

БЕЛАРУСКАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК
БІБЛІОТЭКА ПРЫРОДАЗНАЎСТВА ПАД РЭДАКЦЫЯЙ І.З. СУРТЫ
Б І О Г Р А Ф І Ч Н А Я С Э Р Ы Я

І. БРЫХНІЧОЎ

ДЖЭМС УАТ

ВЫНАХОДЦА
П А Р А В О Й
М А Ш Ы Н Ы

ВЫДАВЕЦТВА
БЕЛАРУСКАЙ
АКАДЭМІІ
НАВУК

М Е Н С К — 1 9 3 3

ПСТАШЕНО

WHITE-RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
THE LIBRARY OF NATURAL SCIENCES
REDACTED BY J. Z. SURTA

J. BRICHNICHOV

JAMES WATT—THE INVENTOR
OF STEAM-ENGINE

PUBLISHERS: WHITE-RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
MINSK—1933.

БЕЛАРУСКАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК
БІБЛІОТЭКА ПРЫРОДАЗНАЎСТВА
ПАД РЭДАКЦЫЯЙ І. З. СУРТА
(БІОГРАФІЧНАЯ СЭРЫЯ)

Навука была для Маркса гістарычна-рухаючай, рэволюцыйнай сілай. Яму дастаўляла найчысьцейшую радасьць кожнае новае адкрыцьцё...

Але зусім іншага роду радасьць ён адчуваў, калі справа ішла аб адкрыцьці, якое рэволюцыянізавала прамысловасьць і наогул гістарычнае разьвіцьцё.

Ф. Энгельс.

І. БРЫХНІЧОЎ

ДЖЭМС УАТ—ВЫНАХОДЦА
ПАРАВОЙ МАШЫНЫ

РЕСПУБЛІКАНСКАЯ
НАУЧНО-ДЗЯЦЬЯ БІБЛІОТЭКА
БЕЛАРУСКАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК

ПОГАШЕНО

ВЫДАВЕЦТВА БЕЛАРУСКАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК
МЭНСК—1933

ПОГАШЕНО

8192
ПОГАШЕНО
1305664

Адказны рэдактар Сурта.
Стыльрэдактар А. Раманоўскі.
Тэхнічны рэдактар Ул. Сьвірыдаў.
Адказны карэктар Крускоп.

Здана ў друк 27/VII 1932 г.
Вышла з друку 31/VIII 1933 г.

АД РЭДАКЦЫІ

Апрача сэрыі методолёгічнай літаратуры для прыродазнаўцаў, мы выпускаем таксама *біографічную* сэрыю па клясыкам прыродазнаўства, тэхнікі і мэдыцыны для абслугоўваньня, галоўным чынам, рабочага актыву, вучнёўскай моладзі і настаўніцтва.

Гэта брошура зьяўляецца першай спробай у гэтых адносінах.

Геніяльнае адкрыцьцё *паравой машыны Уатам*, зрабіўшы вялізарны ўплыў на разьвіцьцё тэхнікі, зьявілася адначасна адкрыцьцём, якое азначыла бурны рост *буйнай прамысловасьці* ў эпоху прамысловае рэвалюцыі, што і знайшло ў свой час высокую ацэнку уатаўскага адкрыцьця ў *Маркса і Энгельса*— „Толькі з вынаходствам другой машыны Уата, так званай паравой машыны падвойнага дзеяньня, быў знойдзены першы мотор, які, спажываючы вугаль і ваду, сам выпрацоўвае рухальную сілу і дзеяньні якога знаходзяцца ў поўнай меры пад кантролем чалавека. Ён дазваляе канцэнтравальна вытворчаць у гарадох, замест таго, каб расьсейваць яе ў вёсцы... Ён унівэрсальны па свайму тэхнічнаму дапасаваньню і параўнаўча мала залежыць у сваім месцазнаходжаньні ад тых або іншых лёкальных умоў. Вялікі гені Уата выяўляецца ў тым, што патэнт, узяты ім у красавіку 1784 году, даючы апісаньне паравой машыны, падае яе не як вынаходак для выключных мэт, але як унівэрсальны рухавік буйнай прамысловасьці“ (Маркс).

„З адкрыцьцём у сярэдзіне XV сталеньня па-за Эўропаю цэлага сушазем'я (Амэрыка) буржуазія ўпяршыню атрымала вялізарнейшую вобласць як для разьвіцьця свайго гандлю.

так і новы стимул для разьвіцця сваёй прамысловасьці. Рамяство выцясьняецца фабрычнай мануфактурай, а мануфактура выцясьняецца буйнаю прамысловасьцю, якая стала магчымай дзякуючы вынаходкам папярэдняга стагодзьдзя і асабліва дзякуючы вынаходзтву паравой машыны" (Энгельс).

Буйная іменна прамысловасьць стварыла сучасныя сродкі зносін: параходы, чыгункі, электрычныя тэлеграфы.

Вось значэньне адкрыцця *Уата*.

Праца тав. Брыхнічова каштоўна ў тых адносінах, што яна дае *гісторыю паравой машыны*, выкарыстоўваючы вялікую колькасьць літаратурных крыніц, указаных у заўвагах да тэксту.

РЕДАКТАР.

ПРАДМОВА

Азняамленьне шырокіх рабочых мас з гісторыяй тэхнікі і вялікіх вынаходак мінулага, як з досьледамі, што ўводзяць у самую лябораторыю творчасьці і замяняюць маладым вынаходцам яшчэ не напісаную, але вельмі адчуваную навуковую тэорыю адкрыцьцяў і вынаходак, зьяўляецца ня толькі сьваечасовым, але і жыццёва патрэбным ды абавязковым.

Трэба ў той-жа час падкрэсьліць, што кожная вынаходка—дзіця свайго часу і, зьяўляючыся ў рэзультаце насцьпелых эканомічных патрэб эпохі, ёсьць, у большасьці выпадкаў, плод пасьлядоўных намаганьняў і навукова-тэхнічнага дасьведчаньня цэлага раду, часамі пакаленьняў, вынаходцаў.

Кніга пра Уата—гісторыя гэтых марудных пошукаў, гэта экскурсыя ў лябораторыю вынаходства, малянак падрыхтоўкі, росту, формаваньня і дасягненьняў вялікага творцы унівэрсальнага рухавіка, наглядная ілюстрацыя яго спосабаў і мэтодаў работы.

РАЗЬДЗЕЛ I

ГАДЫ ПАДРЫХТОЎКІ І НАКАПЛЕННЯ ТВОРЧЫХ СІЛ

Вялікі творца універсальнай паравой машыны Джэмс Уат нарадзіўся 19 студзеня 1736 г. у невялічкім гарадку Грыноку, у вусьці ракі Кляйда ў Шотлянды.

Прадзед вынаходца быў селянінам.

Дзед выкладаў у Грыноку матэматыку і вучыў асновам навігацыі (навука аб тым, як кіраваць суднамі).

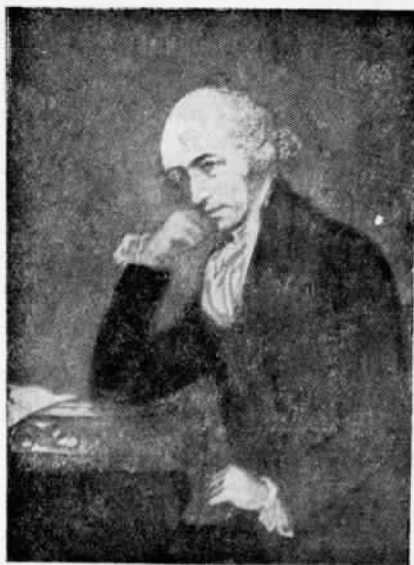
Бацька трымаў майстэрню, дзе вырабляліся морскія інструманты (квадранты, тэлескопы ды інш.), будаваў караблі, меў свае судны і ў той-жа час гандляваў морскімі прыладамі (якары, канаты, машты ды інш.).

Меў ён пэўнае дачыненне таксама і да вынаходніцтва. Пад'ёмны крант на Грынокскай прыстані быў работы уатавага бацькі.

Уат-бацька вельмі любіў навуку.

На сьценах яго рабочага пакою (побач з сямільнымі) красаваліся партрэты і такіх найвыдатнейшых вучоных, як Їсак Ньютон (1) і Нэпэр (2).

Матэматыка і мэханіка адыгрывалі, відаць, не апошняю ролю ў сям'і Уатаў на працягу цэлых трох пакаленьняў,



Мал. 1. Джэмс Уат.

што, бюспрэчна, не магло не пакінуць знаку ў справе фармавання творчых сіл будучага будаўніка паравой машыны.

Джэмсава маці мела на сына таксама ня малы ўплыў. Яна далажыла яго да парадку, дакладнасці і акуратнасці.

Джэмс ад нараджэння быў слабым і хваравітым. У яго часта балела галава (болі галавы пакінулі вынаходца толькі ў годы яго старасці).

Апошняя акалічнасць наляжыла глыбокі адбітак на ўсю натуру і прывычкі Уата.

Ня прымаючы ўдзелу ў гульнях і забавах равеснікаў, ён жыў сваім асобным углыбленым жыццём.

Самота зрабіла хлопчыка лятаццёвым і вельмі спрыяла росту яго фантазіі.

Першыя асновы граматы хлопчык набыў дома: маці навучыла яго чытаць, бацька—пісаць і лічыць.

Наведваў ён і пачатковую Грынокскую школу, але, з прычыны частых занядушанняў, вельмі неакуратна.

Большую часць году ён праводзіў дома за кніжкамі, рысуючы і што-небудзь майструючы, або на рэчцы, ловячы рыбу.

Зусім зразумела, што школьныя поспехі хлопчыка былі нязначныя, і будучы вынаходца сярод настаўнікаў і таварышоў быў вядомы за „тупаватага“.

На шчасце, бацька і маці Джэмса аказаліся больш разумнымі выхаваўцамі, чым яго школьныя настаўнікі.

Не прымушаючы слабога і хваравітага сына да сыстэматычных школьных заняткаў, яны давалі яму магчымасць самому выбіраць іх сабе.

Джэмс ня злоўжываў данай яму свабодай. Адзін з частых наведвальнікаў дому Уатаў „знайшоў... неяк маленькага Джэмса на падлозе з крэйдай у руках, якою ён рысаваў безліч перасякальных ліній.

— Навошта,—сказаў ён,—дазваляеце вы гэтаму дзіцяці дарма траціць час? Пашлеце яго ў школу.

— Вы разважаеце крыху паспешна,—адказаў Уатаў бацька,—паглядзеце сьпярга, чым займаецца мой сын (3).

Шасцігадовы Джэмс шукаў разьвязання геаметрычнай задачы*.

Хлопчык рана пачаў захапляцца ручной працай.

„Кружкі і часціцы кружкоў, раскіданыя каля варштату яго бацькі, зьявіліся выходным пунктам для яго заняткаў опыткай“, піша Смайльс.

Тут-жа, у бацькавай майстэрні, ён набыў і першыя звычкі ў абыходжанні з інструментамі.

Атрымаўшы ад бацькі ў поўную сваю ўласнасць некалькі інструментаў, Джэмс з дапамогай іх пачаў вырабляць дзіцячыя цацкі, потым—модэлі розных рэчаў, паступаўшых у майстэрню яго бацькі.

З часам хлопчык дасягае вялікіх поспехаў у цясьлярскай, сталярскай і сьлясарскай работах.

Вельмі многа часу малады Уат прысьвячае чытанню кніг. Ужо да 12-гадовага ўзросту ён перачытвае ўсё, што можна было дастаць у гарадку пра зьявы прыроды.

Чытае ён настолькі сур'ёзна, што, углыблены ў разважаньні над прачытаным, ён часта „не заўважае таго, што робіцца навакол яго“.

Ва ўсім ён стараўся знайсці прычыну зьявы.

З кнігі Гравэзанда „Асновы прыродазнаўчых навук“ Джэмс упяршыню даведваецца пра пару, механіку і машыны.

Хлопчык ня проста накапляе веды, ён ужо прабуе прыстасаваць іх да акружаючай рэчаіснасьці.

„Джэмс,—сказала неяк яго цётка,—я ня бачыла большага гультая за цябе, вазьмі кнігу і займайся справай. За цэлы час ты не сказаў ані слова. Ці ведаеш, што ты рабіў у гэты час? Ты толькі адкрываў і закрываў чайнік. Ты трымаў над парамі то срэбную лыжку, то сподачак, табе забаўна было глядзець, як яны згушчаючыся ператвараліся ў кроплі на парцэляне і на поліраваным мэталі. Ці ня сорам марнаваць на гэта дарагі час“ (4).

Так Джэмс на досьледзе правяраў тое, аб чым даведваўся з тэорыі.

Самотныя разважаньні, нагляданьні над навакольным, захапленьне кнігамі не засталіся бяссьледнымі для маладога Уата. Яны разьвілі яго выябражэньне.

13-ці год Джэмс пераходзіць у матэматычную клясу. Тут ён з прагнасьцю накідаецца на вывучэньне астраноміі ды матэматыкі.

Бацькаўская калекцыя морскіх тэлескопаў, квадрантаў ды інш. нямала дапамагае маладому дасьледцу.

Хлопчык вывучаў, разважаў, наглядаў, вылічаў з найвялікшым захапленьнем.

Вялікі сьлед у разьвіцьці хлопчыка пакінулі і яго пазнакі да дзядзькі Мюрхеда (які быў профэсарам старажытных моў у Глязгаўскім унівэрсытэце).

Тут, у дзядзькі, хлопчык займаўся хэміяй і фізыкай, рабіў досьледы і будаваў прыборы.

У гэты ж пэрыод Джэмс пабудаваў і сваю „электрычную машыну“.

Малады вынаходца рана выпрацаваў сабе правіла—нічога ня прымаць на веру, але ўсяму шукаць довадаў. Усё, што ён даведваўся ці вычытваў з кніг, ён абавязкова правяраў на досьледзе.

Ён так захапляўся досьледамі, што неяк прынёс з сабой галаву няжывога дзіцяці для анатамаваньня, чым вельмі напалохаў сваіх.

У дзядзькі Джэмс пазнаёміўся шмат з якімі выдатнымі людзьмі таго часу, гутаркі з якімі таксама не засталіся бяз уплыву на маладога Уата.

Лета Уаты праводзілі ля возера Лёк-Лёмон.

Тут у абставінах найпрыгажэйшага куточку Шотлянды Джэмс ня толькі пранікаецца замілаваньнем да пякнот прыроды, але пачынае захапляцца і ботанікай.

Вандруючы па ваколічных гарах, ён пачынае цікавіцца будовай зямнай кары і аддаецца вывучэньню мінералёгіі.

Швэдзкі падарожнік Свэдэнстэрна, які наведваў Уата ў 1802 г., г. зн. калі вынаходзіў было ўжо 66 год, знаходзіць у яго вельмі добрую мінералёгічную калекцыю, пачатак якой быў паложаны ля Лёк-Лёмона.

Наведваючы паселішчы шотляндзкіх горцаў, Уат наглядае іх быт, норавы, вывучае паданьні іх старажытнасьці, баляды, легенды.

К 18 гадам гэты слабы і хваравіты юнак, дзякуючы, аднак, сваёй арганізаванасьці і замілаваньню да навукі, набывае вялікія і рознакаковыя веды.

Ботаніка, мінералёгія, археолёгія, поэзія, хэмія, фізыка, астрономія, матэматыка, мэдыцына, хірургія, мэханіка,—вось навукі, якія вывучаў ён з вялікім захапленьнем, а некаторыя з іх і з асаблівай грунтоўнасьцю.

