilgyárak vasból való építésének igénye  
A korai textilgyárakban a gépek mind fából készültek (leszámítván néhány apróbb alkatrészt). A gyárak épületében pedig jellemző építészeti elem volt a fage-



renda, hiszen az igényelt nagy tereket téglával nem lehetett áthidalni. A drága gépek csak úgy térültek meg gyorsan, ha éjjel-nappal dolgoztak velük. Jellemző volt a 2-szer 12 órás műszak. Éjszaka pedig – más lehetőség nem lévén – nyílt lánggal (pl. fáklyával, gyertyával, mécsessel) kellett világítani. Bár erre a korra a szándékos gyújtogatások és géprombolások is jellemzőek, könnyű elképzelni, hogy – a favázás épületekben, fából készült gépek között, a mindenütt szálló pihék mellett – gyakorivá váltak a véletlen tüzesetek is. Ilyenkor többnyire leégett az egész épület – a nyersanyagokkal, a kész- és félkész termékekkel, gépekkel együtt. Így érthető, hogy Arkwright tőkés társa, Strutt ki is adta a jelszót: mindent – a gépeket, a lépcsőket, az épületet, a vízkereket – vasból kell készíteni. Hamarosan el is készültek az első öntött vasból kialakított gyárak: fémváz szerkezettel, hatalmas ablakkal.

- A háborúk miatt előtérbe került hadiipar igényei: Anglia a 18. század végén szinte folyamatosan érdekelt volt különböző háborúkban, pl.
  - gyarmati háborúk
  - Amerikai függetlenségi háború (1775-1783)
  - Napóleoni háborúk (1796-1815)
  - Nelson admirális tengeri győzelme - 1798
  - Trafalgari csata - 1805
 (hadtörténészek szerint az angolok jobb ágyú is hozzájárultak ez utóbbi két győzelemhez)

Ezek a textilipari és hadiipari igények gyors megoldásokat követeltek, s ennek jelentős hatása kellett legyen a bányászatra, a kohászatra és a fémmegmunkálásra.

Ekkor került előtérbe néhány már meglevő találmány továbbfejlesztése – különösen a gőzgépe. A gőzgépeket nem az ipari forradalom "szülte", hiszen már a 18. sz. eleje óta rendszeresen használtak gőzgépeket a bányákban vízszivattyúzásra. Erdemes megnéznünk részletesebben a gőzgép történetét – előtörténettel együtt –, már csak azért is, hogy elkerüljünk néhány gyakori tévedést is (így pl. bemutatjuk, hogy nem James Watt "találta ki" a gőzgépet; a textiliparban ezek a gépek sokáig nem játszhattak szerepet stb. – 9.7. és 9.8. ábra).

Papin (1690) gőzgépe a következőképpen működik (9.8/a. ábra): A munkahenger alján levő vizet felmelegítjük. A keletkező gőzök felnyomják a dugattyút. Ezután a gőzgép alsó részét addig hűtjük, míg a gőz cseppfolyósodik (kondenzálódik), s így a dugattyú alatt légritkított tér keletkezik. Ekkor a külső légnyomás hatására – pontosabban a külső és belső tér közötti légnyomáskülönbség miatt – a dugattyú lefele mozog, visszatér kiinduló helyzetébe.

Newcomen (1712) gőzgépénél már külön gőzkazán van (9.8/b. ábra), amit nem kell állandóan lehűteni. A gőz kon-

