

E rövid cikkben megismerkedünk azokkal a gondolatokkal, amelyeknek gyakorlati értékesítése megteremtette a mai gőzgépet. Azt a gépet, amelynek csak egyik faja is, a lokomotív, olyan nagy jelentőségű kultúréletünkben, hogy bátran elmondhatjuk felőle, amit egy angol kulturhistórikus mondott: "Többet tett az emberiség egyesítése érdekében a lefolyt száz esztendő alatt, mint az összes költők, filozófusok és próféták a világ teremtése óta."

Aki valamikor figyelmesen szemlélte a víz forrását egy edényben, tapasztalhatta, hogy a fejlődő gőzök az edény fedőjét emelgetik. Tehát tapasztalhatta, hogy a gőznek van feszítő ereje. A gőzgépekben ez a feszítő erő van kényszerítve munkát végezni.

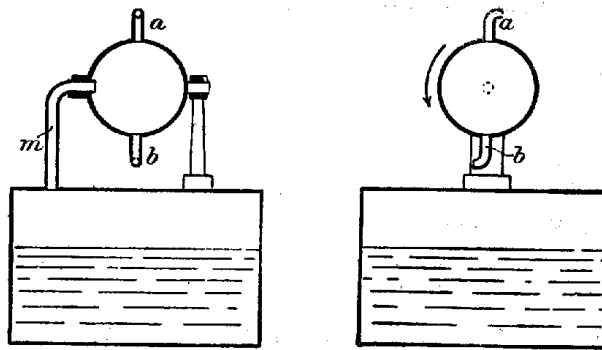
Sajátságos, hogy bár a gőz feszítő erejére vonatkozó említett tapasztalás nagyon régi és bár a mai gőzgépben ez a feszítő erő végez munkát, a gőzgép eszméje mégis nem a gőz feszítő erejére vonatkozó tapasztalatokhoz fűződik. Nem az a törekvés teremtette meg a gőzgépet, hogy a feszítő erőt kihasználják, hogy gyakorlatilag értékesítsék, hanem a szükség. A kőszénbányák vize kiszivattyúzásának szüksége sarkallta az embereket valami nagy erőforrás találására. Az erőforrást a levegő nyomásában találták meg és hogy a levegő nyomását munkavégzésre kényszeríthessék, azért folyamodtak a víz forralásához.

Éppen ezért a mai gőzgép kifejlődésére semmi hatása sem volt azoknak a régi eszközöknek, amelyek valamilyen módon a gáz feszítő erejének felhasználásával működtek. Ezekről nagyon röviden emlékszünk meg.

Olvashatni, hogy már a régi egyiptomi papok tudtak olyan oltárt készíteni, amelybe ha vizet töltöttek és a vizet forralták, a származó gőzökkel munkát tudtak végeztetni. A gőzök u. i. előretoltak egy dugattyút, mely a templomajtóval volt összekötve és az ajtó bezárult. Ha aztán a gőzök lecsapódtak, a dugattyú visszamozgott, az ajtó kinyílt: az Isten újból áldozatot kívánt.

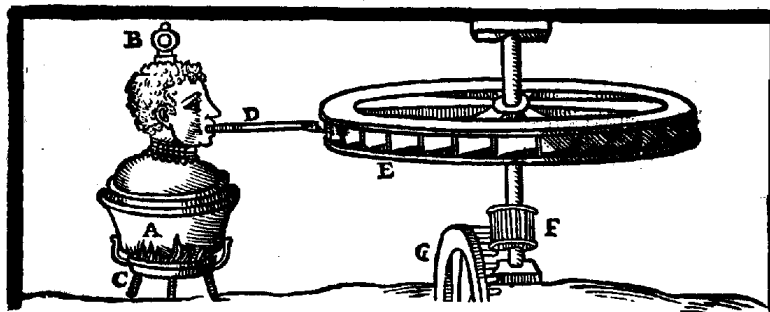
Olvashatni azután *Archimedes* (Kr. e. 287–212.) gőzágyújáról. A ágyú erősfalú zárt víztartó volt, amelynek egyik oldalából rövid cső nyúlt ki. E csőbe köveket szorítottak s az edény alatt erősen tüzeltek. Mikor az edény izzó lett, vizet öntöttek bele. A víz gyorsan gőzzé vált s a gőz nagy robajjal messze kihajította a csőben levő köveket.