Але ні для воднай з іх не прызначаў сябе будучы вынаходца. Нішто не магло адарваць яго ад бацькаўскай майстэрні. Наадварот, „чым больш ён вучыўся, тым больш знаходзіў сэнсу ў тым, што там рабілася. Толькі цяпер ён ужо не займаўся цацкамі, ня пускаў на ваду мініятурных караблёў, ня вучыўся ўладаць інструментамі, але працаваў па-сапраўднаму і дапамагаў бацьку. Апошні, аднак, ніколі ня меў на ўвазе зрабіць з яго майстровага ў сваёй справе; ён даў сыну інструманты, зрабіў яму асобны невялікі горан і даў магчымасьць рабіць што-хаця“ (Курсьў мой—I. Б.) (5).

Усебакова падкаваўшы сябе ў тэорыі, Уат арганічна зьвязвае сябе з вытворчасцю, ад цацак пераходзіць да модэляў, ад модэляў—да інструментаў і прыбораў.

Тут, ля варштату і горану, самастойна і ня ўвосьлеп ён неўзаметку даведваўся пра ўласьцівасьці матар'ялаў, прывучаўся ўладаць сваімі сродкамі, ажыццяўляць свае думкі, а перш за ўсё выпрацаваў у сабе тую практычную звычку і дамыснасьць, без якіх яму, відаць, ніколі не падараваць-бы сьвету свайго „гіганта з адной ідэяй“, як нейкі паэта назваў паравую машыну. І якія-б рознастайныя ні былі работы, пры якіх ён прысутнічаў ці ў якіх прымаў удзел, усе яны яму пазней прыдаліся“ (6).

Ня дзіва, дзеля таго, што калі, паводле шотляндзкага звычайу таго часу, на сямейнай нарадзе паўстала пытаньне аб выбары профэсіі для Джэмса, без якога-б там ні было ўздзеяньня з чыйго-б там ні было боку, пры поўнай згодзе інтарэсаў, аднадушна было пастаноўлена падрыхтаваць Джэмса за майстра дакладных матэматычных інструментаў.

Вось клясычны ўзор падрыхтоўкі да вынаходніцтва.

Улетку 1754 г. малады Уат едзе ў Глязго, каб застацца за вучня да опытка (у той час пад опыткамі наогул разуме-

ліся „вучоныя мэханікі“). Але ў Глязго дасьведчаных майстроў-знаўцаў не знайшлося.

Прабыўшы тут блізка году ў кругу дзядзькі Мюрхэда і новых знаёмых — профэсароў глязгаўскага унівэрсытэту, Уат з рэкамендацыйнымі лістамі аднаго з іх (профэсара прыродазнаўчых навук Дыка) да лёндонскага астронома і опытка Шота ў чэрвені 1755 г. конна выпраўляецца ў Лёндон, патраціўшы на гэту падарож (ад Глязго да Лёндона 600 вёрст, — столькі сама, колькі ад Масквы да Ленінграду) 12 дзён.

Але і ў Лёндоне будучы вынаходца не адразу знаходзіць сабе настаўнікаў.

Калі тут, ня ў прыклад Глязго, і знайшлося 6 дасьведчаных майстроў, то, з другога боку, у адносінах да рутыны і сярэднявяковых каставых забабонаў гэтыя сталічныя мэханікі недалёка адышлі ад сваіх глязгаўскіх корпорантаў.

Яны не адмаўляліся прыняць Уата за вучня, але толькі на агульных падставах (7 год абавязковага вучнёўства і непасільныя для Уата ўзносы за кожны год навучаньня).

На такія ўмовы ня мог згадзіцца юнак. Каб не застацца зусім бяз сродкаў і разам з тым каб ня страціць часу, Уат ідзе на работу да загармайстра (тут-жа ён вучыцца і грававаньню), а тымчасам па-ранейшаму стараецца каб як застацца да опытка на больш спгадных для яго ўмовах.

Лісты Дыка зрабілі ўрэшце ўплыў, і Уата прынялі за вучня да мэханіка Джона Моргана з платай 20 фунт. стэрлінгаў на год за навучаньне.

Гэта быў цяжкі год у жыцці слабога і хваравітага юнака.

Каб пра жыць як-небудзь на тыя невялікія сродкі, што засталіся ў яго пасля ўплаты 20 фунт. стэрлінгаў Моргану, ён стараецца жыць як мага больш эаномна і траціць на сябе 8 шылінгаў (7) у тыдзень.

„Калі траціць менш гэтага, — пісаў ён сваёй радні — дык тады зусім-бы духі падвяло“.

Пры такім мізэрным харчаваньні Уат, аднак, напружна працуе, — з самага раньня і да 9 гадзіны ўвечары ён займаецца ў Моргана, і паколькі мэта яго навучыцца як найхутчэй, працуе з выключнай стараннасьцю ды ўвагай да тых заданьняў, што яму ставіліся.

А каб мець хаця-б невялічкі прырабатак да свайго мізэрнага бюджэту, юнак бярэ заказы дахаты за пэўную ўнагароду.

На працягу году малады мэханік меў усяго толькі два вольныя дні. Столькі-ж сама разоў быў ён на прагулцы. Ня выходзіў на прагулкі ён яшчэ і таму, што, паводле дзікіх ангельскіх законаў таго часу, як провінцыял, ня меў права працаваць і нават жыць у Лёндане.

Гуляючы па вуліцах „гасьціннай“ сталіцы, ён кожны раз рызыкаваў, што яго схопяць і завярбуюць у салдаты або

матросы Ост-Індзкай кампаніі, якой даны быў прывілей вербаваць кожнага, хто не належаў да пэўных корпорацый. Навука, аднак, ішла хутка і надзвычай паспяхова.

„Застаўся ён вучыцца ў жніўні; сьпярша яго прымушалі рабіць медзяныя лінейкі і градуяваныя меркі ды цыркулі; праз два месяцы ён ужо зрабіў квадрант лепш за другога вучня, які быў у Моргана два гады; у красавіку яму ўжо былі даручаны сэктар, тэодоліт і некалькі другіх інструментаў, а пад канец году вучнёўства з яго рук ужо вышаў сэктар з французскім шарнірам, работа якога магла паспрацавацца на рынку з кожнай другой“ (8).

Калі скончыўся год навучання, маладому механіку ня было ўжо чаго рабіць у Моргана, і Уат, накупіўшы колькі мог кніг ды інструментаў, вярнуўся ў Шотляндыю.

Годы вучнёўства скончыліся. Адпачыўшы пэўны час у сваякоў і падправіўшы расстроенае ў Лёндоне здароўе, Уат паехаў у Глязго.

Аднак, усе яго спробы завесці сваю майстэрню матэматычных інструментаў разьбіліся аб сярэднявяковую рутыну глязгоўскіх гільдый купцоў і рамеснікаў.

Абапіраючыся на ўстарэлыя ўзаконеньні, паводле якіх мець майстэрню ў горадзе мог толькі яго ўраджэнец і грамадзянін, што прайшоў да таго-ж пэрыод вучнёўства якраз у гэтым горадзе, яны не дазволілі Уату заняцца сваім рамяством у г. Глязго.

Выручыў маладога механіка унівэрсытэт, які не залежаў ад рамесніцкіх корпорацый і дзеяў на падставе ўласных прывілеяў.

Нейкі Макфэрлянд, які меў на востраве Ява сваю абсэрваторыю, адказаў глязгаўскаму унівэрсытэту некалькі вельмі каштоўных астрономічных інструментаў.

Незадоўга перад тым атрыманыя ў Глязго, яны патрабавалі разборкі, чысткі, устаноўкі. Стары знаёмы Уата проф. Дык прапанаваў яму гэту работу, а пасля выканання яе ён быў запрошаны ў якасьці унівэрсытэцкага механіка. Для яго работ было вызначана пры унівэрсытэце невялічкае сутарэнне.

Апрача таго, для збыту вырабаў быў адкрыты магазын.

У гэты час Уату было каля 21 году. Ён блізка патаварышкаваў з такімі выдатнымі людзьмі, як Адам Сьміт (1723—1790), аўтар выдатнай кнігі „Пра багацьце народа“, які штодня прыходзіў да яго ў майстэрню; Сымпсон (адноўца раду важных твораў старажытных геомэтраў), хэмік і фізык Блэк (1728—1799), які адкрыў так званую скрытую цяпліну, ды інш.

Карыстаючы з свайго становішча унівэрсытэцкага механіка, Уат не абмяжоўваецца знаёмствам з выдатнымі людзьмі, але і наведвае лекцыі Блэка, стараючыся, такім чынам, папоўніць сваю адукацыю.

Ня меншай увагай і прыхільнасьцю (чым выдатныя профэсары) узнагароджвалі маладога мэханіка і студэнты унівэрсытэту.

„Яго крама,—кажа Араго,—сталася падобнай да Акадэміі, дзе усе выдатныя людзі Глязго гутарылі пра найцяжэйшыя пытаньні мастацтваў, навук і літаратуры“ (9).

Вось што пісаў пазьней адзін з самых актыўных наведвальнікаў „крамы“ Уата, проф. Робізон, які быў у той час студэнтам Глязгаўскага унівэрсытэту:

„Калі я ўпяршыню ўбачыў Джэмса Уата, я зьвярнуўся да яго, спадзяючыся сустрэць ня больш як тэхніка, і на ўздзіў свой знайшоў вучонага, хаця такога-ж маладога, як і сам я, але заўсёды гатовага падзяліцца сваімі ведамі. Я меў прэтэнзію лічыць сябе за спэцыяліста па мэханіцы, але хутка зусім расчараваўся ў гэтым, пераканаўшыся, што Уат далёка выперадзіў мяне... Усе маладыя людзі ва унівэрсытэце, якія хаця крыху цікавіліся наукай, былі знаёмы з Уатам; яго пакой хутка зрабіўся пастаянным зборным месцам, куды кожны ішоў з самымі рознастайнымі пытаньнямі і недаўменьнямі далёка не мэханічнага толькі характару: мовазнаўства, старажытнасьці, усе прыродазнаўчыя навукі, нават поэзія, літаратура і крытыка,—усё абмяркоўвалася тут з пэўнай зацікаўленасьцю і запалам“ (10).

Аднак, матар’яльнае становішча Уата ў першыя два гады работы пры унівэрсытэце было ня з вельмі добрых.

Ён ня толькі ня мог дапамагаць бацьку, фінансавыя справы якога к гэтаму часу вельмі пагоршыліся, але сам час-часом зьвяртаўся да яго за дапамогай.

Толькі з 1760 году становішча яго пачынае паволі паляпшацца.

Ён перавёў сваю майстэрню ў горад і пачаў прымаць самыя рознастайныя даручэньні, якія скрозь і ўсюль мелі вельмі малое дачыненьне да матэматычных інструмантаў. Яго пабуджала да гэтага яшчэ і тое, што ў 1763 г. ён ажаніўся і трэ’ было парупіцца аб сям’і. Уат выконваў нівэлёўкі, складаў пляны і каштарысы гарадзкіх пабудов. У Шотлянды захаваліся нават скрыпкі і органы яго вырабу гэтага пэрыоду.

Працуючы над арганамі для масонскай лёжы гор. Глязго, ён вынайшаў,—піша проф. Робізон,—сапраўдны монахорд (11) з пастаянным тонам, і з яго дапамогай зрабіў нагляданьні, якія ў поўнай меры пацьвердзілі тэорыю Блюнчлі аб хістаньні струн“ (12).

Гэта была першая значная вынаходка Уата.

РАЗЬДЗЕЛ II.

ГІСТОРЫЯ ПАРАВОЙ МАШЫНЫ

„Крытычная гісторыя тэхнолёгіі паказала-б, што ніякая вынаходка XVIII веку ня можа быць прыпісана аднаму чалавеку“.

Маркс.

УЗЬНІКНЕНЬНЕ ІДЭІ АБ ВЫКАРЫСТАНЬНІ ПАРЫ

Выпадковыя нагляданьні і выказаньня, але не абгрунтаваныя ідэі не становяць яшчэ ні адкрыцьця, ні вынаходкі.

„Сапраўдныя адкрыцьці... становяць сабой плады папярэдніх намаганьняў, яны нараджаюцца часам і разьвіваюцца патрабай“ (13).

Бадай ці здолеў-бы хто назваць вынаходца гадзінніка, але вынаходцы асобных часьцей яго ў гісторыі вядомы.

Амаль тое самае было і з паравой машынай.

Калі і дзе зарадзілася ідэя выкарыстаць сілу пары?

Грэкі і рымляны ведалі ўжо пра гэту сілу (Арыстоталь, Сэнэка, Герон Александрыіскі ды інш.). Яны тлумачылі земляздрыгі выпарэньнямі мас вады.

Апрача таго, у старажытныя часы вылівалі многа статуй, і дзеля таго, як правільна думае Араго, грэкі і рымляны не маглі не заўважыць, што калі ўпускаць растоплены мэталёў у гліняную форму літоўніка, дык знаходжаньне ў гліне хаця-б адной кроплі вады выклікала надта моцны выбух.

Гісторыя адзначае некалькі спроб выкарыстаньня пары.

Вось адна з іх, вельмі падобная да анекдоту.

Анфім, архітэктар Юстыніяна (483—565), каб адпомсьціць свайму найзласьнейшаму ворагу, прамоўцу Зэнону, надумаў выкарыстаць сілу пары. Даведаўшыся, што Зэнон наладзіў у сябе банкеткі, Анфім, які жыў паверхам ніжэй, устанаўляе пад пакоём банкетавых катлы да кіпячэньня вады, а ад пакрышак катлоў праводзіць трубы да столі пад памяшканьнем Зэнона. Калі вада пачала кіпець, дык пара з такой сілай біла ў столь, што будынак тросься як ад земляздрыгу.

Рымскі папа Сылвэстр II каля IX в. узбуджае парамі гукі ў трубах арганаў Рэймскага сабору.

Папы ўсіх часоў і народаў перш за другіх выкарысталі нагрэтае паветра і пару ў сваіх інтарэсах.

Выдатны колёс Мэмнона (у Эгіпце) пры ўзыходзе сонца падаваў гукі.

Герон Александрыйскі тлумачыць гэту зьяву праходжаньнем праз сітавіны і адтуліны колёса пары, што ўтваралася з вадкасьці, якою жрацы змазвалі ўнутранасьці ля асновы статуі.

Вялікі францускі хэмік Бэртлэ ў сваёй кнізе „Навука і моральнасьць“ (14) падае са слоў таго-ж самага Герона Александрыйскага апісаньне мэханізму, які выкарыстоўвалі эгіпцкія жрацы для таго, каб дзьверы сьвятыні храму самі праз сябе адчыняліся ў момант запальваньня ахвяравальнага агню і такім-жа спосабам зачыняліся, калі ён згасаў (мал. 2)

У Зондэрсгаўзэне знаходзіцца бронзавы статуі ў 4 фут. вышынёй, пусты сярэдзіне і з адтулінамі ў роце ды ў вачох.

Рыхтуючыся да набажэнства, папы ўтыкалі ў адтуліны коркі, а ў сярэдзіну налівалі ваду.

Калі пад фігурай разгордзілі агонь і вада пачынала кіпець, дык пары імпульсна выпіралі затычкі і нападунялі мольбішча густым воблакам.

Так хітрыя сьвятары старажытнасьці інсцэнавалі „бога“, які паказваў сябе ў грывах і хмарах.

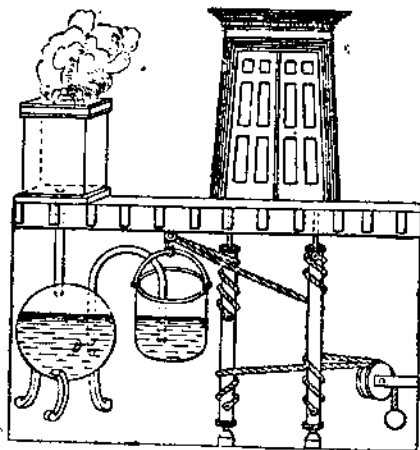
Зроблены ў 1817 г. сьхоўнікам зондэрсгаўзэнаўскага музэю Лудлавым досьлед даў такія рэзультаты:

„Пад ідалам, поўным на 2/3 вады, разьвялі агонь, наперад моцна заткнуўшы адтуліны; праз нейкі час ідал пачаў рыкаць, а потым просва, якая закрывала рот, з шумам вылецела, і струмень пары са сьвістам вырваўся на адлегласьць 30—40 фут., зацягвала ўсю прастору густым туманам“.