## GŐZGÉP

GYAKORLATI  
ALKALMAZÁS

KÖZLEKEDÉS

### ELŐTÖRTÉNET

Héron (1. sz. ?)  
forgó gőzgolyó

Leonardo (15-16. sz.)  
kísérletek gőzzel

Brancci (1629)  
gőzkerék terve

Huygens (1673)  
lőporgép terve

Papin (1690)  
dugattyús gőzgép

Savers (1698)  
gőzszivattyú

Newcomen (1711-12)  
kazános gőzgép

Polzunov (1763-66)  
kéthengeres gőzgép

Watt (1769)  
kondenzátoros  
gőzgép

Watt (1782)  
kettősműködésű gőzgép

Watt (1784)  
univerzális gőzgép

Cugnot (1769-70)  
gőzkocsi

### HAJÓ

### MOZDONY

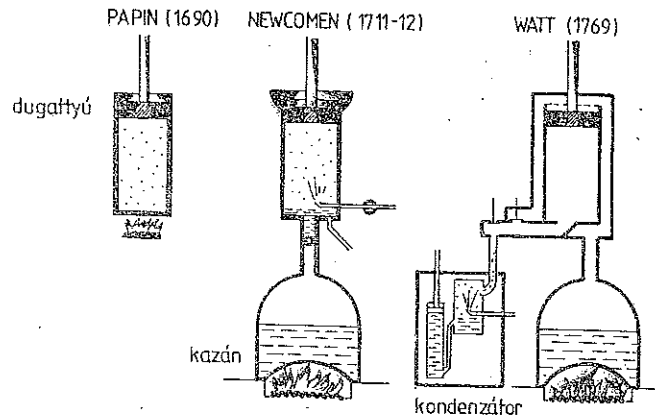
Symington (1801) Threvithick (1804)  
Fulton (1807) Stephenson (1814)



### A TERMODINAMIKA KEZDETEI

Carnot (1824) a gőzgép működése, körfolyamat

9.7. ábra  
A gőzgép története



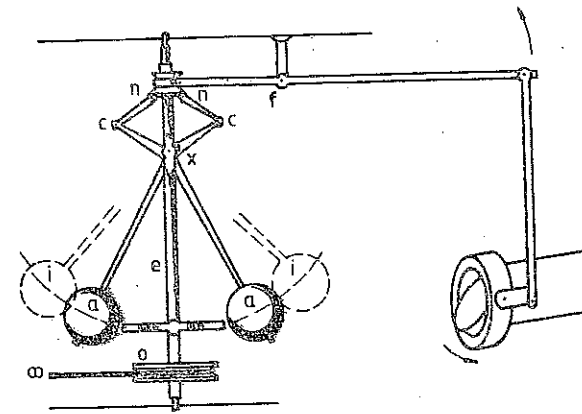
9.8. ábra

A gőzgép fejlesztésének három fontos állomása

denzálása itt a kívülről bespriccelt víz hatására indul meg. Még mindig jelentősen rontja a gép hatásfokát, hogy – ha nem is a kazánt – de egy, a gőzöktől állandóan felmelegedő teret kell lehűteni.

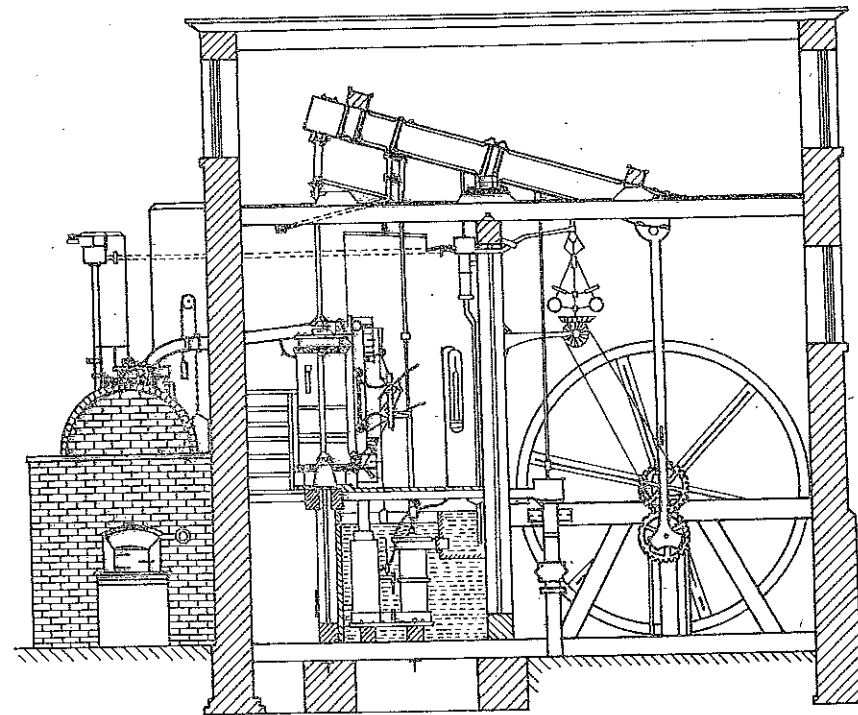
Watt (1769) gőzgépén már az említett kondenzálás is külön történik (9.8/c. ábra), ahova a fáradt gőzt elvezetjük. Újabb gépén (1782) pedig már mindkét irányban a gőz mozgatja a dugattyút, amelyet – megfelelő tolattyúk segítségével – felváltva letről, majd fentről vezetünk be (kettős működésű gőzgép).