Nevezetesebb ezeknél a *Heron* (Kr. e. 120.) gőzforgója, amely a gőzturbinák ősmintájának tekinthető. (1. ábra.)



1. ábra

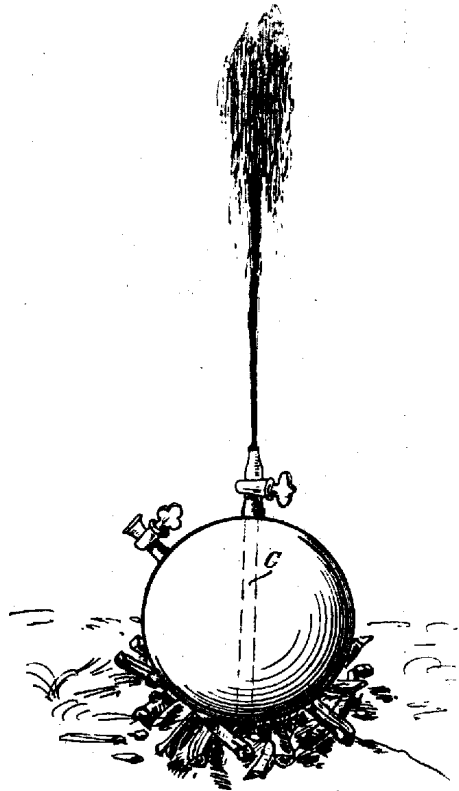
Üres golyó, melybe egy átmérő két végpontjának megfelelő helyen egy-egy cső van beferrasztva s e végei ugyanazon értelemben meg vannak hajlítva. A golyó forgást végezhet olyan tengely körül, mely a csövek hajlása irányára merőleges. A golyóba az alatta levő víztartóból gőz jut be, mely a csöveken kiáramolván, a golyót az áramlás irányával ellenkező értelemben forgásba hozza.



2. ábra

Az egész középkoron át nem találmi újabb szerkezetet. Az újkor elején, 1629-ben *Giovanni Branca* állít össze egy szerkezetet. (2. ábra.) mely a következő módon működik: Az *A* edényben forralt víz gőze a *D* vízszintes csövön kiáramlik s az *E* lapátos kereket forgásba hozza. A kerék aztán valamilyen munkát végeztet, (nyársat forgatott.)

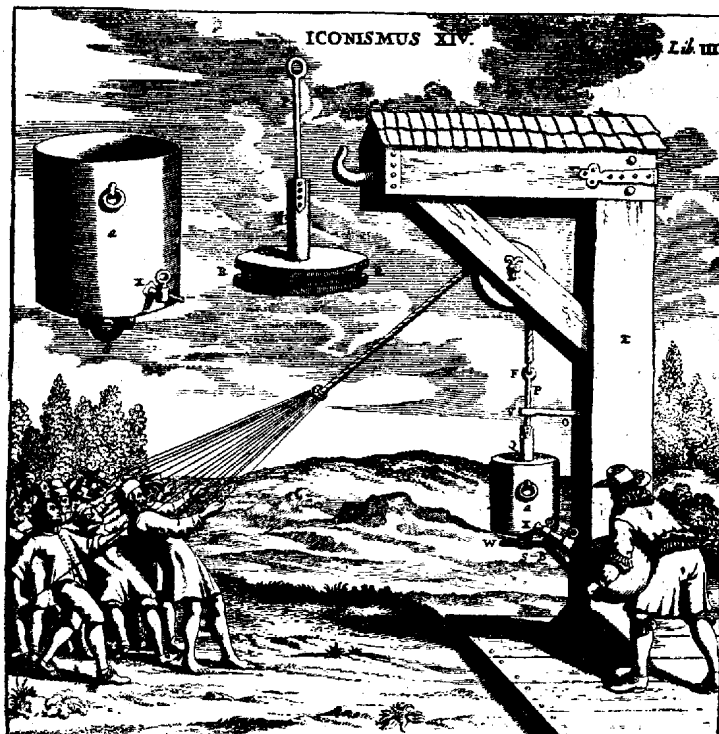
*Salomon de Caus* 1615-ben XIII. Lajos kertjében szökőkutak előállítására használja fel a gőz feszítő erejét. (3. ábra.)