Бэртлэ з поваду гэтых „цудаў“ зазначае:

„Пругкасьць паветра і вадзянай пары выкарыстоўваліся фізыкамі старажытнага сьвету або для цацак... або для таго, каб служыць у руках жрацоў сродкам ачмураць веручых“ (15).

А Араго, паведамляючы аб зондэрсгаўзэнаўскім ідале, дадае: „Досьлед падабаўся манахам сярэдніх вякоў, які карысталіся галавой бога старых тэўтонаў“.



Мал. 2. Прыбор, апісаны Геронам.

ПЕРШЫЯ СПРОБЫ СКОНСТРУЯВАННЯ ПАРАВОЙ МАШЫНЫ

За першыя спробы сконструявання механізму, які рухаўся-б парай, трэба лічыць вынаходкі грэцкага вучонага Герона Александрыйскага, што жыў за 2050 год да нашага часу.

У адным з дайшоўшых да нас яго твораў Герон успамінае пра прыбор, які складаўся з кулі з трубкамі, загнутымі пад простым кутом.

Калі куля награвалася, дык пары, вырываючыся з трубак, прымушалі кулю хутка круціцца (мал. 3).



Мал. 3. Геронава паравая куля.

Сярод рукапісоў найвялікшага італьянскага мастака і прыродазнаўца Леонарда да-Вінчы (1452—1519) захаваўся проект гарматы, выкідаўшай ядры сілаю пары.

У 1605 г. француз Рэво Флюранс устанавіў, што бомба з досыць тоўстымі сьценкамі, маючая ў сабе ваду, пры ўмове, калі адтуліны ў ёй усе добра закрыты, разрываецца як толькі распляецца на агні.

Бомба Рэво Флюранса стаіць ужо на граніцы ўсіх сапраўдных паравых машын; тут досьледам паказана сіла пары.

Што становіць сабой бомба перад тым як узарвацца? На дне яе цёплая вада, над вадою пары, якія роўнамерна ціснуть і на ваду і на сьценкі.

Калі ў ніжняй часьці бомбы зрабіць крант і адкрыць яго, дык вада, якая будзе выцясьняцца з ніжняй часьці, хутка пацячэ з бомбы.

Калі замест кранта зрабіць выгнутую трубку, дык вада пацячэ ўгару і тым вышэй, чым большая пругкасьць пары ці, што тое самае, чым вышэй тэмпература.

Замяніўшы бомбу вялікім металічным катлом, атрымліваем сапраўдную чэрпальную машыну.

Каму-ж гістарычна належыць гэта вынаходка?

Аб праве на прышынства ў гэтай вынаходцы спрачаюцца некалькі народаў.

Гішпанцы сьцьвярджаюць, што іхны суродзіч Бляско дэ-Горай вынайшаў паравую машыну, з дапамогай якой карабель мог плысьці без грабцоў і парусоў.

У 1545 годзе ў Барсэлёне былі зроблены досьледы, якія мелі ў поўнай меры ўдачныя вынікі. Але гэтым справа і скончылася, і ў далейшым нічога невядома—ні пра карабель, ні пра паравую машыну Горая...

Выдатны італьянскі фізык Ж. Б. Порта ў 1606 годзе ўспамінае пра невялічкі фізычны знарад, у якім вадзяная пара паднімала вадкасьць на некалькі см.

У 1569 г. проф. Бэсон з Орлеану ў выданым у гэтым-жа годзе творы ўспамінае пра такі самы досьлед.

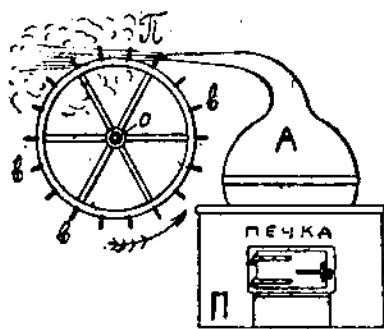
Італьянцы адзначаюць яшчэ архітэктара Бранка, надрукаваўшага ў 1626 г. у Рыме твор пад назвай „Машына“, у якім ёсьць апісаньне парахавога млына.

Вадзяная пара, вырываючыся праз адтуліны, прыводзіць у рух зубчастае кола, і з дапамогай зубчастых перадач два таўкачы перацраюць сустаўныя элементы пораху (мал. 4). Араго піша, што Геронава куля „адносна нашых паравых машын ёсьць тое самае, што разьба на дрэве адносна друкарскага мастацтва“.

Гэтую самую заўвагу ён адносіць і да машыны італьянца Бранка.

Ангельцы, у сваю чаргу, сьцьвярджаюць, што гонар адкрыцьця ролі пары як мэханічнай сілы належыць іх маркізу Уорчэстару...

У 1663 годзе Уорчэстар выдаў кнігу „Сталецьце вынаходак“, у якой піша: „Я знайшоў надзіва магутны сродак паднімаць вадку агнём бяз помпы, якая, як вядома, дае магчымасьць паднімаць вадку толькі да пэўнай вышыні. Я паднімаю вадку другім спосабам і, калі пасудзіна досыць моцная, дык вышыня пад'ёму неабмежаваная.“

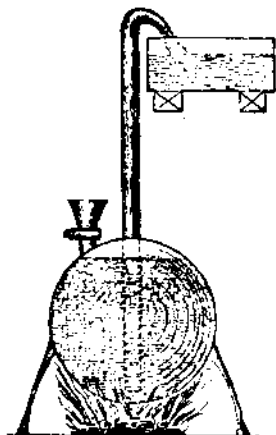


Мал. 4. Паравое кола Бранка.

Знайшоўшы спосаб зрабіць пасудзіны больш моцнымі, так, каб яны процістаялі ўнутранаму ціску, я наліваў адну пасудзіну пасля другой халоднаю вадой і з дапамогай пары атрымаў фонтан, які бязупынна кідаў струмень вады ў 40 фут. вышыню. Адзін аб'ём вады, ператвораны ў пару, выкідаў 40 аб'ёмаў халоднай вады, і да таго досыць было аднаго чалавека, якому трэ́ было толькі круціць два кранты, каб упусьціць у поўную пасудзіну пары, а ў пустую—халодную ваду. Пры гэтым заўсёды трэ́ было падтрымліваць вялікі агонь" (16).

Прыбор Уорчэстара складаўся з бомбы з вертыкальнай трубкай.

Але такую самую бомбу і з такой-жа трубкай прапанаваў і французскі інжынэр Саламон дэ-Ко ў сваім творы „Прычына сіл рухаючых“, выданым у 1615 г. у Франкфурце і ў 1626 г.—у Парыжы (г. зн. за 48 год да выдання кнігі Уорчэстара) (мал. 5).



Мал. 5. Прылада Саламона дэ-Ко.

Такім чынам бясспрэчна наступнае: Саламон дэ-Ко ўстанавіў, а Уорчэстэр за ім паўтарыў, што моцна нагрэтая вадзяная пара можа паднімаць вадкасьць на якую-хаця вышыню.

Адзін з найбольш дасьведчаных у гэтых пытаннях ангельскіх аўтараў Робэрт Стюарт піша: „Правы маркіза на вынаходку абмяжоўваюцца толькі яго ўласнымі пахваламі перавагам і цудоўным уласьцівасьцям яго вынаходак... ні ад яго адкрыцьця ні ад яго машын не засталася ані знаку. Больш за ўсё падобна да праўды тое, што ён не рабіў ні таго ні таго" (17).

Немцы і голяндцы таксама прад'яўляюць свае правы на пяршынства.

Апавядаюць, што пасля сьмерці выдатнага вучонага (езуіта) А. Кірхэра ў яго музэі, які захаваўся ў Рыме да апошняга часу, знойдзена была модель машыны, апісаная ім яшчэ ў 1656 г. Пара, і тая вада, якую яна паднімала, знаходзіліся ў гэтай моделі ў розных пасудзінах.

Кірхэраў прыбор становіць сабой невялічкі фонтанчык, які прыводзіўся ў рух вадзянай парай.

У 1680 г. выдатны голяндзкі вучоны Хрысьціян Гюгейнс вынайшаў машыну, атрымаўшую назву „парахайов“.

Займаючыся конструяваньнем помпы, Гюгейнс прыйшоў да думкі, што, утвараючы вакуум (пустату) у цыліндры, можна рухаць поршань ціскам паветра.

Гюгейнс узрываў пад поршнем у сярэдзіне цыліндра порак.

Выбухам праз кляпан выганялася паветра з цыліндру, пад ціскам-жа паветра зьне кляпан закрываўся, і поршань ішоў уніз.

Парахавую машыну Гюгейнса можна таксама назваць і паветранай „атмосфэрнай“ машынай, бо поршань у ёй працаваў пад ціскам паветра.

Як працавала „парахавая“ машына Гюйгенса?

Да поршневага стрыжання Гюйгенс прымацоўваў вярхоўку, апошняя перакідалася праз кола ці блёк, умацаваны над машынай, да канца перакінутай вярхоўкі прымацоўвалася цяжкая гіра. Калі поршань апускаўся, вярхоўка паднімала гіру.

НАВУКА Ў ДАПАМОГУ ВЫНАХОДНІЦТВУ

Навука дае прынцыпы, вынаходніцтва—прыстасаванні да іх.

Моцны штуршок да ажыццяўлення насъпелай патрэбы ў вынаходніцтве парахавых машын далі ў XVII в. адкрыцці і досьледы Торычэльлі (1608—1647), Паскаля (1623—1662), Ото Герыке (1602—1686), Бойля (1626—1691), Марыюта (1620—1684), і ў XVIII в.—Блёка (1728—1799).

Да таго часу нават навуцы ня было вядома ні тое, што *паветра мае вагу*, ні тое, што *існуе паветраны ціск*.

У 1643 г. Галілееў вучань Торычэльлі ўпяршыню досьледам давёў і тое і тое.

У лисьце да сябра (1644 г.) ён піша:

„Мы жывем на дне паветранага акіяну і досьледы з бясспрэчнасьцю даводзяць, што паветра мае вагу...

На паверхню вадкасьці ў пасудзіне цісьне паветраны слуп вышынёю ў 50 міль (18). Ня дзіва, што вадкасьць уваходзіць у сярэдзіну шкляной трубка... і паднімаецца да таго часу, пакуль ня ўроўнаважыцца зьнешнім паветрам“.

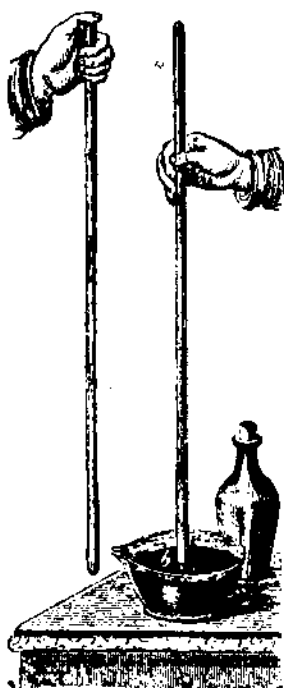
Францускаму вучонаму Паскалю навука абавязана далейшым расшырэньнем досьледаў, прычым асабліва ярка ён быў давёў, што *вышыня пад'ёму вадкасьці зьмяняецца ў залежнасьці ад атмосфэрнага ціску*, і канчаткова абвергнуў старое тысячагадовае сьцьвярджэньне аб тым, што прырода баіцца пустаты. Паскаль пісаў свайму швагру Пэр'е:

„Як вам вядома, усе філёзофы прызнавалі бясспрэчным, што прырода баіцца пустой прасторы.



Мал. 6. Эванджэліста Горычэльлі (1608—1647).

Я цяпер шукаю фактаў, якімі можна было-б давесці што тыя зьявы, якія тлумачацца цяпер боязьню пустаты... (могуць быць вытлумачаны—*І. Б.*)... цяжарам і ціскам паветра... я прыдумаў досьлед, які, калі яго дакладна выканаць, адзін можа развязаць гэта пытаньне. Досьлед мае на



Мал. 7. Жывасрэбны баромэтр Торычэльлі.

мэце атрымаць пустую прастору вядомым ужо спосабам (19) і потым дасьледаваць, ці змяняецца яна па велічыні, калі некалькі разоў на суткі ў адной і тэй-жа трубцы і з тым-жа жывым срэбрам рабіць нагляданьні на вяршыні гары, вышыня якой ня менш за 500—600 туазаў (20), і ля ее асновы.

Вы, бязумоўна, зразумеете, што выкананьне гэтага досьледу развязае пытаньне. Калі ля асновы гары жывое срэбра ў трубцы будзе стаяць вышэй, як на вяршыні, дык з гэтага няўхільна выцякае вывад, што на вышыню жывасрэбнага слупка выключаю і цалкам уплывае толькі ціск паветра, а ані ня боязьню пустаты“.

Для гэтага досьледу патрэбна была гара пэўнай вышыні. Парыж не падыходзіў для гэтай мэты. Паскаль і зьвярнуўся да свайго швагра Пэр'е, які жыў у г. Клермоне (ён знаходзіцца ля асновы гары Пюі дэ-Дом у 974 м вышыні).

Зробленыя досьледы ў поўнай меры пацьвердзілі меркаваньні Паскаля. 22/IX 1648 г. Пэр'е паведаміў яго:

„Перш за ўсё я наліў у пасудзіну 16 фунтаў жывога срэбра; потым я ўзяў дзеве шклянныя трубка аднолькавага дыяметру—чатырох футаў даўжыні, адкрытыя з аднаго канца і герметычна закрытыя з другога. Апусьціўшы іх у адну і тую-ж пасудзіну, я паводле пэўнага спосабу зрабіў у іх пустую прастору. Потым я паставіў абедзье трубка побач, ня вымаючы іх з жывога срэбра, прычым выявілася, што жывое срэбра, якое засталася ў трубках, было на адным роўні, і вышыня слупоў яго, лічачы ад роўню жывога срэбра ў пасудзіне, была роўна 26 цалям $3\frac{1}{2}$ лініям (21).

Я паўтарыў гэты досьлед яшчэ два разы ў тым самым месцы з тымі-ж самымі трубкамі, жывым срэбрам і пасудзінай. Кожны раз выяўлялася, што вышыня жывога срэбра ў абедзвюх трубках аднолькавая і роўна разам атрыманай пры першым досьледзе.

Потым я пакінуў адну з трубак у пасудзіне ў тым-жа палажэнні, у якім яна была ў часе досьледу; я адзначыў на шкле вышыню жывасрэбнага слупка і папрасіў... Шастэна пільна і бязупынна сачыць за вышынёй жывога срэбра на працягу ўсяго дня і адзначаць кожную яе зьмену. З другой трубай і часцю таго-ж самага жывога срэбра я разам з многімі асобамі выправіўся на вяршыню Пюі дэ-Дом і зрабіў там той самы досьлед на вышыні 500 туазаў. Выявілася, што тут жывое срэбра ў трубы паднімаецца толькі да 23 цаляў 2 ліній; значыць, розніца вышыні пад'ёму жывога срэбра ў абодвух выпадках вымяраецца 3 цалямі і $1\frac{1}{2}$ лініямі. Мы яшчэ 5 разоў паўтарылі досьлед у розных мясцох вяршыні. Кожны раз атрымліваўся той-жа рэзультат: жывое срэбра заставалася на вышыні 23 цаляў 2 ліній.

Вярнуўшыся ў Клермон, я знайшоў прыбор у тым-жа самым выглядзе, у якім ён быў пакінуты: жывое срэбра стаяла на вышыні 26 цаляў $3\frac{1}{2}$ ліній" (22) (мал. 8).