Watt számos ötlettel tökéletesítette gépét. Ennek a kitartó és alapos munkának az eredménye az univerzális működésű gőzgép (1784). A bolygóhímza mozgását itt egy bolygókeres megoldással viszi át egy kerékre (a forgattyús átvitel egyszerűbb lett volna, de ezt külön már más szabadalmaztatta, akivel nem sikerült megállapodniuk). A gép egy másik fontos része a – korábban a malomiparban már használt, de széleskörűen Watt által elterjesztett – centrifugál szabályozó (9.9. ábra). Ez gondoskodik arról, hogy a forgómozgás közelítőleg egyenletes legyen. A gőzgép nagy kereke – megfelelő áttétel segítségével – két rúdhoz erősített fémgolyót is forgat. Ha a fordulatszám növekszik, a golyók kilendülnek és felemelkednek. Az ennek következtében lefelé elmozduló fémhüvely karok segítségével zárja a gőzszelepet. Mivel így a gőz befuvása csökken, a gőzgép lassul. Fordítva, ha a gép forgása túlzottan lelassul, a golyók leereszkednek, a gőzszelep nyílik, a gép pedig felgyorsul. Az univerzális működésű gőzgép – egyenletes forgómozgásával – számos területen használható (9.10. ábra). Így például már kielégíti a fonógépek alapvető igényét is,



9.9. ábra

Centrifugál szabályzó Watt nyomán



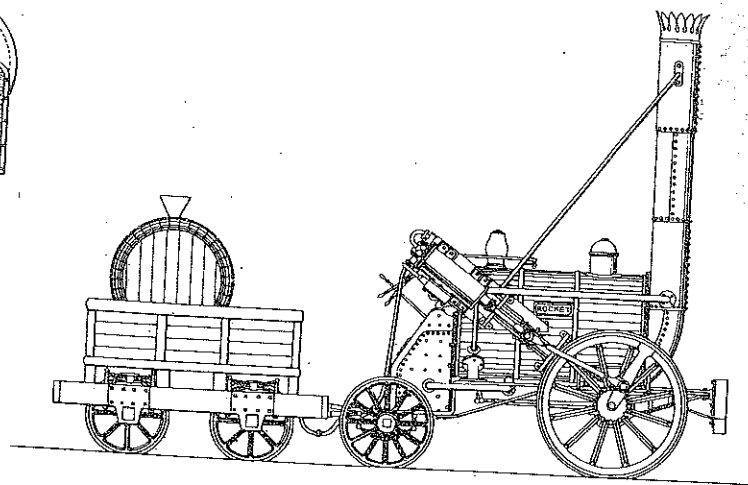
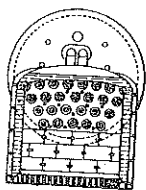
9.10. ábra

Watt univerzális gőzgépének vázlatja (kettős működésű, centrifugál szabályozású, bolygókeres meghajtású)

de elődeire ez még nem áll. Míg Newcomen gépének termikus hatásfoka csak 0,5% körül mozgott, az újabb Wattgépek már a 4,5%-ot is elérték.

Wattról tudunk kell azt is, hogy Boulton tőkésessel együtt alapított. Találmányaihoz itt nyilván kiváló lehetőségei voltak. A gőzgép tökéletesítéséhez azonban nemcsak ez, hanem a fémmegmunkálás gépeinek fejlődése is hozzájárult.

A technikatörténetben gyakran megfigyelhetjük, hogy egy új típusú energiaforrás megjelenésekor, ennek első széles körű alkalmazására a közlekedésben kerül sor. Így történt ez a gőzgéppel is. Igaz Cugnot (1769-70) gőzkocsija még csak epizódikus jellegű volt, de hamarosan megjelentek a gőzgépek mind a vízi, mind a szárazföldi közlekedésben. Igen sokan kísérleteztek gőzhajóval és gőzmozdonnyal, köztük az (egyik) első rendszeres forgalomban szereplő változat Symington (1801) ill. Threvithick (1804) nevéhez fűződik. Helytelen tehát azt mondanunk – mint ahogy nagyon sok könyvben ez tévesen szerepel –, hogy Fulton (1807) feltalálta "a" gőzhajót ill. Stephenson (1814) "a" gőzmozdonyt. Valójában ők csak egy kedvezőbb tulajdonságú ill. győztes vál-