3. ábra

Egy rézgolyó vízzel van megtöltve (az oldalt levő csapon át tölthető meg) s ha a víz melegítettik, a származó gőz nyomása felhajtja a vizet a másik csövön, mely majdnem a golyó fenekéig ér.

A mai gőzgép eszméje, mint már említettük is, nem az ezen szerkezeteket létesítő tapasztalatokhoz, hanem egy nevezetes fölfedezéshez fűződik. *Torricelli* u. i. fölfedezte 1643-ban a levegő nyomását. 3. ábra. *Guericke*, mindeneket meggyőzni kívánván a levegő óriási nyomóerejéről, hatásos kísérleteket eszel ki és a nagyközönségnek bemutatja. Többek közt 1654-ben a következőt: (4. ábra.)

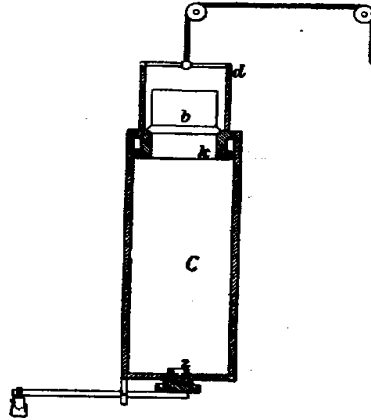


4. ábra

Az *a* hengert egy állványra erősíti s ellátja jól záró dugattyúval. A dugattyúhoz kötelet erősít, azt átveti az állvány csigáján s a másik végét 20 – 30 emberrel tartatja. A henger fenekéből kiinduló, csappal elzárható csőre rácsavarja egy légritkított gömbnek a csőnyúlványát. Ez megtörténvén a csapokat megnyitja. Ekkor a henger levegője átáramlik a ritkított levegőjű gömbbe s a külső levegő nyomása a dugattyút a sok ember erőfeszítése dacára is lenyomja a henger fenekére.

Guericke hatásos kísérletei rámutatnak egy hatalmas erőforrásra, melynek igába-hajtására nagy szükség volt már, főleg a bányák vize kiszivattyúzása céljából. A kérdés csak ez: miképp lehetne egyszerű módon előállítani légritkított teret?

*Huyghens*, a híres hollandus fizikus, a következő szerkezetet eszelte ki. (5. ábra.)