Гэтыя досьледы ў корані зьмянілі погляды вучоных. Усім стала зразумелым, што ўсе целы на нашай плянеце знаходзяцца пад наймацнейшым ціскам, прыкладам, у кгм на кв. см. З'явілася колёсальная зацікаўленасьць да закранутага пытання. З'явілася безліч паверачных досьледаў. З іх найбольш моцнае ўражаньне на сучаснікаў зрабілі так званыя „Майдэборскія досьледы“ і асабліва досьледы з паветранай помпай Ото Герыке, якія з надзвычайнай нагляднасьцю пацвердзілі досьледы Паскаля і паказалі сілу паветранага ціску.

Дасьледваньні Бойля і Марыота ўстанавілі залежнасьць між аб'ёмам ды шчыльнасьцю газаў і ціскам (Бойля-Марыятаў закон).

Такавы былі дасягненьні навукі ў абсягу дасьледваньня паветра ў XVII в., што зараз-жа зрабіла свой уплыў на вынаходкі.

Яшчэ больш рашаючае значэньне ў справе стварэньня і ўдасканаленьня паравой машыны мелі адкрыцьці Блёка.



Мал. 8. Блёз Паскаль (1623—1662).

Працуючы над выясьненнем пунктаў пераходу вады ў лёд і лёду ў ваду, Блэк зрабіў рад досьледаў.

Кілёграм вады пры 0° ён зьмяшаў з кілёграма-жа вады, нагрэтай да 79° паводле стаградуснага тэрмомэтра.

Атрымалася 2 кгм сумесі ў $39\frac{1}{2}^{\circ}$. Вада набыла сярэдняю тэмпературу.

Паўтарыўшы досьлед, Блэк замест кгм вады ў 0° узяў кгм лёду з тэмпературай у 0° і зноў кгм вады ў 79° .

Пры зьмешваньні атрымалася 2 кгм вады ў 0° .

Яшчэ больш дзіўныя вынікі атрымліваюцца пры параўнаньні вады ў 100° і пары ў 100° .

Так, калі праз 5,35 кг пры 0° прапусьціць кг пары пры 100° , то ўся пара абярнецца ў вадкасьць, і 6,35 кг сумесі будучь мець 100° .



Мал. 9. Дзяніс Папін (1647—1714).

лічным стале, маючым атворыну, якая запіраецца і адпіраецца з дапамогай кранта.

Калі мы ўставім у гэты цыліндр другі, які шчытна ўваходзіў-бы ў яго і хадзіў у ім, дык атрымаем поршань.

Зробім досьлед.

Калі поршань знаходзіцца ў цыліндры і шчыліна ў стале адкрыта, то на поршань будзе дзеяць атмасфэра зьверху

Гэта зьява называецца цяплынёй параўтварэньня (23) або, паводле тэрміна-лёгіі Блэка, *скрытай цяплынёй*.

„У гэтым умельства награвачь парам“, кажа Араго...

АД ПАПІНА ДА УАТА

Пачэснае месца ў справе стварэньня найноўшай паравой машыны належыць французу Дзянісу Папіну (1647—1714) (мал. 9).

Найважнейшая задача Папіна была ў тым, каб *стварыць гаспадарчы рухавік*, які быў-бы здольны бязупынна і з вялікай сілай прыводзіць у рух поршань у цыліндры.

Што надумаўся зрабіць Папін?

Араго падае такі прыклад.

Уявім шырокі вэртыкальны адкрыты зьверху цыліндр, які стаіць на мэта-

і зьнізу і, да таго, роўнамерна, бо газы роўнамерна ціснуць ва ўсе бакі—дзеянне роўна процідзеянню.

Поршань пры такіх умовах можа падаць толькі дзякуючы свайму цяжару і паднімацца да пэўнай вышыні з дапамогай прымацаванага да поршаню больш-менш цяжкага грузу. Ён можа паднімацца да верху цыліндра і там заставацца.

Як пусьціць поршань з патрэбнай хуткасцю і зноў падняць яго?

Вось задача, якую трэ' было развязаць.

Закроем крант.

Паспрабуем выпампаваць усё паветра, якое знаходзіцца ў цыліндры.

Дзякуючы той пустаце, што створыцца ў цыліндры, поршань пад ціскам знадворнай атмасферы хутка апусьціцца ўніз.

Адкрыем крант.

Протідзеянне паветра зьнізу з дапамогай грузу зноў падніме яго на ранейшае месца наверх цыліндра.

Атрымаўшы зноў пустату, мы яшчэ апусьцім поршань і г. д.

Што ў такой машыне зьяўляецца рухавіком?

Бясспрэчна, вага атмасфернага паветра, сіла якога ў цыліндры ў 2 м дыяметрам роўна 35.000 кг.

Калі нам удалася знайсці спосаб зьнішчаць і аднаўляць ціск, то задача будзе развязана.

Палін развязаў яе іначай.

Звычайную атмасферу ён замяніў вадзянай парай, пругкасць якой пры 100° тэмпературы роўна пругкасці атмасферы.

У верасні 1690 г. ён выдаў кнігу пад назвай „Спосаб падняцця вадзі на вышыню з дапамогай награвання“, дзе ў такіх словах гаворыць пра прыцып сваёй машыны:

„Дзеля таго што вада, ператвораная агнём у пару, мае ўласцівасць выяўляць пругкасць нахштальт паветра, а потым пад дзеяннем холаду згушчацца ў такой меры, што не застаецца і знаку гэтай пругкасці, дык я думаў, што ня цяжка сконструяваць машыны, у якіх пад дзеяннем мернага цяпла і пры нязначнай траце вады ўтварала-б поўную пустату“. „Відавочна,—кажа ён у другім месцы,—якую вялізную сілу і як танна можа даваць гэта такая простая машына, бо вядома, што слуп паветра, які сваёй асновай мае трубу ў 1 фут дыяметру, важыць амаль 2.000 фунтаў“. І дадае: „Гэта вынаходка магла-б быць выкарыстана для выпампоўвання вадзі з рудняў, кідання бомбаў, грэблі супроць ветру“.

Тое самае пацвярджае ён і ў лісьце да выдатнага філосафа Лейбніца:

„Апрача засочваючага дзеяння, я карыстаюся яшчэ ціскам, які робіць на цэлы вада, расшыраючыся пры сваім выпарэнні“.

Папін многа і з упартасьцю папрацаваў над сваёй машынай.

Ён першы,—піша Бэртлэ,—зрабіў мэтодчыныя досьледы, падрабязнасьці якіх занесены друкавана ў дакуманты, хронолёгія якіх строга вызначана; досьледы гэтыя датычылі прыстасаваньня вадзянай пары ў глухих пасудзінах да машын, прызначаных для мэт прамысловасьці“ (24) (мал. 10).

У 1698 г. зьявілася помпа То-маса Савэры.

Савэрава машына складалася з дзьвёх грушападобных пасудзін, злучаных уверсе трубою з крантам.

Левая пасудзіна, якая стана-віла сабой паравы кацёл, на-гравалася ў печцы, атрыманая пара ціснула на вад у правай пасудзіне і праганяла яе ўгару. Потым крант закрываўся, правая пасудзіна аблівалася знадворку халоднай вадой. З прычыны раз-рэджаньня ў правай пасудзіне, наветра гнала вад у трубе ў верхні бак.

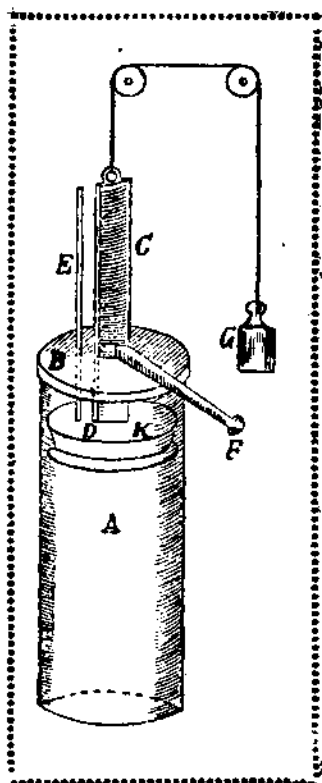
Твор, у якім Савэры апісаў сваю вынаходку, ён назваў „Сяб-рам шахцэра“.

Але шахцэры слаба рэагавалі на сяброўства і толькі адзін загадаў яму машыну; галоўным-жа чынам яна выка-

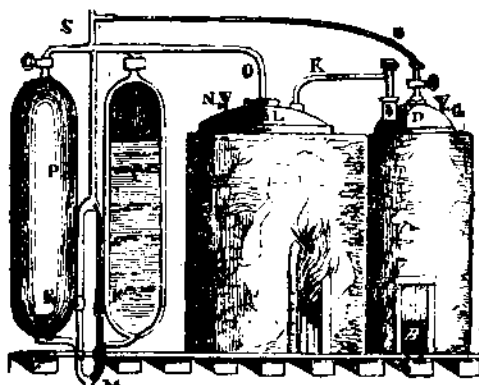
рыстоўвалася для таго, каб праводзіць вад у сады і паркі.

Характэрна, што для практычных мэт пара ўпяршыню была ўжыта ў Расіі.

Фізык Дэзаглье, апісваючы ў другім томе свайго курсу фізыкі (стар. 573) вадапад'ёмны пры-бор Савэры, кажа: „Я заказваў 7 такіх машын, дзеючых аг-нём, пачынаючы з



Мал. 10. Машына Папіна.



Мал. 10а. Паравая машына Савэры.

1717 па 1719 г. Першая была заказана для Пётры I, які паставіў яе ў сваім садзе ў Пецярбурзе“.

Машина служыла для фонтанаў у Летнім садзе.

Праз 15 год, пасля выдання ў „Лейпцыгскіх актах“ першай запіскі Папіна, у 1705 г. ангельскі кавальскі майстар Ньюкомэн і шкляр Коўлей у Дармуце сконструявалі чарпальную машину з асобным катлом для пары.

Як і папінава модель, машина Ньюкомэна і Коўлея складалася з вертыкальнага цыліндру, закрытага знізу, і з поршаню, які шчытна ўваходзіў у цыліндр і свабодна ў ім вярцеўся, то паднімаючыся, то апускаючыся.

Калі пара ўваходзіла пад поршань, апошні паднімаўся да пэўнай вышыні з грузам.

Каб з належнай хуткасцю апускаць поршань, цыліндар ахаладжалі.

Ньюкомэн і Коўлей упусkali халодную ваду ў колцападобную прастору між знадворнай паверхняй цыліндра і спецыяльна зробленай другой абалонкай (Савэры абліваў вадой металічны цыліндар).

Вядучы перапіску з выдатным фізыкам Гукам, які меў таксама зносіны з Папінам, Ньюкомэн бясспрэчна павінен быў ведаць пра вынаходку Папіна. Яму таксама была вядома і Савэрава машина і тое, што яна была няпрыдатна для адпампоўвання вады з глыбокіх капальняў, працавала марудна і пагражала выбухамі.

Добрая чарпальная машина вельмі патрэбна была шахцёрам Англіі.

Там яшчэ ў сярэднія вякі была зьвернута ўвага на мінеральнае паліва. З часам са змяншэннем лясоў, патрэба ў мінеральным паліве рабілася ўсё больш настойнай. Здабыванне вугалю набывала ўсё больш шырокія разьмеры. Прыходзілася, распрацоўваючы пласт за пластом, ўсё далей і далей ісці ў глыб зямлі. Але тут натыкаліся на перашкоду ў выглядзе вады, якая затапляла капальні і прымушала спыняць работу.

Той, хто даў-бы машину, якая магла-б адпампоўваць ваду з капальняў са значнай глыбіні, разьвязаў-бы прамысловую задачу вялізнай важнасці.

Ня дзіва, што нямала дапытлівых галоў з непахіснай энэргіяй і моцнай воляй браліся за яе разьвязаньне.

У 1712 г. пасля доўгіх і цяжкіх досьледаў Ньюкомэну ўдалося вынайсьці машину, якая рабіла ўсё яшчэ мала каля 10 пад'ёмаў у мінуту, але тым ня менш выпампоўвала такую колькасць вады, здольна была на такую работу, для выкананьня якой спатрэбілася-б ня менш як 50 коняў; пры гэтым абыходзілася яна ўшасьцёра таней.

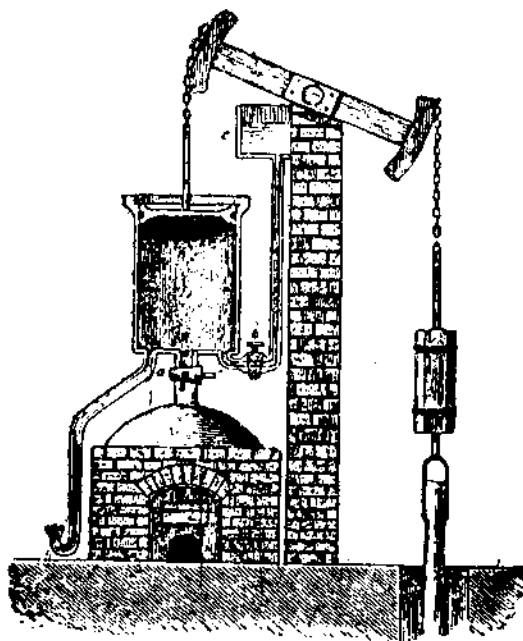
Машина хутка распаўсюдзілася (мал. 11).

Сьпярга яна, з прычыны павольнага ахаладжэньня пары, працавала марудна, але потым, калі знадворнае абвадненьне заменена было асобнай абвадняльнай куляй, накітавалі дажджу пранікаўшай у сярэдзіну цыліндра і дзеяўшай на пару, у той момант, калі поршань апускаўся, рух поршаню дасягнуў значнай хуткасці.

З часам заявілі былі і другое ўдасканаленне.

Сьпярша да машын Ньюкомэна і Коўлея трэ́ было прыстаўляць рабочага, ад якога патрабавалася шмат увагі і які павінен быў сыстэматычна адкрываць і закрываць кранты, то каб упускаць пару, то каб ахаладжаць.

У 1718 г. прыстаўлены да гэтай работы 12-гадовы Гумфры Потэр, якога нэрвала яе ўтомнасьць і аднастай-



Мал. 11. Машына Ньюкомэна.

насьць, пачаў задумвацца над тым, як-бы яе пазбыцца ці, прынамсі, зрабіць яе менш нудотнай.

Араго так малое творчы процэс Потэра:

„З двух крантаў адзін павінен быў адкрывацца ў тую мінуту, калі каромысла (балянс), з вялікай карысьцю ўжытае Ньюкомэнам, кончыла свой рух уніз, і той-жа самы крант закрываўся, калі канчаўся адваротны рух.

Відавочна, што палажэньне каромысла і палажэньне кранта залежалі адно ад аднаго. Потэр зразумеў гэта. Зразумеў ён і тое, што каромысла можа перадаваць другім частям машыны ўсе патрэбныя рухі, і зараз-жа ажыццявіў сваю думку. Да рукаятка кранта прывязвалася многа шнура, процілеглыя іх канцы Потэр прывязваў да каромысла так, што адны шнуры нацягваліся, калі каромысла паднімалася, а другія—калі яно апускалася, і пасля таго ня было патрэбы ў работніку“ (25).

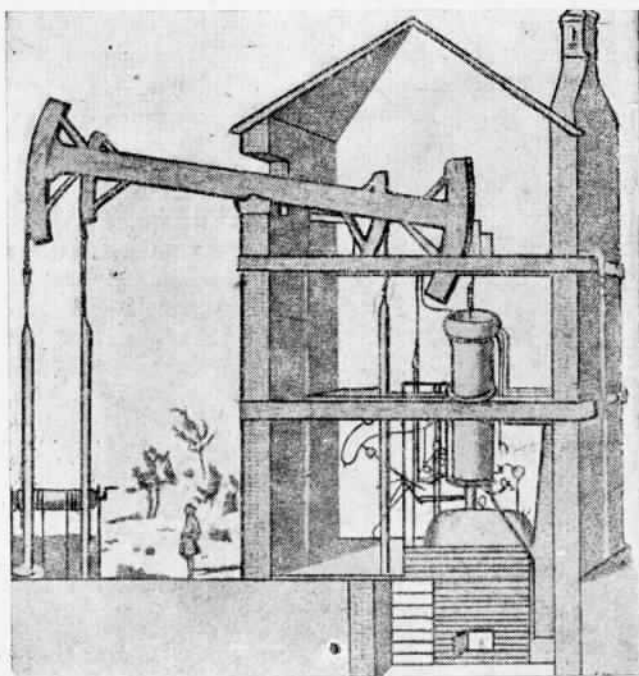
Машына пачала працаваць аўтаматычна.