9.11. ábra

Vázlat Stephenson "Rocket" gőzmozdonyáról, amellyel megnyerte az 1829-ben kiírt "mozdonyok viadala" pályázatát (a "Rocket" teljesítménye kb. 9,56 kW (13 LE) volt 17 t tömeg vontatásakor, sebessége elérte a 21 km/h-t, egy személykocsival és 36 utassal pedig a 38 km/h-t)

tozatot készítettek (Stephenson ténylegesen részt vett és győzött egy gőzmozdony-versenyen - 9.11. ábra). Nem szabad

tehát egyes nevekhez ragaszkodnunk, ill. figyelembe kell vennünk, hogy az iteratív fejlesztésnek több lépése van. A technikatörténet gyakran esik abba a hibába, hogy az utolsó aktuális iteráció megtevőjének tulajdonítja a teljes folyamatot. Esetünkben ezért szerepel több név ill. több iterációs lépés mind a gőzgép, mind a gőzgéppel működő közlekedési eszközök fejlesztésénél.

A gőzgépek elterjedésével megindult egyúttal a specializációjuk is. Kifejlesztettek például kifejezetten textilipari célra szolgáló, vagy gőzhajón üzemelő stb. gépeket. Ezzel a gőzgépek felcserélhetősége (kommutativitása) is megszűnt. Ez szintén egy elég általános érvényű törvényszerűség a technikatörténetben.

A gőzgép → számos műszaki terület után – végül feltűnt még egy helyen: a tudományban. Ne feledkezzünk meg arról, hogy a gőzgép fejlődésében részt vevő személyek közül szinte senki sem volt tudós (Newcomen korábban kovácsként, Watt pedig mechanikusként dolgozott). A gőzgép tehát nem meglevő fizikai ismeretek alkalmazásával fejlődött, hanem kísérleti módszerekkel fejlesztették. Sadi Carnot volt az a tudós, aki kifejezetten a gőzgép gyakorlatban való – de tudományosan még nem vizsgált – működését tette meg kiindulópontul 1824-ben megjelent könyvében. Itt írja le először az ún. Carnot-féle körfolyamatot, amely a termodinamika kezdő lépésének tekinthető. A gőzgép esetében tehát még a technika járt elől, és ezután magyarázott a tudomány. Az időkülönbség azonban már igen kicsi, s az ipari forradalom ilyen szempontból talán fordulópont is. A későbbiekben egyre inkább a tudomány jár elől s tár fel olyan ismereteket, amelyeket később technikailag meg lehet valósítani (gondoljunk pl. – egy kezdeti szakaszt leszámítva – az elektrotechnikára).

Szeretnénk egy elterjedt félreértést is eloszlatni. Nehogy azt higgyük, hogy a gőzgép tökéletesített változatai gyorsan kiszorították a vízkereket. A vízkerék ugyanis versenyre kelt. Gyakori jelenség a technikatörténetben, hogy a régi eszköznek még vannak tartalékai, s szükség esetén ezt az érdekeltek mozgósítják is. A verseny itt a kettő közötti szintézishez vezetett: az 1880-as években megjelentek – a vízkerék és a gőzgép bizonyos tulajdonságait egyesítő – gőzturbinák.

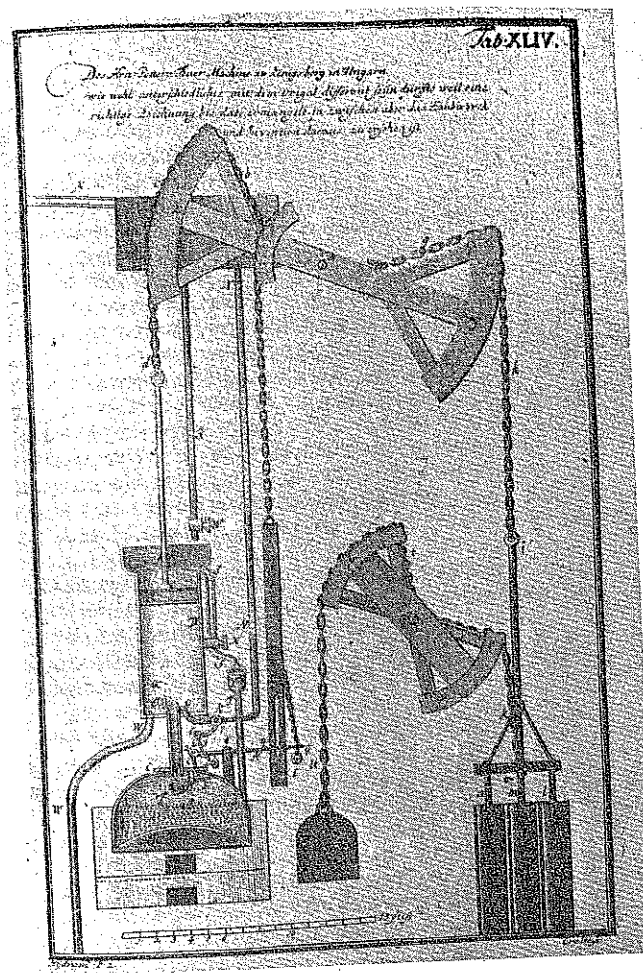
Az előzőekben – a gőzgépre és szűkebb környezetére koncentrálnak – kissé mostohán bántunk más területekkel. A gőzgép kétségtelenül a korszak reprezentáns gépe, de ennél nem is több. Nézzünk meg röviden néhány további fontos területet, amelyek ráadásul nem is választhatók el élesen a gőzgép témakörétől: a feltételek és a következmények egy bizonyult halójával van dolgunk.