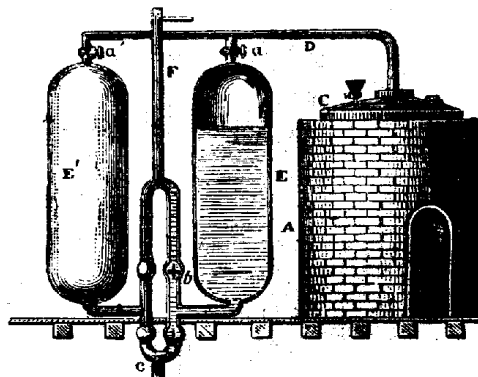


5. ábra

Egy erős rézhenger, *C*, fenekébe lyukat fúrt, s ebbe az alatta levő és másik végén súlyokkal terhelhető kétkarú emelő segítségével egy üreges dugót szorított be. A dugó üregébe puskaport tett. A hengerben jól záró, felfelé nyíló szeleppel ellátott dugattyú mozoghatott. A dugattyúhoz erősített kötélen csigákon volt átvetve. Ha a dugattyú le volt tolvá s a puskapor meggyújtatott, a fejlődött gázok feltölték a dugattyút a henger tetejéhez, egyúttal felfelnyitották a szelepet s egy részük a szabadba távozott. A külső levegő nyomása ezután bezárta a szelepet s a dugattyút majdnem a fenéig lenyomta, hiszen a hengerben maradt és folyton hűlő gázok nyomása kisebb volt, mint a külső levegőé. Ismételt lőporrobbantás a dugattyú ismételt járását eredményezte. Huyghens ezt a gépet XIV. Lajos francia király versaillesi kertjének vízzel való ellátására be is rendezte 1674-ben. Minthogy ez a gép lassan működött és a robbanás miatt veszedelmes is volt, szélesebbkörű alkalmazásra nem is számíthatott.

Huyghens tanítványa: *Papin*, jött arra a gondolatra, hogy légritkított teret a vízgőz lecsapása által kellene előállítani. A dugattyú-henger fenekére vizet öntött s a dugattyút letolta annyira, hogy érintse a víz színét. Ezután a henger fenekét melegítette. A víz forrásba jött s gőzei a dugattyút feltölték. Itt a dugattyút egy kampóval megakasztotta és a henger alatt a tüzelést beszüntette. A gőz lassan lehűlt, lecsapódott s ha a dugattyút tartó kampót kiakasztotta, a levegő nyomása letolta a dugattyút a víz színéhez. Újból tüzelve a henger alatt, a dugattyú járása megismétlődött. Ezt a gépet *Papin* 1688-ban állította össze. Gyakorlati értékesítésére ennek se lehetett gondolni, mert nagyon lassan működött és sok tüzelő anyag fogyasztása mellett is kevés munkát végezett. *Papin* legjobb esetben csak annyira tudott menni, hogy a dugattyút percenkint 4-szer járt le s fel.

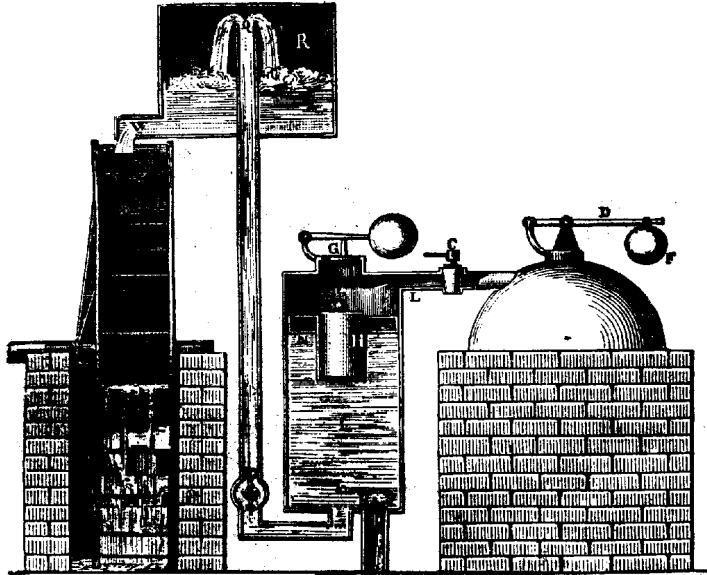
*Papin* gondolatát *Suvery* más kivitelben értékesítette 1698-ban. (6. ábra.)



6. ábra

A befalazott *C* kazánban vizet forralnak. A fejlődő gőz *D* csövön át *a* és *a'* csapok révén, hol *E*, hol *E'* edénybe bocsátható. Ezen edényeket összekötő cső *c* nyúlványa vízbe ér, *F* nyúlványa pedig ahhoz a víztartóhoz vezet, amelybe a vizet fel kell szivattyúzni. A gép működése ez: Kezdetben *E* és *E'* edények tele vannak vízzel. Az *a* és *a'* csapok felváltva kinyitvatván, a bejutó gőz felszorítja vizet *F* csövön át a víztartóba, mert a lefelé vezető csövek szelepeit a víz nyomása bezárja, a felfelé vezető csöveket kinyitja. Elzárja a csapokat, az edényeket megtöltő gőz lehül, lecsapódik s a külső levegő nyomása *c* csövön át megtölti az edényeket vízzel. Újból kinyitva és bezárva a csapokat, az előbbi folyamat ismétlődik. Nagy baja ennek a gépnek, hogy az *E* és *E'* edényekbe először jutó gőzt az ott levő hideg víz lecsapja, s csak mikor a felszín bizonyos fokig felmelegedett, az azután beáramló gőz feszítő ereje nyomja le a vizet. E gép tehát kis munka végzésekor is sok gőzt emészt.