У вынаходцы Потэра няма, аднак, элементу „выпадковасці“. Наадварот. Вострая патрэба спарадзіла стараннасць і пільную наглядальнасць, апошняя-ж у сваю чаргу прывяла да вываду, які і з'явіўся сам па сабе выдатнай вынаходкай.

Конструкцыйная форма вынаходцы ў тым-жа годзе была надана Бэйтонам (мал. 12).

Дзякуючы аўтаматычнаму параразмеркавальніку, колькасць падвойных ходаў машыны Ньюкомэна з 8 у мінуту была даведзена да 12 і нават да 16.

У далейшым значныя ўдасканаленні ў атмасфернай машыны зрабіў вядомы ангельскі інжынер Сьмітон, які ўда-



Мал. 12. Машына Ньюкомэна, удасканаленая Коўлеем і Потэрам і сабраная Бэйтонам.

сканаліў самы выраб машын і дабіўся найбольш мэтазгоднай конструкцыі асобных частак (паравы кацёл, цыліндр, які адначасна з'яўляўся і кандэнсатарам, балянсір, помпа ды інш.) (мал. 13).

Нарэшце, у 1766 г. рускі механік І. Палзуноў сконструяваў першую здвоеную машыну з сустрэчным рухам поршняў.

Такое вось было становішча з паравой машынай, калі за яе ўдасканаленне ўзяўся Уат.

МАШИНА УАТА

Як Уат развязаў праблему?

Да ранейшай конструкцыі машыны Ньюкомэна ён дадаў яшчэ адну пасудзіну, асобную ад цыліндра і злучаную з ім трубкамі ды крантам.

Гэта быў кандэнсатар (згушчальнік)—галоўная вынаходка Уата.

Маючы халодную ваду бяз газу над ёю, кандэнсатар прыцягваў да сябе пару з цыліндра, якая і згушчалася ля яго ўваходу паступова, пакуль не вызваляўся ад пары ўвесь цыліндар, без ахаладжэння сыценак.

Пасля першага згушчэння вада ў кандэнсатары награвалася, а з нагрэтай вады ўтваралася значная колькасць новай пары плюс атмасфернае паветра.

Калі-б кандэнсатар не ачышчаць, дык ён перастаў-бы дзеяць.

Для ачышчэння кандэнсатара Уат завёў звычайную паветраную помпу, поршань якой злучыў з галоўным каромыслам.

Для дзеяння помпы таксама патрэбна часць сілы, якая бярэцца ад машыны. Аднак, гэта страта сілы—глупства ў парананьні з тым, што трацілі машыны ад ахаладжэння

сыцен цыліндра і чаго пасля вынаходкі кандэнсатара ўжо не магло быць.

Уат зрабіў так, што пара ня трацілася і пры ўсіх схадных рухах поршаню, у апошнім выпадку ў ранейшых машынах цыліндр паступова агаляўся і дзеля таго ахаладжаўся.

Уат закрыў цыліндр зверху металічнай пакрышкай са скразнінай, туга заткнутай змазаным тлустымі матэрыямі пакульлем, у якой свабодна, не прапускаючы ні пары ні паветра, хадзіў стрыжань поршаню.

Такім чынам, у процілегласьць усім другім машынам, сконструяваным папярэднікамі Уата, у машыне апошняга поршань падзяляў сабою цыліндр на дзве зусім закрытыя часці.

Калі поршань апускаўся, дык пара з катла праз асобную трубку ўваходзіла ў верхнюю часць цыліндра і ціснула



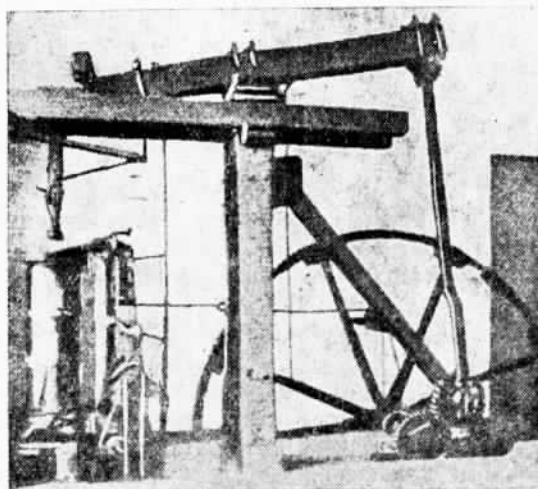
Мал. 13. Джон Сьмітон (XVIII ст.)

зверху ўніз, як у ньюкомэнавых машынах атмасфэра. У той-жа час ніжняя часць цыліндра была сазлучна з кандэнсатарам, дзе ўся ніжняя пара згушчалася.

Калі поршань спускаўся зусім, дык паваротам кляпану між ніжняй і верхняй часцямі цыліндра адкрывалася сазлучнасьць, прычым уся прастора напамуналася парай роўнамернай пругкасьці; націсканы і зьнізу і зверху, ён зноў паднімаўся невялікім грузам. Нарэшце, усё з той-жа мэтай зьберагчы пару, якая трацілася з прычыны ахаладжэньня паверхні цыліндра, Уат адзеў металічны цыліндр драўляным і прастору між імі запоўніў парай.

Правая машына ў асноўным была гатова.

Першая вадапад'ёмная машына Уата была пушчана ў канцы 1774 г. (мал. 14).



Мал. 14. Першапачатковая машына Уата.

У сваім канчатковым выглядзе машына мела такія разьмеры: дыяметр цыліндра—18 цаляў, ход поршню—5 фут. (1,5 м), дыяметр цыліндра паветранай помпы—7 цаляў пры ходзе ў 20 цаляў. Поршань вадзяной помпы пры дыяметры ў 18 цаляў паднімаў 7,8 куб. футу (0,21 куб. м) вады на вышыню ў 24 футы (7,2 м). Колькасьць падвойных ходаў досыць стала, роўная 12 у мінуту.

Машына з затратаю 120 фунтаў (каля 50 кг) вугалю паднімала ад 20 да 30 тыс. куб. футаў вады на вышыню ў 20 фут. (6,1 м). Калі зрабіць пералічэньне, дык выйдзе, што 1 кг вугалю дае работу ў 3,4,5 разоў больш, чым у машын Ньюкомэна. Нават у параўнаньні з самымі ўдасканаленымі пазьнейшымі машынамі Ньюкомэна атрымліваўся расход прыблізна ўдвая меншы" (26).

Першая машына Уата, атрымаўшая назву „Вээльзэул“, загінула ў часе пажару ў 1777 г.

Але ўжо ў 1776 г. на заводзе Д. Вількенсона ў Брысэлі (у Штропшыры) была пушчана новая машына, атрымаўшая назву „Старая Ліза“, прапрацаваўшая з 1777 г. да 1848 г., калі была адаслана ў Саут-Кэнсінгтонскі музэй.

Да 1780 г. было пабудавана 40 машын адзначанага тыпу. Гэта яшчэ ня быў унівэрсальны тып.

Апошняя задача была разьвязана ў пазьнейшыя гады, пасля раду новых і важных удасканаленьняў.

Сконструяваўшы сваю машыну і атрымаўшы на яе патэнт яшчэ ў 1769 г., Уат ня спыніўся на дасягнутым, а ўсё яе ўдасканальваў, зьмяняў, пашыраў прыстасаваньні да яе.

Асабліва многа дадаткаў было зроблена між 1775—1785 гг. Толькі к 1785 г. Уат больш менш здаволіўся дасягнутымі якасьцямі свае машыны; у гэтым годзе ён пісаў свайму сябру і супольніку Больтону:

„Я знаходжу, што цяпер час ужо спыніць спробы новых вынаходак, асабліва ня варта нічога прабаваць, што злучана з якой-небудзь небясьпекай няўдачы ці можа паставіць нам перашкоды пры выкананьні. Будзьма ў далейшым вырабляць тыя рэчы, якія мы ўмеем рабіць, а рэшту хай робяць маладыя людзі“.

Але гэта было, бязумоўна, пажаданьне. Сапраўды-ж Уат працаваў і вынаходзіў і ў наступныя гады, хаця ўжо з меншаю інтэнсыўнасьцю.

Вось некалькі найважнейшых палепшаньняў і вынаходак, зьвязаных з паравой машынай.

Кола вяротная машына (паравое кола). Думка аб паравым коле зьявілася ў Уата яшчэ ў 1766 г., але пасля раду спроб сконструяваць *паравое кола*, г. зн. колаваротную машыну без халадзільніка, Уат пераканаўся, што лягчэй просталінейны рух абярнуць у кругавы, чым будаваць для апошняга новы мэханізм.

У сваім другім прывілеі (1781 г.) да паравой машыны ён і прапануе *5 розных спосабаў ператварэньня просталінейнага руху ў кругавы*.

У 1782 г. Уат атрымаў трэці прывілей пад назвай „некаторыя ўдасканаленьні ў паравых ці агнявых машынах для падняцьця вады і другіх мэханічных мэт“.

Тут мы маем справу з пяцьма ўдасканаленьнямі, зробленымі ў розныя часы.

У жываньне пары з расшырэньнем. Гэта ўдасканаленьне заключалася ў тым, што пара адсякалася раней, чым напаўняўся ўвесь цыліндар.

Уат выходзіў з сілы пругкасьці пары, якая, расшыраючыся і разраджаючыся, увесь час ціснула на поршань і прасоўвала яго. Яшчэ ў 1867 г. Уат знайшоў, што пры адсяканьні пары, або іначай кажучы, пры закрываньні кляпану трубы (даваўшай пару цыліндру) на чвэрці ходу поршаню дзеяньне не зьмяншалася, а было роўна дзеяньню больш як ад падвойнай колькасьці пары, калі яна напаўняе ўдвая меншы цыліндар.

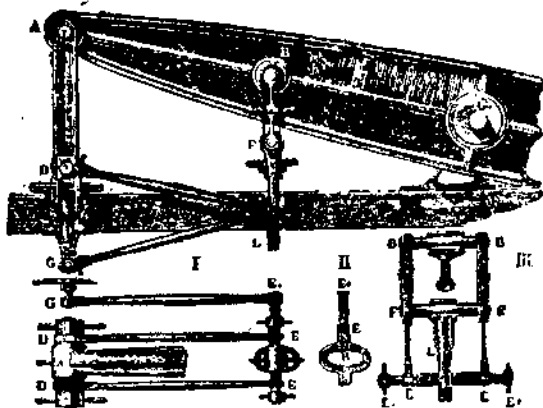
Гэта вынаходка бясспрэчна прыводзіла да значнага зьбе-
ражэння паліва.

Машина падвойнага дзеяння. Гэта быў першы і рашучы крок да ператварэння машыны-помпы, машыны *чарпальнай*, у агульны рухавік.

У гэтай машыны адзіным рухавіком зьяўляецца пара, якая дзее на поршань як пры апусканьні яго, так і пры падніманьні.

Падвойная або компаўнд-машина. Злучэньне дзвюх ці некалькіх машын, цыліндры і кандэнсатары якіх зьвязаны такім чынам, што пара, дзеючы на поршань адной, расшыраючыся паранейшаму, дзее на поршань другіх, а самі поршні дзеюць ці разам ці ўперамежку.

Паравы молат. Заводчык Вількінсон звярнуўся да Уата (у 1777 г.) з прапановай прыстасаваць сваю машыну да руху молата ў 16 цнт, які мог-бы рабіць 30—40 удараў у мінуту.



Мал. 15. Паралелёграм Уата.

Пасьля многіх досьледаў Уат зрабіў молат у $7\frac{1}{2}$ —10 цнт, які рабіў да 300 удараў у мінуту.

У 1784 г. Уат узяў на яго прывілей.

„Ну, такой рэчы, здаецца, яшчэ ніхто ніколі ня мог зрабіць“,—пісаў ён Больтону.

Паралелёграм — адна з самых дасьціпных вынаходак Уата.

Задача яго — стварыць сталую і нязьменную сазлучнасьць між стрыжанем поршаню, які рухаецца прасталінейна ды вэртыкальна, і каромыслам, якое качаецца кругападобна.

„Пры кожным падвойным руху, — піша Араго, — (ён) сьціскаецца і раздаецца з якойсьці мяккасьцю, — скажу нават з грацыяй... прасачэце ўважна розныя ператварэньні гэтага паралелёграму, і вы ўбачыце, што ён падначальваецца самым цікавым геаметрычным умовам; вы ўбачыце, што вяршыні *трох* яго кутоў апісваюць у прасторы дугі акружыны, а *чацьвертая*, якая паднімае і апускае поршань, рухаецца амаль па прастай лініі“ (27).

„Я сам быў здзіўлены правільнасьцю яго дзеяньня, — кажа Уат, убачыўшы ўпершыню яго ход, — я залюбаваўся

пекнатою вынаходкі. Я глядзеў на яго, як на вынаходку другога механіка". А ў лісьце да сына Уат дадае: „Хаця я і не ганяюся за славай, але паралелёграмам ганаруся больш, чым якой-небудзь другой механічнай вынаходкай“ (мал. 15).

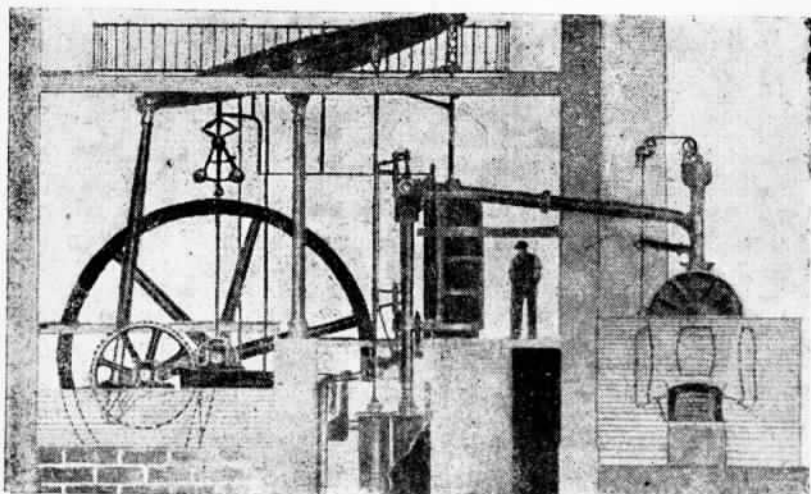
Кляпан, дзякуючы якому аўтаматычна рэгулюецца машынай як роўнамерны прыток пары, так і роўнамерная хуткасьць.

Адасяродкавы рэгулятар, звязаны з кляпанам.

Адтуліны, праз якія пара выходзіць з катла, маюць розную велічыню; калі ход машыны прысьпяшаецца, адтуліны расшыраюцца, каб прыцішыць ход, яны звужаюцца.

Гэта работа і выконваецца з дапамогай кляпана і адасяродкавага рэгулятара.

Дзеянні рэгулятара настолькі правільныя, што ў Манчэстары на бавоўнапрадзільні Лі быў гадзіннік, які прыво-



Мал. 16. Паравая машына Уата.

дзіўся ў рух ад паравой машыны. Прычым гадзіннік гэты ішоў ані ня горш ад усіх іншых гадзіннікаў у горадзе.

Маномэтры, каб паказваць ціск пары ў паравіку, для вымярэння ціску ў кандэнсатары, для вызначэння ціску ў цیلіндры ў розныя часы праходжаньня поршню.