Kezdjük a kohászattal. Még az ipari forradalom előtt megoldódott a nyersvastermelés egyik központi problémája: mivel lehetne a faszént helyettesíteni, hiszen – különösen

Angliában – az erdők rohamosan fogytak. A választ Darby kokszolási eljárása adta meg. Ez az eljárás viszont megkövetelte a kohóba befúvatott levegő mennyiségének növelését. Erre korábban Newcomen-, majd később Watt-féle gőzgépeket alkalmaztak. Az új légfúvórendszerek lehetővé tették egyre nagyobb kohók építését ill. a nyersvastermelés jelentős növelését. Ugyancsak fontos feladat volt a nyersvas kovácsolható vassá való feldolgozása. Erre dolgozta ki Henry Cort (1784) a kavarásos eljárást. Ennek lényege az, hogy a kemencébe vasoxidokban gazdag salakanyagot kevernek vissza, s így a nyersvas olvadásakor a szennyező szén az oxigénnel vegyületet alkot. A kavartvas kellő szilárdságával, megmunkálhatóságával és olcsóságával kiválóan alkalmas volt a gépgyártás céljaira. Így például a nagynyomású gőzkazánok készítéséhez a korábbi eljárásokkal készült vas még nem volt alkalmas. A gőzgépek tömeggyártásának megszervezéséhez tehát kulcsfontosságú volt a kavartvas.

Ugyancsak jelentősen fejlődött a fémmegmunkálás. Wilkinsin 1775-ben az ágyugyártás céljaira fejlesztette ki fűrőgépet, de a Boulton és Watt cég is ezt a gépet használta hengerfúratok készítésére. Alapvető jelentőségű – lényegében az első gépgyártási munkagép – Henry Maudslay (1794) vasesztergája. Ennek a találmánynak a lényege az az ún. szupport, amely tartja és mozgatja a forgácsoló kést. Maudslay üzemében is elsősorban Watték részére készítettek alkatrészeket.

... és nálunk? Tegyük egy rövid kirándulást hazánkban is. Magyarország az ipari forradalom centrumától – nemcsak földrajzilag, hanem átvitt értelemben is – igen messze esett. Igaz, éppen a 18. sz. 2. felében – ekkor uralkodott Mária Terézia – lehetőség nyílt a török idők lemaradásainak bizonyos pótlására. Megindult a hazai nyersanyagra támaszkodó ipar fejlesztése (pl. fémfeldolgozás Hunyadon, textilmanufaktúrák több helyen). Volt azonban egy terület, ahol hazánk a világ élvonalába tartozott: a felvidéki bányászat – melynek tradíciói a 13. sz.-ig nyúlnak vissza – igen fejlett volt. A Selmechánya melletti Újbányán már az 1720-as években működött – az elsők között a kontinensen – Newcomen-rendszerű gőzgép. Ennek a gépnek – valószínűleg nem a helyszínen, hanem csak leírás alapján készült – rajzát Jacob Leupold is közli 1725-ben (9.12. ábra). Selmechányán alapították a világ legrégebb bányászati akadémiaját (1735). Ez az intézmény később sok más nyugat-európai bányászati akadémia, ill. műszaki egyetem mintájául szolgált.