Savery gépét Papin javítja 1706-ban, annyiban, hogy a gőzt nem ereszti rá közvetlenül a hideg víz színére, hanem a vízen nyugvó és könnyen mozgó dugattyúra. Az egész berendezést könnyen megérthetni a 7. ábrából.

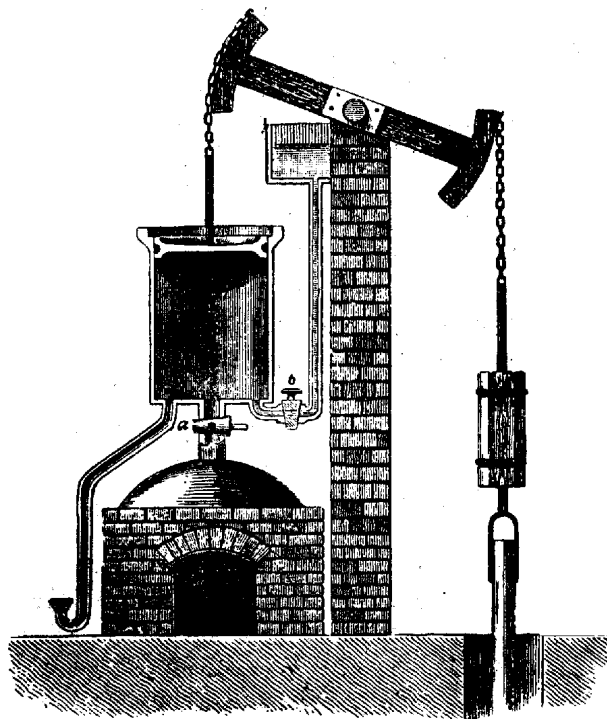


7. ábra

A víztartóba felemelt víz energiája egy lapátos kerék segítségével forgó mozgás előállítására is szolgálhatott. Papin megkísérelte ezt a forgó mozgást lapátos kerekű hajók hajtására is felhasználni, de kevés volt a szerencséje.

Papin gépe gyors járású nem lehetett. Még ha sikerült is módot találni a dugattyúhenger alatt a tüzelésnek gyors beszüntetésére és újból való megkezdésére, megmaradt hátrányos körülménynek az, hogy ugyanazon hengerben kellett lecsapódnia a gőznek, amelyben a víz forrt. *Newcomen* és *Cawley* jutottak arra a gondolatra 1705-ben, hogy a vizet külön kazánban kellene forralni. Készítettek is egy gépet, melynek külön kazánja és külön dugattyú-hengere volt. A henger a kazán fölött állott és csappal zárható cső vezetett a fenekéből a kazán tetejéhez. A csap kinyitásakor gőz áramlott a kazánból a hengerbe s a dugattyút feltolta. Ha elzártuk, a henger gőze lassan lecsapódott, a légnyomás letolta a dugattyút. A csap ismételt nyitása és zárása újból létrehozta az előbbi folyamatot.

Ezen gép tökéletesítéséhez a véletlen is hozzájárult. Egy gépnek u. i., miután hosszabb ideig használatban volt, megkopott a dugattyúja s rosszul zárt. Hogy levegő ne juthasson könnyen a hengerbe, gőz meg ki, a dugattyúra néhány milliméter vízréteget öntöttek. Ettől a pillanattól kezdve a gép szokatlanul gyorsan járt. Kiderült, hogy a dugattyúra öntött víz beszívárog a hengerbe s a gőz lecsapódását sietteti. E véletlen adta tapasztalatot rögtön értékesítették. A hengert egy víztartóval hozták összeköttetésbe, melyből egy csap nyitása révén víz sugarat bocsátottak a hengerbe, mihelyt a gőz feltolta a dugattyút s így a gőz lecsapódása gyorsan ment. (8. ábra.)