Лічыльнік, які ўлічае колькасць хадоў поршню.

У 1784 г. Уат робіць досьледы над работай найбольш дужых коняў лёндонскіх браварань, пасля чаго ўводзіць адзінку магутнасьці, назваўшы яе „конскаю сілаю“.

У сучасны момант гэтыя адзінкі магутнасьці выцеснены адзінкамі магутнасьці ў электрычных мерках, названымі ў гонар вялікага вынаходца „ватам“ і „кілёватам“ (1 кілёват роўны 1,36 конскай сілы) (мал. 16).

РАЗЪДЗЕЛ III

ІНШЫЯ ВЫНАХОДКІ І НАВУКОВЫЯ АДКРЫЦЦІ УАТА

Хаця паравая машына і была цэнтральнай ды найбольш магутнай справай жыцця вялікага вынаходца, але было-б, аднак, памылковым не сказаць пра рад другіх яго дасягненняў у абсягу тэхнікі і асабліва пра яго навуковыя адкрыцці.

Пералічым самыя важныя з іх.

Коп'явальны прэс, распрацаваны ў двух варыянтах—у выглядзе вальцаў і ў выглядзе вінтавога прэсу.

Сам Уат шырока карыстаўся першай конструкцыяй для коп'явання папер, лістоў і нават рысункаў.

Разам з хэмікам Уэерам вынаходца займаўся нават выпрацоўкай чарніла для свайго прэса.

Лічыльная машына (яна, аднак, не пашырылася). Калі меркаваць па тым экзэмпляры, што захаваўся ў Соўт-Кенсінгтонскім музэі, дык з дапамогай гэтай машыны можна было рабіць вылічэнні да мільёнаў уключна.

Лёгарытмічныя лічыльныя лінейкі, насіўшыя назву лінеек „Сохо“.

Трэба яшчэ адзначыць проект параводнага вінта (1770 г.), адбівальны квадрант для вымярэння кутаў ды інш.

Азнаёміўшыся са спосабам, вынайздзеным Бэртоле, і зрабіўшы рад самастойных досьледаў, Уат завёў у Англіі бяленьне з дапамогай хлёру, увёў вальцы для сусьнення, якія праграваліся парай, першы ўжыў у 1783 г. *паравое аццпленьне* (ідэя якога належыць Куку, 1745 г.). Уату належыць таксама рад ідэй і прапаноў, нераспрацаваных і неажыццёўленых, пакінутых, так сказаць, на насеньне.

Узрошчаныя пазней другімі вынаходцамі, яны далі багаты ўраджай.

„Паравы вазок“, паравы вагон, кацельная апаратура для бяздымнага спальвання вугалю прыцягнулі

ўвагу вынаходца; ён перапісваўся адносна палепшання лямп і г. д. і да т. п.

Апошній вынаходкай вялікага мэханіка была машына для коп'явання скульптурных твораў (эйдограф).

З дапамогай гэтай машыны з матэматычнай дакладнасьцю можна рэпродукаваць самыя рознастайныя і дзівосныя формы (бюсты, статуі, барэльефы, медальёны, пасудзіны).

Уат шмат гадоў працаваў над удасканаленьнем эйдографа.

Майстэрня ў яго доме была ўся чыста застаўлена многалічнымі творамі.

Стары вынаходца любіў гэта дзіця сваёй старасьці, і яму давала вялікае задавальненьне раздаваць ўласнаручныя вырабы з мармуру ды іншага матар'ялу сваім знаёмым і сябрам са словамі: „А гэта вазьмеце на ўспамін ад *маладога* мастака“.

Уат быў ня толькі тэхнікам-вынаходцам, але і вялікім вучоным.

Мы ўжо ўспаміналі пра яго сувязь з вучонымі Глязго.

Жывучы ў Бірмінгаме і працуючы разам з Больтонам над сваёю машынаю на заводзе „Сохо“ (мал. 16), ён адначасна быў і членам так званага „Луннага таварыства“ (збіраліся раз на месяц у часе поўня).

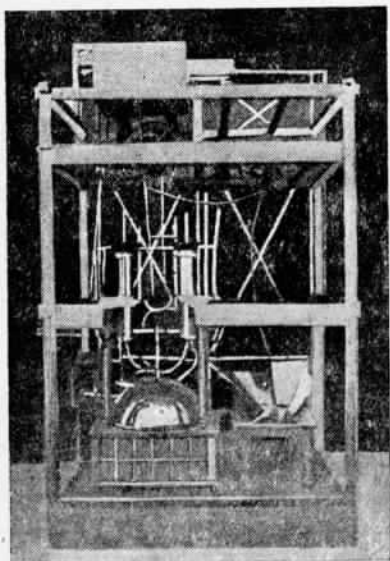
На сходах таварыства члены абменьваліся думкамі аб мастацтве, літаратуры, навуцы. Сярод членаў гэтага выдатнага таварыства, апрача Уата, сустракаем такія імёны, як хэмік і вынаходца

Вэджвуд, філёзоф і поэта Эразм Дарвін (дзед Чарльза Дарвіна па бацькаўскай лініі), хэмік Прыстлей, Больтон, д-р Смол ды інш.

На паседжаньнях таварыства часта ў якасьці гасьцей прысутнічалі выдатны інжынэр Сьмітон, найвялікшы з астрономаў XVIII в. Вільям Гершаль ды інш.

Наколькі карысным было для Уата наведваньне сходаў гэтага таварыства можна бачыць хаця-б з наступнага выпадку:

„Я,—сказаў неjak Дарвін,—выдумаў падвойнае пярэ, з дапамогай якога разам можна напісаць падвойна кожны ліст, г. зн. раптам можна мець і орыгінал і копію“.



Мал. 17. Модель паравой машыны Ів. Ів. Паязунова, якая захоўвалася ў Барнаўльскім горным музэі (від зьспераду).

„Спадзяюся развязаць гэту задачу яшчэ лепш“,—адказаў Уат (28).

Ужо назаўтра ён падаў і свае меркаваньні і модель коп'явальнага прэса.

Да гэтага-ж часу належыць зьяўленьне ў Уата проекта інтэрнацыянальнай сыстэмы мерак і вагі.

У лісьце ад 14 лістапада 1793 г. Уат падрабязна разьвівае сваю думку.

За асноўную адзінку ён прапанаваў узяць адзінку даўжыні (даўжынню сэкунднага маятніка, прапанаваную яшчэ ў 1673 г. вялікім голандзкім вучоным Гюйгенсам), за адзінку вагі—вагу вады (аб'ёмам у адну кубічную адзінку).

Вытворныя адзінкі прапанаваў пабудаваць на дзесятковых стасунках і г. д.

Ляплас і Монж, працаваўшыя над увядзеньнем мэтрычнай сыстэмы мерак і вагі ў Францыі, былі ў курсе прапаноў Уата.

Другое навуковае адкрыцьце, якое ставіць Уата ў рады найвыдатнейшых фізыкаў XVIII в.,—гэта вызначэньне складу вады.

21/IV 1783 г. Уат пісаў свайму сябру—фізыку Блэку:

„Пры ўспалымленьні „гаручага паветра“ (г. зн. вадароду) і „дэфлёгіставанага паветра“ (г. зн. кіслароду) яны бурна злучаюцца адзін з адным—успыхвае полымя, а потым пры ахаладжэньні яны зноў зьнікаюць. Адзіная матэрыя, што пры гэтым атрымліваецца, ёсьць вада,—так што вада, сьвятло і цяплыня—адзіныя продукты гэтага злучэньня. Ці ня можам мы зрабіць вывад, што *вада складаецца з дэфлёгіставанага і гаручага паветра або флёгістону* (г. зн. паводле сучаснай тэрміналёгіі—кіслароду і вадароду), пазбаўленых часьці сваёй скрытай цяплыні, і што дэфлёгіставанае або чыстае паветра (кісларод) гэта вада, пазбаўленая свайго флёгістону (вадароду), але злучаная з адкрытай цяплынёй“ (29).

Тут трэба, аднак, адзначыць, што за права на пяршынство ў гэтым адкрыцьці спрачаліся супроць Уата на карысьць Прыстлея, Лявуазьё... і, галоўным чынам, на карысьць Кавэндыша.

Аднак, Араго ў 1831 г. на паседжаньні Францускай акадэміі навук сказаў:

„Я перагледзеў шмат друкаваных запісак, шмат вялікіх збораў рукапісаў, і праз 50 год, толькі ў тым прадпалажэньні, што ў акадэміях рана ці позна павінна ўзяць верх праўда, я наважыў *вымагаць для Джэмса Уата таго гонару, які лёгкамысна аддалі другому*“ (30).

РАЗЬДЗЕЛ IV

ЯК ПРАЦАВАЎ УАТ

Якавы тыя якасьці, што выпрацаваў у сабе Уат, і тыя ўмовы ды спосабы работы ў абстаноўцы, з дапамогай якіх ён скончыў сваю вялікую справу вынаходца?

Уат усё жыццё працаваў і ўсё жыццё вучыўся і да таго-ж быў у поўным сэнсе гэтага слова вялікім самавукам.

Многія з сваіх спосабаў і метадаў работы ён набыў яшчэ ў раньняй маладосьці і не пакінуў іх да канца свайго доўгага і працоўнага жыцця.

Ён шмат чытаў, але ў той-жа час умеў *сартаваць* набываныя веды.

Ня грэбуючы дробязямі, умеў ня спыняцца на няістотным.

Вёў дзеньнікі і меў запісныя кніжкі, дзе адзначаў усё, найбольш вартае ўвагі. „З яго нататак аб якой-небудзь бесталентнай, але вялікай працы чытач заўсёды мог даведацца куды больш, чым ад самога аўтара“.

З прачытанага ўсё, што толькі можна было праверыць досьледам, правяралася.

Яго мэтай было „перамагаць прыроду“, а для гэтага „трэба было толькі знаходзіць яе слабыя месцы“ (31).

Ён ведаў галоўнейшыя эўрапейскія мовы (таксама як і іх літаратуру), але вывучаў іх, так сказаць, у меру патрэбы.

Калі ў яго зьявілася патрэба азнаёміцца з лепшымі нямецкімі творамі па мэханіцы (Леўпальд ды інш.), дык ён тэрмінова вывучыў нямецкую мову.

Калі выявілася, што патрэбныя яму кнігі ёсьць толькі на італьянскай мове, ён вывучае і яе.

Тэорытычны багаж Уата—вялізны ўжо ў маладосьці,—к сталым гадом дасягае колёсальных разьмераў.

У гісторыі чалавечтва ёсьць два вельмі павучальныя прыклады унівэрсальных ведаў.

Італьянскі філэзоф Піко-да-Мірандола ведаў усё, што вядома было навуцы таго часу, але нічому не аддаваўся спецыяльна.

Поўная процілегласьць яму—мастак Леонарда-да-Вінчы.

Ня было, здаецца, абсягу ведаў, якога ён ня вывучыў-бы і дзе-б не пакінуў больш-менш глыбокага сьледу.

Аднак, цэнтральным і асноўным для яго быў жывапіс: тут ён стварыў найвялікшыя шэдэўры.

Уат быў унівэрсалам тыпу Леонарда да-Вінчы.

Он знаў адной ліш думы власьць.
Одну, но пламенную страсть.

„Усе мае думкі накіраваны на паравую машыну,—пісаў ён аднаму з сваіх сяброў,—я не магу ні пра што іншае думаць“.

Істотнай крыніцай досьледу Уата былі яго нагляданьні.

Характарна, што, загадаўшы сабе пячатку, ён зрабіў яе ў выглядзе *вока* з надпісам—*наглядае...*

Так, *вока* Уата ўмела ня толькі глядзець, але і заўважаць усё тое, што заслугоўвала ўвагі.

Араго апавядае, што адна глязгаўская вадаправодная кампанія, якая абавязалася забясьпечыць горад здаровай крынічнай вадой, ужо скончыла была ўсе свае пабудовы на адным беразе ракі Кляйда, калі ёй стала вядома, што на другі бок гэтай ракі ёсьць куды большая і лепшая крыніца.

Пастаноўлена было пракласьці трубу на процілеглы бераг, але няроўнае, зьменлівае і тваністае дно вельмі перашкаджала рабоце і патрабавала вялізных затрат.

„Параіліся з Уатам. Ён ня прымуся чакань свайго адказу: на стала яго быў омар; Уат шукаў і знайшоў, што з жалеза можна зрабіць сустаўчасты знарад, які рухаўся-б нахшталь хваста чарапаскурага. Вось вадаправодная труба, здольная згінацца па ўсіх цяперашніх і будучых няроўнасьцях рэчнага дна. Гэты жалезны хвост омара ў 60 см дыямэтрам і ў 300 м даўжынёю быў зроблены па уатавых рысунках, і глязгаўская кампанія мела поўны посьпех“ (32).

Апавяданьне анекдотычнае, але тым ня менш яно ярка характарызуе творчую наглядальнасьць вынаходца.

Заслугоўвае таксама асабліва быць адзначаным і пастаяннае руплівае імкненьне Уата ўдасканаліць вельмі каштоўную прывычку да засяроджанай і актыўнай увагі.

„За ўсё (ён) браўся сур'ёзна, не пакідаючы ніводнага пытаньня, пакуль не пераконваўся ў тым, што яно—глупства,—і тады кідаў яго, ці што яно важнае,—і тады рабіў з яго рад новых навуковых дасьледваньняў. У яго руках усё рабілася пачаткам навуковай работы. Усё ператваралася ў навуку“ (33).

Узяўшыся за работу, ён умеў лёкалізаваць усе наяўныя сілы на адной пэўнай мэце, умеў давесьці распачатую

справу да канца: калі мэта пастаўлена, дык ён мусіць яе дасягнуць.

Ён ніколі, аднак, не завіхаецца. Веды яго дакладныя, нагляданні правільныя, рысункі чыстыя.

Акуратнасьць—яго другая натура.

Такавы гэты дысцыплінаваны, цвёрды і тонкі розум, які нахystalт сланёвага хобата „аднолькава лёгка паднімае саломачкі і з каранем вырывае дрэвы“ (34).

Уат быў слабы і хворы, але ня гледзячы на хваробы і нібы насуперач ім гэта быў чалавек надзвычайнай працаздольнасьці.

„Сярод дзеячоў, згрупаваных навакол гэтага выдатнага вынаходца (паравой машыны—*І. Б.*),—піша Смайс,—мы знаходзім аднаго, які ўзвышаецца над усім, *стараннага, цярылівага, няўтомнага* Джэmsа Уата—майстра матэматычных інструментаў“ (35).

На адным з старажытных нормандзкіх шчытоў была намалёвана рыдлёўка і на ёй надпіс: „Знайду дарогу ці працераблю яе“ (36).

Такі вось быў і дэвіз Уата. Ён быў надзвычай упартым у дасягненьні вызначанай мэты.

Яму было 28 год, калі ён распачаў сваю работу над паравой машынай, і 64 гады, калі ён дабіўся канчатковых вынікаў.

Усё жыццё пайшло на стварэньне паравой машыны.

Жыццё ўпартай працы і ўсялякіх няўдач.

Думка аб удасканаленьні паравой машыны ўпяршыню зьявілася ў Уата ў 1759 г.

Сам Уат пра гэта піша:

„Першы зьвярнуў маю ўвагу на паравую машыну нябожчык доктар Робізон, які быў тады яшчэ студэнтам глязгаўскага унівэрсытэту і прыблізна аднаго са многаў веку. Ён у той час быў заняты ідэяй ужыць сілу пары да руху вазка і для другіх мэт, але плян гэты ня быў распрацаваны і хутка пасьля яго ад'езду заганіцу быў пакінуты зусім“.

Аднак, ня была пакінута думка пра паравую машыну самым Уатам.