9.12. ábra  
A kontinens első Newcomen rendszerű gőzgépének rajza  
1725-ből

9.4 Az ipari forradalom új esztétikai értéket teremt: esszé  
az árnyoldalról és a technika szépségéről

(Olvasmány)

"A füst lefelé száll a kéményekből puha fekete perme-  
teget szítálva, akkora koromszemekkel olykor, mint egy ren-  
des hópehely – a nap halálát gyászoló hópehely képzelhetné  
az ember. A felismerhetetlenségig latyakos kutyák. Lovak  
– nem sokkal külön állapotban – befröcskölve sárral egé-

szen a szemellenzőjükig. A gyalogjárók az általános rossz-  
kedv ragályától megfertőzve egymás esernyőit lökdösisik...  
Köd, mindenütt. Köd a folyón fölfelé...; köd a folyón lefe-  
lé, amerre a hajók sorai és egy nagy (és piszkos) város  
parti hányadéka közt hömpölyög..." - így írta le Charles  
Dickens Londont 1853-ban (Örökösök, 1. köt., Révai, Buda-  
pest, 5-6 old.; ford: Ottlik Géza). Angliában a városi la-  
kosság 1770 és 1850 között 20%-ról 50%-ra nőtt. A városok-  
ba áramló tömegek szűk helyre bezsúfolódva éltek, maradék  
kis függetlenségüket is elvette a gyári fegyelem. A helyze-  
tük drámai volt. Az elkeseredettség gyakran géprombolások-  
hoz és felkelésekhez vezetett. Ilyen volt például a híres  
Luddista mozgalom az 1810-es évek elején (ennek Uitz Béla  
is emléket állít rajzsorozatával). Időre volt szükség, míg  
a munkások felismerték, hogy a nyomor nem magukból a gépek-  
ből fakad. (A kérdés társadalomtudományi elemzésébe most  
nem megyünk bele, hiszen ez közismert.) Érdekes módon a kor  
jelentős egyéniségei közül egyesek nem vettek tudomást az  
ipari forradalomról (pl. Adam Smith), mások lekicsinyelték  
jelentőségét\*.

... és hogy vélekedtek a művészek és esztéták? John  
 Ruskin (1819-1900) és William Morris (1843-1896) romantikus  
hévvel szállt síkra a középkori kézművesség visszaállításá-  
ért és iparművészeti műhelyek szervezéséért. Morris nyomdát  
is alapított és műhelyében a könyvművészet remekeit készít-  
tette.

De a gőzgépek és a vasszerkezetek jelenlétét már nem  
lehet meg nem történtté tenni. Mindenütt ott vannak. Akkor  
a feladat talán az, hogy tegyük őket széppé. De hogyan?  
Esetleg díszítsük a szerkezetüket! Talán ez motoszkálhatott  
azok fejében, akik korinthuszi öntöttvas oszlopokat tettek  
a gépekre, gótikus stílusú elemeket aggattak a gőzgépekre.  
A gótikával talán lehetne is valami rokonságot találni, hi-  
szen ott is a "szerkezet diadala" a lényeg. De - úgy tűnik -  
ez utóbbi még nem volt nyilvánvaló, hiszen Sir Gilbert Scott  
1859-ben azért ajánlja a gótikus stílust az építészek fi-  
gyelmébe, mert "vezéreszméje a konstrukció díszítése".\*\*  
A rokonság tehát már megvan, de enyhén szólva másképp.

Hamarosan azonban megindult a letisztulás. Háttha maga  
a technikai szerkezet is szép lehet! Nem úgy, hogy utólag  
díszeket aggatunk rá, hanem úgy, hogy semmi felesleges nincs  
rajta, csak a funkcióját vállalja, s éppen ez az egyszerű-  
ség, ez a tisztaság hat ránk. Igen, eljutottunk a modern  
építészet és a modern formatervezés (vagy design) közelsé-  
gébe.

\*Lásd: Endrei Walter: Adalékok az ipari forradalom keletkezés-tör-  
ténéhez, Történelmi Szemle, 1982/3. sz., 510. old.

\*\*N. Pevsner: A modern formatervezés úttörői, Gondolat, Budapest,  
1977, 11. old.