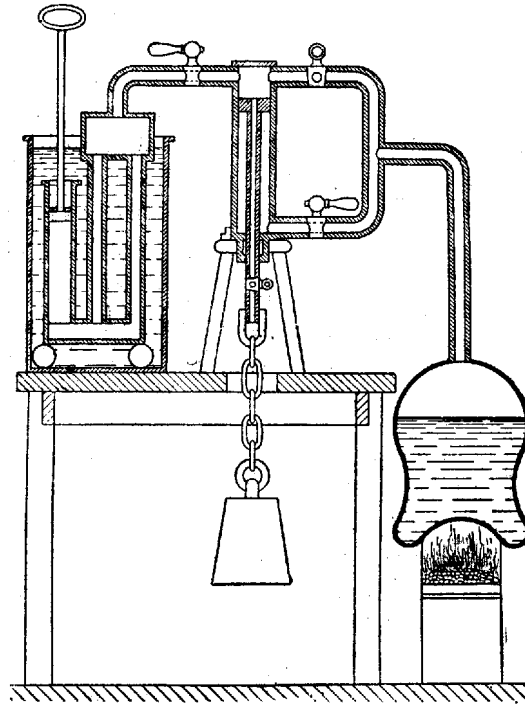


8. ábra

A Newcomen gépét már széles körben alkalmazták. Pl. Londonban 1720-ban egy olyat állítottak fel, melynek hengere magassága 2,6 m., átmérője 0,76 m. volt. Ez óránként  $3,1 \text{ m}^3$  vizet emelt 38 m. magasra. A géprészek tökéletesítéséhez nagyban hozzájárult *Smeaton* mérnök s ő már 80 lóerejű Newcomen-féle gépet is készített. Elterjedtek e gépek nemcsak Angolországban, hanem külföldön is mindenfelé. Hazánkban is Newcomen-féle gép volt az első, mely *Höll József* mérnök felügyelete alatt működött Selmecebánya közelében, 1758-tól kezdve.

A gőzgép további fejlődése *Watt János* nevéhez fűződik. Watt, a glasgowi egyetem szerény mechanikusa, egyszer az egyetem fizikatanárától kapott egy Newcomen-féle gépmodellt, kijavítás végett. A gépet kijavította s mikor a működését kipróbálta, azt tapasztalta, hogy a gép kazánja csak nagyon rövid ideig tud annyi gőzt termelni, amennyi a gép egyenletes-járásban tartásához szükséges. Ez a tapasztalat arra indította, hogy kutassa ki a gép egyenetlen járásának okát. Először arra gondolt, hogy a méretek, különösen a kazán és a henger méretei helytelenek, de aztán sok-sok tanulmány és kísérletezés útján arra jutott, hogy a hiba abban van, hogy a gép egy dugattyú-járatkor 3-szor, 4-szer annyi térfogatú gőzt fogyaszt, mint a henger térfogata. Ezt nem bírja el a kazán. Megtalálta ennek a nagy gőzfogyasztásnak az okát is. A hengerbeli gőz lecsapódásakor u. i. lehül a henger fala is, tehát a hideg hengerfal a belépő friss gőzből sokat lecsap. A mozgó dugattyú meg állandóan hideg, mert felső oldala közvetlenül érintkezik a külső levegővel. Arra törekedett tehát, hogy valamiképpen módját ejtse annak, hogy a gőz lecsapódása ne a dugattyúhengerben menjen végbe, hogy a henger lehető állandó mérsékleten tartassék és hogy a külső levegő ne érintkezhesék közvetlenül a dugattyúval. Törekvése sikerült is a következő gondolat révén: A gőz terjengős, ha tehát egy gőzzel telt zárt teret összeköttetésbe hozunk egy légüres térrel, a gőz gyorsan át fog áramlani ebbe a térbe. Ezért a dugattyúhengert abban a pillanatban, amikor a gőzt lecsapni akarjuk, összeköttetésbe kell hozni egy cső útján valamely légritkított térrel, vagy legalább is kisebb nyomású, alacsony hőmérsékletű térrel; akkor a gőz ide áramlik át és itt csapódik le. Ez lesz a kondenzátor.