„Каля 1761 ці 1762 г. я паспрабаваў,—кажа вынаходца далей,—зрабіць некаторыя досьледы над сілай пары ў катле Папіна і для гэтай мэты сконструяваў штосьці нахystalт паравой машыны з моцным поршанем і крантам... Калі адкрывалася сазлучнасьць паміж катлом і трубочкай, дык пара ўваходзіла ў яе і, дзеючы на поршань, паднімала значны цяжар (15 ангельскіх фунтаў, г. зн. каля 7 кг), якім гэты поршань быў нагружаны. Пасьля таго, як поршань быў падняты на належную вышыню, сазлучнасьць з катлом закрывалася, а з атмасфэрай адкрывалася; тады пара выходзіла з трубочкі, і цяжар апускаўся. Але я хутка адмовіўся ад ідэі пабудавань машыну паводле гэтага прыцыпу, бо з прычыны сваёй нятрываласьці яна мела-б тыя самыя хібы, як і машына Савэры, г. зн. у ёй заўсёды пагражала-б не-

бяспека ўзрыву катла, злучэнні таксама цяжка было-б зрабіць непранікальнымі, і значная часць энергіі пары трацілася-б у выніку таго, што пад поршанем не ўтваралася-б вакууму, які палягчае поршанню рух уніз“.

Адна акалічнасць, звязаная з яго работай у якасці універсытэцкага механіка, была мацнейшым штуршком да аднаўлення яго работ над машынай.

Узімку 1763-1764 г. проф. фізікі глянцаўскага універсітэту Андэрсон даручыў Уату напісаць модель машыны Ньюкомэна.

„Сьпяраша,—піша Уат,—я ўзяўся папраўляць яе, як механізм, і калі гэта было зроблена, прымусіў яе працаваць. Але тут мяне здзівіла, што паравік моделі ня мог даваць ёй досыць пары, хаця, па сваіх разьмерах ён, відаць, быў большы як трэба. Раздуваючы агонь, можна было прымусіць модель зрабіць некалькі ходаў, але затое пры гэтым трэ’ было ўпырскваць вялізную колькасць вады, хаця груз падніманай машынай вады быў надта невялікі. Хутка было знойдзена, аднак-жа, што пры памяншэнні грузу кацёл моделі мог забяспечыць цыліндар парай, і яна магла працаваць досыць правільна, нават пры мернай колькасці ўпырсканай вады“...

Сутнасць пытання была ў непродукцыйнай трате пары.

Робота машыны не адпавядала разьмерам катла.

„Задумаўшыся над гэтай зьявай (над прычынай траты пары—*І. Б.*), я прышоў да вываду,—кажа далей Уат,—што прычыну яе трэба шукаць у адкрытым незадоўга перад тым законе, што ў пустэце вада кіпіць ня пры 80° Р, але пры куды ніжэйшай тэмпературы, нават пры 30° Р, і што, значыць, пры тэмпературах вышэй за 30° Р вада, якая знаходзіцца ў нагрэтым цыліндры, павінна сама сабой ператварацца ў пару і перашкаджаць утварэнню поўнай пустаты, значыць, процідзеяць і ціску атмасферы на поршань зьне“.

Ён звярнуўся да тэорыі.

Калі яму прынеслі ў майстэрню паправіць органы, дык ён пачаў сваю работу з таго, што ўзяўся за *вывучэнне гармоніі*. Гэтак-жа сама ён зрабіў і цяпер, узяўшыся папраўляць машыну Ньюкомэна.

„Ён ня мог шукаць новага практычнага прынцыпу, не разумеючы, якім вымаганьням гэты прынцып павінен быў адпавядаць і дзе яго можна знайсці“ (37).

Ён хоча дзейнічаць напэўна.

Ня можа здацца на голую тэорыю, але правярае яе на ўласных досьледах і дакладных вылічэннях.

„Пераканаўшыся, што доктарам Дэзаглье (кнігай якога карыстаўся Уат—*І. Б.*) былі зроблены вялікія памылкі ў вылічэнні аб’ёму пары (Дэзаглье даваў лічбу стасунку між аб’ёмам вады і пару ў 14.000.—*І. Б.*), я наліў 1 унцыю (каля 30 грам) дэстыляванай вады ў флёрэнтынскую пасудзіну, здольную змесьціць каля ½ л; у яе горла я ўстаў і шкля-

ную трубку, прычым злучэнне зрабіў непранікальным абматаўшы гэту часць вярхоўкай, прапітанай шклярскай замазкай. Калі пасудзіна стаяла проста, дык трубка даходзіла да паверхні вады; у такім палажэнні пасудзіна была пастаўлена ў бляшаную адбівальную печку, дзе стаяла, пакуль уся вада выпарылася.

Дзеля таго, што паветра ў пасудзіне было цяжэйшае ад пары, апошняя паднімалася і выцясняя паветра праз трубку. У той момант, калі ўся вада выпарылася, печку і пасудзіну адсоўвалі ад агню і струмень халоднага паветра накіроўвалі на адзін бок пасудзіны, каб сабраць там усю кандэнсаваную ваду. Калі ўвесь прыбор быў ахалоджаны, трубку з яго вымалі, і пасудзіну з быўшай у ёй вадою дакладна важылі; потым пасудзіну зноў нагрывалі да выпарэння вады, высушвалі з дапамогай мяхоў і зноў важылі, прычым выявіліся, што вага яе зменшылася на $4\frac{1}{2}$ грны (гэта была, значыць, вага пары, якая напаўняла пасудзіну пры ціску адной атмасферы).

Калі пасудзіна была поўна вады, дык знайшлі, што яна мела $17\frac{1}{8}$ унцый вады, што для ступені расшырэння вады, якая ператвараецца ў пару пры тэмпературы кіпення (пры ціску адной атмасферы), дае лік 1800° (38).

Зрабіўшы рад новых досьледаў Уат знаходзіць:

а) колькасць вугалю, патрэбную для выпарэння пэўнай колькасці вады;

б) колькасць пары, патрэбнай для кожнага ходу поршаню ў машыне пэўных размераў;

в) колькасць халоднай вады, якую трэба ўпускаць у цыліндар для падання поршаню з пэўнай сілай;

г) пругкасць пары пры розных тэмпературах.

Працуючы над разьвязаннем гэтых пытанняў, Уат натыхаецца на новы факт надзвычайнай важнасці.

„Зьдзіўлены вялікай колькасцю вады, патрэбнай для ўпырсквання, ды вялікай колькасцю цяпліны, якую яна набыла пры судотыку з нязначнай колькасцю вады ў выглядзе пару, ужыванай пры напаўненні цыліндра, і думаючы, што я зрабіў якія-небудзь памылкі, я паставіў наступны дослед,—піша Уат:—шкляная трубка была сагнута пад простым кутом і адзін канец яе быў устаўлены гарызонтальна ў носік чайніка, а другі, вертыкальны, быў пагружаны ў калодзежную ваду, налітую ў цыліндрычную шкляную пасудзіну; потым пара (з чайніка) прапускалася праз трубку да таго часу, пакуль яна (пара) пераставала асядаць, прычым вада ў шкляной пасудзіне даходзіла амаль да пункту кіпення. Вага вады ў пасудзіне ў выніку дабаўленьня кандэнсаванай пары павялічалася пры гэтым прыблізна на $\frac{1}{6}$ часць... Зьдзіўлены гэтым надзвычайным фактам і ня могучы ўразумець яго прычыны, я раскажаў пра яго свайму прыяцелю д-ру Блэку, які растлумачыў мне тады сваю тэорыю“...

Аднак, зроблєня досьлєды і вылічєннї пацьвяджалї толькї недасканаласьцї ньюкомєнавай машыны, але не раз-вязвалї пытаньня—якой-жа конструкцыї павінна быць машына, каб ня мець гєтых хїбаў.

Далєйшыя радкї цытаванай намї запіскї Уата ўводзяць нас у найглыбшыя таямнїцы лябораторыї Уата і выкрываюць самыя скрытыя процєсы творчасьцї вынаходца, якія прывялі яго да адкрыцьця новага прынцыпу паравой машыны.

„Я патраціў шмат часу і куды больш грошай, чым мне дазвалялі абставіны,—запэўняе Уат,—але новы прынцып усё-ж такі не знаходзіўся. Аднак-жа уся гэта задача так ублєлася мне ў галаву, а має абставіны настолькї моцна пабуджалї мяне вярнуць патрачаны час і сродкї, што нарэшце пасьля доўгага пераварачваньня пытаньня на ўсе спосабы, я прышоў як быццам да аксьємы, што каб зрабіць дасканалую паравую машыну, трэба, каб цыліндар быў заўсєды такі самы гарачы, як і тая пара, што ўваходзіць у яго; але з другога боку пара для ўтварэньня пустаты павінна згушчацца пры тэмпературы ня вышэй 30° (39).

Гэта быў ужо вялікі крок наперад, але яшчэ не вынаходка. Трэ́ было прайсьцї яшчэ шлях напружаньня абмяркоўваньня і цяргплывага „высєджваньня думкї“, пакуль на адным з этапаў гэтага шляху ў пачатку 1765 г., думаючы як заўсєды над конструкцыяй машыны, у часе сьвяточнай пасьляабєдзєннай прахадкї, ён не паставіў, нарэшце, перад сабою з усёй яснасьцю пытаньняў: а што калі між цыліндрам, у якім знаходзіцца пара, і другой пасудзінай, дзе ўжо ўтварылася пустата, адкрыць раптам сазлучнасьць, што здарыцца? Зараз-жа атрымаўся адказ... Пара будзе імкнуцца ў пустату да таго часу, пакуль у абєдзьвюх пасудзінах не ўсталюєцца роўнавага. А калі ў другую пасудзіну ўпырснуць халодную вадуду? Пара ў ёй згушыцца і зноў утварыцца пустата, куды будзе імкнуцца рэшта пары з цыліндра, пакуль ня згушыцца ўся пара і ў абєдзьвюх пасудзінах ня ўтварыцца пустата“ (40).

Новы прынцып быў выпрацаваны.

Закранаючы пытаньне аб удасканалєньнї Уатам паравой машыны, Араго зазначає: „Гэта ўдасканалєньне ня трэба лічыць за тлод выпадковага нагляданьня ці імгненнага натхнєньня. Уат дасягнуў (яе) працай стараннай і досьлєдамі, патрабаваўшымї надзьвычайнай дасьціпнасьцї“.

Заслугоўває таксама глыбокай увагї сьведчаньне другога біографа:

„Творчы процєс,—піша Каменскі,—у яго мазгох супраджаўся сапраўднымї родавымі пакутамі“.

Прынцып адкрыты.

„Я зараз-жа ўзяўся за яго практычнае ажыцьцяўлєньне“,—піша Уат.

Першым чынам ён робіць модель.

Але модель, як і проект, яшчэ не машына.

„Людзі, якія ўсё жыццё сваё правялі ў працы тэорытычнай,—азначае Араго,—ня ведаюць адлегласці між нават дасканала абмеркаваным проектам і яго выкананнем на справе“.

А адлегласць гэта бывае вельмі і вельмі значнай.

Першай перашкодай, якую Уату спачатку цяжка было перадолець, гэта была непадрыхтаванасць і неспрактыкаванасць ангельскіх майстраў. Машына патрабавала вялікай дакладнасці ў вырабе часцей, а гэта было не пад сілу майстром таго часу.

У канцы 1765 г. Уат даў заводу чарцяжы сваёй машыны, але толькі ў пачатку 1769 г. з Каронскага заводу прышоў цыліндар да яе і толькі пад лета іншыя частцы.

Гэта з боку тэрмінаў выканання.

Горш стаяла справа з якасцю заказу. Адна з найбольш важных частцей машыны—цыліндар—быў настолькі недакладным, што меў нават адзін канец ня круглы, а овалны.

„Калі вы хочаце ведаць, у чым галоўная перашкода да конструявання машыны,—пісаў Уат фабрыканту Рэбаку,—дык я вам скажу, што самая важная перашкода—гэта хібы кавальскай работы“.

Атрымаўшы заводскі цыліндар, Уат вымушаны сам выпрастаць яго па зробленай ім цыліндрычнай балванцы.

Толькі значна пазней, каля 1774 г., заведзена была ў Англіі сьвярдлілая машына. Толькі з гэтага часу пачалі выточвацца цыліндры з матэматычнай дакладнасцю. Вось яшчэ адно сьведчаньне на карысць сьцьверджання, што *кожная вынаходка*—дзіця свайго часу.

Але ня толькі неспрактыкаванасць майстраў тармазіла ажыццяўленьне вынаходкі. І сама машына патрабавала папраўленьняў і палепшанняў.

Пасля першай сваёй моделі Уат узяўся за другую, крыху большую, у якой былі зроблены многія важныя палепшаньні, даўшыя магчымасць паднімаць груз ня ў сем, але ў 10 фунтаў на квадратую цалю поршаню.

Палепшаньні ішлі за палепшаннямі: поршань прыставаў да сьценак усё шчыльней і шчыльней, халадзільнік усё больш удасканальваўся, але машына ўсё-ткі ня была гатова: чаго-небудзь ды не хапала, што-небудзь ды трэ' палепшыць“ (41).

Далейшае змаганьне Уата за ажыццяўленьне сваёй ужо гатовай вынаходкі—надзвычай паўчальны прыклад для ўсіх пазьнейшых вынаходцаў.

Пры дапамозе свайго сябра фізыка Блэка Уат складае ўмову з д-рам Рэбакам (вынаходцам новага спосабу фабрыкацыі сярчанай кіслаты і ўласнікам вялізных (каронскіх) жалезных рудняў).

Паводле дагавору Рэбак абавязваўся заплаціць доўг Уата (1000 руб.—затраты на машыны), забеспячаць яго патрэбнымі сродкамі і матар'яламі. Уат—уносіў свае вынаходкі з правам удзелу ў $\frac{1}{3}$ прыбытку.

Рэчаіснасьць (з прычыны надыходзіўшага краху рэбакаўскіх прадпрыемстваў) аказалася куды менш прывабнай.

З 1769 г. па 1773 г. зробленыя ўжо часьці машыны праляжалі бяз руху на пазадворках замку Кініль у Рэбака, і сам вынаходца ўвесь гэты час вымушаны быў займацца другімі работамі, якія нічога супольнага з вынаходніцтвам ня мелі (у прыватнасьці, па пракладцы Монклядзкага каналу).

У 1770 г. Уат пісаў свайму сябру Смолу:

„Ня глядзячы на тое, што ўсе свае сілы я наважыў прысьвячаць свайй машыне, я думаю, што, адмовіўшыся ад гэтай прапановы, я страчу зручны выпадак, які ў другі раз наўрад ці мне трапіцца. А тымчасам у мяне ёсьць сям'я, я-ж, ня глядзячы на сваю сівізну, дагэтуль яшчэ не заручыўся ніякім сталым спосабам забясьпечыць яе... Усе гэтыя і некаторыя іншыя меркаваньні прымусілі мяне згадзіцца на прапанову“...

Чаго каштавала Уату гэта работа, можна бачыць з другіх яго лістоў:

„Нічога ня можа быць для мяне больш агіднага,—піша ён таму самаму Смолу,—за гэта змаганьне і таргаваньне з людзьмі, а тымчасам усё маё жыцьцё цяпер прысьвечана гэтаму. Я гатовы рабіць хоць якую інжынэрную работу—рабіць здымкі, выбіраць кірунак каналу, вымяраць кубікі зямлі, складаць каштарысы кошту работ, даваць заўвагі і парады кіраўніку, як весьці іх; але не наймаць і не разьлічаць... гэта не мая справа... я адмаўляюся быць за кіраўніка... нічога ня можа быць больш ганебнага для чалавека, як брацца не за сваю справу“.

Або яшчэ:

„Не зважаючы на надзвычай дрэннае надвор'е,—піша Уат,—я ўвесь час праводжу на канале і мушу прызнацца, маё цяперашняе жыцьцё поўна трывогі, не гавораць ўжо пра вялікую стомленасьць, галадэчу, халадэчу, прамочваньне ног ды інш.“.