A technika nem várt, míg a művész elsajátítja termékét,  
hanem részben a társadalmi hatások, részben a saját öntör-  
vényei szerint fejlődött. És az eredmény? Az építészek kö-  
zött outsider (eredetileg kertépítő) Joseph Paxton az 1851-  
es londoni világkiállításra készült Kristálypalotában  
(Crystal Palace) a vasszerkezet és az üveg kombinációjának  
új lehetőségét mutatta be rendkívüli tér- és fényhatásaival  
(560 m hosszú, 42 m magas, előregyártott elemekből néhány  
hónap alatt felépült); az Eiffel-torony pedig - némi költői  
túlzással - fémbe ültette át a gótika kókkatedrálisainak bá-  
ját és kecsességét.\* Maga a torony persze Eiffel reklámja  
is, és a megrendelők között Budapest is ott tolong. Az ered-  
mény pedig itt is kiváló (csak nemrég kellett felújítani a  
Nyugati pályaudvart). Persze ez a pályaudvar azért nem kom-  
mutatív a híres toronnyal: azt hiszem, kevés francia menne  
bele a cserébe.

A tömegek pedig vették a lapot, mármint a vasszerkeze-  
tetek. A Kristálypalota gondolatvilága ugyanis betört a női  
divatba is. Korábban a hölgyek lószőrrel (crin) merevíthet-  
ték az alsószoknyát, ez a krinolin. Az 1850-es években az-  
tán acélszerkezet váltotta fel a lószőrt. R. Broby-Johan-  
sen\*\* dán művészettörténész szellemesen rajzolja egymás  
mellé a Kristálypalota és az alsószoknya vázszerkezetét.  
A szőben forgó divatötlet - azon túlmenően, hogy jól tükröz-  
te a korszellemet - számos más apró előnnyel is rendelke-  
zett, pl. viselője a "kúpola" alatt szabadon mozgathatta a  
lábát, a szoknya imponáns méreteivel távol tarthatta magá-  
tól - már fizikai értelemben is - az unalmas embereket, sőt  
esetleg vetélytársnőit is (a kor egyik nagy gondja, hogy  
még a nagy termekben is csak kevés hölgy fért el). Azt,  
hogy ez a divathóbort az ipar számára sem volt jelentékte-  
len, azt kitűnően illusztrálja a következő - szintén Broby-  
Johansennél\*\*\* szereplő - adat: 1854 és 1866 között (12 év)  
90 millió kilogramm acélt használtak fel krinolinabroncsok-  
ra. Így azt hiszem hihető, hogy ebben az időben a bolti el-  
árúsító kislánytól kezdve a gazdag dámáig mindenki krino-  
linos szoknyát viselt - csak az utóbbié más textiliából  
készült és esetleg drágakövekkel volt kivarrrva.

S ha már megint a divathoz lyukadtunk ki, hadd álla-  
pítsuk meg, hogy azért egyes területeken Ruskinnak is iga-  
za lett. Ha a középkori kézművességet és az iparművészeti  
műhelyeket nem is sikerült általánosan visszaállítani, né-  
hol mégis megmaradtak. Az egyedi iránti igény ugyanis so-  
hasem szűnt meg, sőt napjainkban sikké is vált (gondoljunk  
pl. a divatra, ugyan ma egyen-farmernadrágban járunk, de

\*Mácsa János Esztétika és forradalom, Gondolat, Budapest, 1970.  
114-115. old.

\*\*Az öltözködés története, Gondolat, Budapest, 1969. 252. old.

\*\*\*I.m., 254. old.

azért senki sem örülne, ha a színházban vagy a szalagavató bálon is mindenki egyforma estélyi ruhában lenne – éppen ez a boutique-ok varázsa!). És azt se felejtsük el, hogy a tárgyak megtervezése egyedi kézművesmunka, de a gyártás már sorozatban történik – tehát az egyedi siker, de az esetleg elkövetett egyedi hiba is sokezeres szériákban ismétlődik.

## Irodalomjegyzék

(Átfogó technikatörténeti munkák – ezeket \*gal jelöljük–; részterületeket ill. korszakokat tárgyaló technikatörténeti művek; tudománytörténeti, kultúrtörténeti munkák, amelyek technikatörténeti vonatkozásokat is tartalmaznak; általános művek, amelyek a technika fejlődésével szintén foglalkoznak. Az irodalomjegyzék kizárólag magyar nyelvű könyveket tartalmaz.)