A legelső modell, amelyet Watt a vázolt gondolatának megfelelően készített 1762-ben, a 9. ábrában látható.



9. ábra

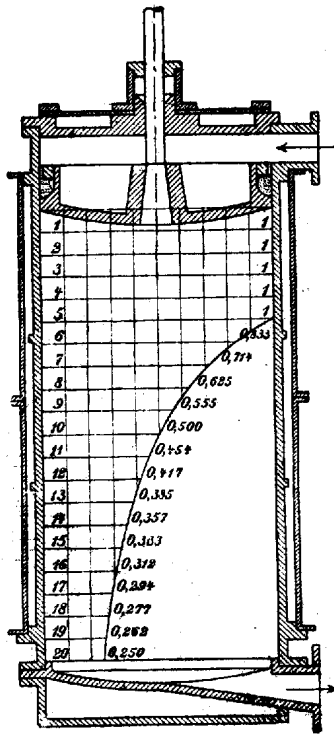
A készülék főrészei: a kazán, a dugattyúhenger és a szivattyú vagy kondenzátor. A dugattyúhengert a kazánal két cső, a kondenzátorral egy cső köti össze. A dugattyúra alul súly van akasztva. A szivattyú hideg vizet tartalmazó edénybe van állítva. Működése a következő: Először is gőz bebocsátással ki kell űzni a levegőt a hengerből. Azután, ha a kazán felőli felső csapot elzárjuk, a kondenzátor felőlít megnyitjuk, a gőz a dugattyú fölötti térből a kondenzátorba jut, lecsapódik; a dugattyú alatt levő gőz pedig feltolja a dugattyút. Ekkor a kondenzátor felőli csap elzárása és a kazán felőli felső csap kinyitása révén gőz jut a dugattyú fölé is, olyan nyomású gőz, mint amilyen alatta van; tehát a dugattyú a ráakasztott súly húzása következtében lemegy a henger fenekére. Az alábbi csapnyitások és zárások ismétlésével a dugattyú járása is megismétlődik.

Ebben a kondenzátoros gépben a külső levegő nem érintkezik a dugattyúval. Nincs is szükség benne a levegő nyomására. Szerepét félig-meddig a dugattyúra akasztott súly vette át.

Wattot e modellel végzett kísérletei nem elégítették ki. Nagyon sok volt a praktikus nehézség. A lakatosok, bádogosok ügyetlenek, gyakorlatlanok voltak a géprészek készítésében. Watt minden pénzét ráköltötte kísérleteire, majd *Roebuck* és később *Boulton* gyárosok támogatásával folytathatta kísérleteit. Végre is jó eredményt ért el. Cornwallban 1777-ben két olyan gépet állított fel, mely az eddigi összes gépeket fölülmúlta és "amelynek sebessége, ereje, nagysága és félelmetes lármája megelégedésére szolgált mindazoknak, barátoknak, ellenségnek egyaránt, akik csak működni látták". Három esztendő alatt húsz ilyen szivattyúzógép készült, aztán még több, úgy, hogy 1790-ben már egy légnyomásos gép sem volt Cornwallban. Hogy a henger lehetőleg olyan hőmérsékleten tartassék, mint amilyen a beömlő gőz van, a készült gépek némelyikének hengerét kívülről egy másik hengerrel vették körül s a két henger közt folyton gőz cirkulált.

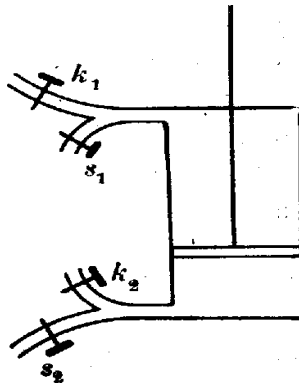
Még tovább is ment Watt a gépe tökéletesítésében. Már 1767-ben arra a gondolatra jött, hogy ha a dugattyúnak a hengerben való mindkét mozgását a gőz hatásával lehetne létrehozni, azaz ha a gépet kettős működésűvé sikerülne tenni, akkor kisebb gép is nagyobb erővel dolgozhatna és a gép járása sokkal egyenletesebbé válhatnék. 1769-ben meg az expanziós gépek elvét mondta ki. Nevezetesen belátta, hogy az az energia, amellyel a gőz az elég nagy nyomáskülönbség folytán a hengerből a kondenzátorba áramlik, a gép működése szempontjából haszon nélkül elvész. Ezt a veszendőbe menő energiát úgy lehetne csökkenteni, hogy a dugattyú mozgatása végett nem kellene mindaddig bebocsátani a gőzt, ameddig a dugattyú a szélső helyzetbe jut, vagyis nem kellene telebocsátani a hengert gőzzel, hanem pl. csak  $\frac{1}{4}$ -éig. Ekkor u. i. a gőz a dugattyújárat első negyedében teljes feszítő erővel mozgatja a dugattyút, azután kiterjed, folyton kisebbedő nyomással viszi tovább a dugattyút s végre a nyomása az eredetinek  $\frac{1}{4}$ -e lesz. Minthogy a dugattyú különböző helyzeteiben a gőz feszítőerejének középértéke nagyobb, mint az eredeti fele, következik, hogy ilyen módon többet, mint felét nyerhetni meg annak a munkának, melyet állandó gőz-bebocsátással nyerünk, dacára annak, hogy a gőzfogyasztás most csak  $\frac{1}{4}$ -e az előbbinek.

A feszítő erő változását a hengerben, expanzió közben, a 10. ábrán láthatjuk.



10. ábra

A szabadalmat ezen gondolatai kivitelére 1782-ben nyerte meg Watt. A gépet kettős működésűvé elvben a következő módon tette (11. ábra.).



11. ábra

A henger két végébe egy-egy cső vezetett. Mindegyik cső összeköttetésbe hozható volt a kazánal is, a kondenzátorral is; és pedig a kazánal  $k_1$ , illetve  $k_2$ , a hűtővel  $s_1$ , illetve  $s_2$  csapok nyitása révén. A  $k_1$  és  $s_2$  csapok nyitásakor a gőz a kazánból a dugattyú fölé jutott, a dugattyú alól pedig a kondenzátorba, a  $k_2$  és  $s_1$  csapok nyitásakor fordítva. A csapok alkalmas pillanatokban való nyitása és zárása önműködően, a géphajtotta emeltyűk közvetítésével történt.

Ezzel a gőzgép tökéletesítését elvi tekintetben be is fejezte Watt, de az egyes részeknek megfelelőbben, pontosabban működőkké tételén tovább is dolgozott. Így alkalmas szerkezeteket gondolt ki a regulálásra, a dugattyú haladó mozgásának forgó mozgássá való alakítására stb. El is terjedt a gépe mindenfelé. Nemcsak bányák vize szivattyúzására használták ezentúl, hanem az ipar minden ágában. 1781-ben már malmot hajt, azután a papírgyárak, szövő-fonógyárak, cukorgyárak stb. gépeit hajtja. Hatása alatt az ipar teljesen átalakul. Ezer meg ezer ember kenyér nélkül marad, másoknak meg foglalkozást, kenyeret ad. A kenyér nélkül maradtak kárhóztatják a gépet. Rettenetes haragjukat nem mérséklék. Sok kárt csináltak, pl. 1791-ben felégetnek, aztán teljesen elpusztítanak egy olyan gőzmalmot, amely hetenként 16.000 véka búzát őrölt meg, stb. De mindezzel mit se használtak; az idő és a tudomány haladása keresztül gázolt rajtuk, s végre is beletörődve a sorsba, ők is beálltak a gép szolgálatába