- Agricola, G.: A bányászatról és kohászatról, Orsz. Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület, Sopron, 1985.
- \*Andai P.: A mérnöki alkotás története, Műszaki, Budapest, 1959.
- \*Andai P.: A technika fejlődése az őskortól az atomkor küszöbéig, Akadémiai, Budapest, 1965.
- Balassa I.: Az eke és a szántás története Magyarországon, Akadémiai, Budapest, 1973.
- Balázs L.: A kémia története, Gondolat, Budapest, 1968. 2. kiadás 1975.
- Baumgartner A.: A fizika története, Stampfel, Budapest, 1913.
- Bartócz J.: Mezei grófok és más mesterségek, Mezőgazdasági, Budapest, 1979.
- Benedek I. (szerk.): A természettudomány a francia felvilágosodásban, Gondolat, Budapest, 1965.
- \*Bernal, J.D.: Tudomány és történelem, Gondolat, Budapest, 1963.
- Bernal, J.D.: A fizika fejlődése Einsteinig, Gondolat – Kossuth, Budapest, 1977.
- Bence Gy., Kiss J. (szerk.): Munka és emberréválás, Kossuth, Budapest, 1972.
- Bogdán I.: A magyarországi papíripar története, Akadémiai, Budapest, 1963.
- Bogdán I.: Mestere volt egykor, Magvető, Budapest, 1984.
- Bökönyi Gy.: Vadakat terelő juhász, Magvető, Budapest, 1978.
- Braunbek, W.: Út a határtalanba, Gondolat, Budapest, 1964.
- Chadwick, J.: A lineáris B megfejtése, Gondolat, Budapest, 1980.
- Childe, G.: A civilizáció bölcsője, Gondolat, Budapest, 1959.
- Childe, G.: Az ember önmaga megalkotója, Kossuth, Budapest.
- Clark, G.: A vadembertől a civilizációig, Magyar Könyvtárak Kultúregyesülete, Budapest, 1948.
- Clark, G.: A világ őstörténete, Gondolat, Budapest, 1976.
- Csendes L.: Térképhistória, Magvető, Budapest, 1980.
- Darvas G.: Évezredek hangszerei

- Szilágyi J. Gy.: Etruszko-korinthuszi vázafestészet, Akadémiai, Budapest, 1975.
- Szónyi Gy. E.: Titkos tudományok és babonák, Magvető, Budapest, 1978.
- Szűcs E.: Dialógusok a műszaki tudományokról, Műszaki, Budapest, 1971. 2. kiadás: 1976.
- Szűcs E.: Technika és rendszer, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981., 2. kiadás: 1985.
- Szűcs E.: A számítógép tegnapról holnapig, Műszaki, Budapest, 1987.
- Szkazkin, Sz.D.: A parasztság a középkori Nyugat-Európában, Gondolat, Budapest, 1975.
- Tarr L.: A kocsis története, Corvina, Budapest, 1968., 2. kiadás: 1978.
- Ürögdi Gy.: Hogyan utaztak a régi rómaiak? Panoráma, Budapest, 1979.
- Vajda P.: Magyar feltalálók, Országos Közművelődési szövetség, Budapest, 1943.
- Varga D., Vekerdi L.: A világ kereke, Móra, Budapest, 1985.
- Várkonyi N.: Az írás története, Turul, Budapest, 1943.
- Várkonyi N.: Szíriai oszlopai, Magvető, Budapest, 1972.
- Vekerdi L.: Kalandozás a tudomány történetében, Magvető, Budapest, 1969.
- Vekerdi L.: A befejezetlen jelen, Magvető, Budapest, 1971.
- Vitruvius Polio M.: Tíz könyv az építészetéről, Képzőművészeti, Budapest, 1988.
- Vries, de L.: Furcsa találmányok, Móra, Budapest, 1982.
- Waerden, B.L. van der.: Egy tudomány ébredése, Gondolat, Budapest, 1977.
- Wartofsky, M.W.: A tudományos gondolkodás fogalmi alapjai, Gondolat, Budapest, 1977.
- Wille, H.H.: A szakócától a dinamóig, Kossuth, Budapest, 1983.
- Zemplén J. (Mátrainé): A háromezeréves fizika, Franklin, Budapest (2. kiadás: 1958)
- Zemplén J.: A magyarországi fizika története 1711-ig, Akadémiai, Budapest, 1961.
- Zemplén J.: A magyarországi fizika története a XVIII. században, Akadémiai, Budapest, 1964.
- Zemplén J., Szabadvány F., Kontra Gy.: A kísérletezés úttörői a 19. században, Gondolat, Budapest, 1963.
- \*Zvorikin, A.A. és tsai: A technika története, Kossuth, Budapest, 1964.