Адзіная, здаецца, карысная справа ў адносінах да машыны, якая ўдалася Уату за пэрыод яго згоды з Рэбакам,—гэта было атрыманьне (5 студзеня 1769 г.) патэнту на вынаходку.

Гавораць, аднак, пра ўмовы, у якіх працякала работа вялікага вынаходца, нельга не адзначыць ролі ў гэты найважнейшы пэрыод жыцьця Уата яго першай жонкі.

Уат быў жанаты са свайй стрыечнай сястрой Мільер.

„Адароная выдатным розумам, вясёлым характарам, яна выцягнула выдатнага інжынэра з яго нядзейнасьці, апатыі ды мізантропіі, паходзіўшых ад нэрвай хваробы і несправядлівасьці людзей“, піша—Араго (42).

Захаваўся ліст гэтай найлепшай прыяцелькі вялікага чалавека да свайго мужа ў Лёндон, куды ён выехаў па справах машыны. Вось вынятка з гэтага ліста:

„Я прашу цябе асабліва ня трывожыцца, калі справы пойдучь ня так, як табе хацелася-б. Калі справа з машынай ня пойдзе, знойдзецца што-небудзь другое, ня траць бадзёрасьці“ (43).

Нядзіва, што калі Уату паведамілі пра яе хваробу, дык ён некалькі дзён і начэй, не адпачываючы, у халадэчу, у слату сьпяшаўся дадому, хаця і не застаў яе жывой.

Ён страціў лепшага сябра і дарадца.

Пазьней яе замяніла другая жанчына.

У цеснай сувязі са сьмерцю першай жонкі знаходзіцца і намер Уата пераехаць у Расію, куды даўно ўжо клікаў яго сябра юнацтва профэсор Робізон.

Толькі калі яго кампаньён доктар Рэбак збанкрутаваўся канчаткова і машына перайшла ў спадчыну да Бірмінгамскага фабрыканта Больтона, з якім Уат склаў новы дагавор, справы пайшлі хутчэй, лепш і прывялі да канчатковай перамогі паравой машыны.

У 1773 г. з пазадворкаў рэбакаўскіх палацаў Кініля уатава машына была перавезена ў Бірмінгам на завод Больтона.

Аднак, адцягнуты другімі работамі і сьмерцю жонкі, сам вынаходца толькі з вясны 1774 г. здолеў зноў узяцца за досьледы, прычым пад восень таго самага году ён пісаў бацьку:

„Мая новая агнёвая машына ідзе добра, адпавядае сваёй мэце лепш ад усіх ранейшых“.

Робота на „Сохо“ закіпела, і Болтон меў рацыю, калі, абыходзячы з адным выдатным наведвальнікам завод, паказваючы на паравое аддзяленьне, сказаў: „А тут, васпане, я вырабляю тое, чаго шукае ўвесь сьвет—*сілу*“.

Пэўны час яшчэ вядзе Уат упартае змаганьне, праводзіць шмат месяцаў у горназаводзкіх раёнах за наладжваньнем машыны, вытрымлівае буру і націск незадаволеных і зайздросных, судзіцца з тымі, хто любіць лёгка вынаходкі і прысваівае сабе то тое, то тое з яго палепшаньняў, але ўжо к 1783 г. справы пачынаюць ісьці з куды большым посьпехам, а ў 1800 г. старыя Болтон і Уат зусім пакідаюць завод, перадаўшы справы сваім дзецям: Мацею Болтону і Джэmsу ды Рыгору Уатам.

Найбольш прадукцыйнымі гадамі ў жыцьці Уата быў перыяд ад 40 да 50 год.

Але вялікі вынаходца не пакідаў працаваць і ў годы сваёй глыбокай старасьці.

Вось парадак яго дня ў гэтыя апошнія годы жыцьця:

„Акуратна штодня па сьнеданьні і сканчэньні прыватнай корэспондэнцыі, ён надзяваў свой скураны фартух і выпраўляўся ў майстэрню, дзе яго чакалі некалькі няскончаных бюстаў, паўтузіны задуманых палепшаньняў у мацыны... і цэлы рой усялякіх успамінаў, зьвязаных з кожным старым долатам, з кожнай модэляй. Тут ён *працаваў, рабіў вына-*

ходкі, чытаў і думаў над тым, што займала яго ўсё жыццё.

Вечары прысьвячаліся або чытанню романаў, якіх ён прачытаў на сваім вяку безьліч, або гутарцы з сябрамі, якіх у яго заставалася ўсё менш ды менш* (44).

Рэбак памёр ужо ў 1794 г., Блэк—у 1799 г., Эразм Дарвін—у 1802 г., Робізон—у 1805 г., і, нарэшце, у 1809 г. Уат страціў самага блізкага з сябраў—Больтона.

Тут дарэчы будзе сказаць некалькі слоў пра яго адносіны да маладых вынаходцаў.

Усе маладыя вынаходцы лічылі сваім правам не даваць спакою Уату пытаннямі і просьбамі парад. І аб якіх толькі вынаходках з ім ні раіліся: было там, бязумоўна, і пэрапэтуум-мобіле (вечна рухлівая машына—*І. Б*) і абвяржэньне закону цяжэньня Ньютана, і гіганцкая жалезная труба, якую меліся зрабіць на беразе, а потым затапіць упоперак морскай пратоцы і зрабіць такім чынам тунэль. Самым ласкавым і спакойным тонам ён піша найгрунтоўнейшыя адказы, у якіх абвяргае адно за адным недарэчныя палажэньні маладых энтузіястаў і, нарэшце, раіць зусім ня прымаць ніякіх захадаў і ня траціцца, не паспрабаваўшы сваёй вынаходкі на рабочай модэлі* (45).

Нават у годы найбольш кіпучай дзейнасьці Уат умеў спалучаць працу з адпачынкам.

Дома і ў маёнтку ён шмат часу аддаваў садоўніцтву і ведаў кожнае дрэва і куст у сябе ў садзе. Асабліва любіў кампанію, дзе лічыўся за непараўнанага і захоплівага бяседніка ды апавядальніка.

Так жыў і працаваў гэты дзіўны майстар матэматычных інструментаў з маленькага гарадку Грынока ў Шотлянды.

Ён памёр 19 жніўня 1819 г., калі ападае з дрэва пасьпеўшы плод. Сама сьмерць яго была падобна да адпачынку пасья 83-гадовага працоўнага жыцця, поўнага бязупыннага змаганьня і найвялікшых дасягненьняў.

РАЗЪДЗЕЛ V

УРАЛЬСКІ „УАТ“—І. І. ПАЛЗУНОЎ

І. І. Палзуноў нарадзіўся ў г. Екацярынбурзе (сучасны Сьвярдлоўск) у 1730 г., у сям'і салдата Екацярынбургскай горнай роты.

Адукацыю атрымаў у екацярынбургскай горнай школе, дзе навучаўся на першым аддзяленьні „чытаньню“, „пісаньню“, „страху боскаму“, „сумленнаму жыццю“ і „абыходжаньню“.

На другім вывучаў арытмэтыку, геомэтрыю, лёгарытмічныя велічыні, трыгономэтрыю, „знаменаваньне“, г. зн. чарчэньне ды маляваньне, і „мэханічныя правілы“.

Калі адкінуць папоўскі дурман, які ачмураў галовы вучняў на першым аддзяленьні, дык школа ўвогуле падрыхтоўвала на тыя часы нядрэнна.

Скончыўшы школу, малады Палзуноў пайшоў у „мэханічныя вучні“. У наказе аб „мэханічных вучнях“ чытаем:

„Когда которые возрастные обучатся геометрии, оных немедленно определять в работу, к коим делам, кто охоту возымеет и место есть, и давать им до сущей работы по 60 коп. на месяц. И у тех работ быть им после обеда и до обеда ходить в школу, доколе закончат науку“...

Ад вучняў самым строгім чынам патрабавалася не абмяжоўвацца тэорыяй, але дамагацца практычных звычак і ўмелства ў сваёй справе.

Настаўнікі-ж павінны былі „показать ученикам, как принадлежащие по тому чертежи начертить, сатрые смеривать и счерчивать и вновь что потребно прибавливать или убавливать“.

Аўладаўшы тэорытычнай і практычнай мудрасьцю, якую яму маглі даць у Екацярынбурзе, Палзуноў каля 5 год працуе на екацярынбургскіх заводах, а потым пераходзіць на Калывана-Васкрасенскі.

Семнаццаці год ён атрымлівае годнасьць „гатэнштрэбэра“ з пэнсіяй 2 рублі ў месяц; пры гэтым яму даецца заданьне ўзяцца за ўдасканаленьне ў прабірнай і тапільнай справе, з гэтай мэтай і накіроўваюць яго ў Калыванскі завод і на Зьмееўскую рудню.

31 сакавіка 1759 г. Палзунова прызначаюць за шыхмайстра (46), а разам з гэтым канчаецца і яго навука.

Чым-жа выдатны гэты сын салдата Екацярынбургскай горнай роты?

„Ён пабудаваў першую здвоеную машыну з сустрэчным рухам поршаню...

Пабудаваў першую ў сьвеце паветрадуўную машыну для тапленьня руды.

Сконструяваў першае ў сьвеце дакладнае кругавое вярчальнае разьмеркаваньне пары і вады.

Паставіў уярышню аўтаматычнае жыўленьне паравога катла.

Сконструяваў першы ў сьвеце эаэномайер.

За 80 год раней за выдатнага фізыка Майера формуляваў асноўны закон тэрмадынамікі“ (47).

Яго нататкі „Аб цяплыні“, „Аб суставах“, „Аб вылічэньні сілы“, „Аб складаньні машыны“, „Дадатак да ліста ад 25 красавіка 1763 г.“, дзе ён паведамляе аб зробленай ім вынаходцы паравой машыны, ды інш.,—зьяўляюцца выключна цікавымі, асабліва калі прыняць пад увагу, што Палзуноў па сутнасьці быў самавучам і выступіў „150 год таму назад, калі яшчэ вялізная большасьць лічыла, што сонца круціцца вакол зямлі“ (48).

Скуль чэрпаў Палзуноў свае веды?

Пра акружаўшыя яго абставіны акадэмік Ляксман пісаў:

„Мне вельмі прыкра, што ў Барнауле нельга атрымаць самых патрэбных рэчаў. Тыя, хто кіруе рамеснікамі, разумеюць толькі горныя ведамасьці і рахункі; што вышэй за іх разуменьне, лічаць яны малаважнасьцю. Мінэралёгія, хэмія, горнае і заводзкае штукарства—староньня для іх справа“.

Сакрэт у тым, што, побач з вучобай і работай на заводах, Палзуноў вельмі любіў навуку і мэханіку.

Займаўся фізычнымі досьледамі, захапляўся мэтэаролёгіяй (для чаго меў шмат мэтэаролёгічных інструментаў), імкнуўся зразумець таямніцы навальніцы і буры.

Але асабліва яго цікавілі машыны.

Ён перачытаў, і больш за тое, старанна вывучыў усё, што адносна машын можна было знайсці сьпяраша ў Екацярынбурзе, потым у Барнауле, у ліку „Курс матэматыкі“ Бэлідора, твор Леўпольда па мэханіцы, „Грунтоўнае настаўленьне руднай справе“ Шлятэра ды інш.

Бясспрэчна, атрымліваў Палзуноў кнігі і ад сваіх сяброў—мэханіка штэйгера Фролава (які палажыў пачатак гідраўлічным рухавіком на Алтаі ды Урале) і акадэміка Ляксмана, які вёў вялікую перапіску з Лінэем і другімі выдатнымі людзьмі таго часу і называў Палзунова „чалавекам, які зьяўляецца гонарам сваёй радзімы“.

Але чытаў ён, аднак, не для таго толькі, каб чытаць.

Ён шукаў у кнігах адказаў на свае запыты.

Азнаёміўшыся з прачытаных кніг, асабліва з кнігі Шлятэра, з вынаходкамі Паліна, Савэры і Ньюкомэна, Палзу-

ноў самастойна бярэцца за пабудову машыны для дзёмуцця ў печы.

25 красавіка 1762 году ён звярнуўся да начальніка Баранаўскага горнага кіраўніцтва А. і. Парошына з лістом, у якім паведамляў пра вынаходку машыны.

Проект Палзунова пайшоў да Шлятэра—аўтара „Настаўленьня руднай справе“ і галоўнага начальніка Палзунова.

Хітры вяльможа адразу-ж павёў падвойную гульню.

У Пецярбург было паведамлена аб надзвычайнай вынаходцы Палзунова. Шлятэр дакладваў, што малады вынаходца так машыну Ньюкомэна „умел переделать, что сей его вымысел за новое изобретение почесть можно“, а дзеля таго праектаваную ім (г. зн. Палзуновым—І. Б.) машыну загадаць пабудаваль і „в действие произвести, дабы он практикой теорию подтверждал“. Але ў той-жа самы час і ў той-жа самай дакладнай запісцы Шлятэр пісаў: „Такую хитрую из многих членов состоящую машину для привода мехов в действие строить за неспособно признается“.

Заўвагі Шлятэра звяўляліся для Палзунова законам.

Пераапрацаваўшы проект, згодна з вымаганьнямі генэрала, Палзуноў у пачатку 1764 г. бярэцца за яго ажыццяўленьне.

Работа пасоўвалася, аднак, вельмі марудна.

27 сакавіка 1765 г. прышло з Пецярбургу запытаньне: „Окончена ли машина, а буде и нет, то когда сделается и как то в самой практике действие ее будет“.

Палзуноў адказаў, што машына складаецца „из превеликого множества частей, требующих subtilного дела“, што ён працуе адзін з двума вучнямі і двума памочнікамі, якія могуць толькі паднімаць цяжары.

У снежні 1765 г. атрымаўся новы запыт з Пецярбургу; Палзуноў пісаў, што машына сабрана, выпрабавалася, хача замест мяхоў пакуль падвешаны бяровеньні; апрача таго, як выявілася, устаноўлены кацёл патрабуе рамонт.

Рамонт зацягнуўся да вясны 1766 г., а разам з тым зацягнулася і канчатковая зборка машыны.

Надмерная праца, няўдача за няўдачай зламалі здароўе вынаходца—16 мая 1766 г. Палзуноў памёр за работай ля вынайздзенай ім машыны.

Але машына была гатова.

22 мая вучні Палзунова—Леўзін і Чарніцын скончылі апошнія дэталі—умацавалі паветраны лар і прышрубавалі медзяныя трубка, а на 23 мая, г. зн. праз тыдзень пасля сьмерці яе творца, прызначана была першая спроба машыны: „у присутнасьці паноў штаб- і обер-афіцэраў і вышэйшага начальства“, прычым было офіцыяльна ўстаноўлена, што машына працуе добра, што „движение меха имели нарочитое, из укрепленного к меховым трубам ларя во все 12 трубочек воздух идет довольный“... Але гэтым усё і скончылася: машына вытапіла 14 пудоў срэбра і 14 фунтаў золата, даўшы

чыстага прыбытку каля 11.000 руб., але хутка была закінута і рассяягана па часцыям.

Тая модель, што засталася, хавалася да апошняга часу, але нядаўна і яна згарэла ў Барнаўльскім музеі.

У 1930 г. споўнілася 200 год з дня нараджэння уральскага „мэханікуса“.

ЗАКЛЮЧЭНЬНЕ

Крок за крокам, упартым і настойлівым змаганьнем руйнуючы і перамагаючы перашкоды, бесьперастанку вучачыся, робячы досьледы і будуючы моделі, зноў іх перарабляючы, ня раз і ня два дадаючы і расшыраючы вынайздзенае, паволі, але цвёрда і няўхільна ішоў Уат да вызначанай мэты—стварэньня свайго унівэрсальнага рухавіка.

Але ці адны толькі асабістыя якасьці зьяўляліся прычынай яго геналяйнай вынаходкі? І сама многагадовая ўпартасьць (здавалася, пры самых безнадзейных абставінах) ці зьяўлялася вынікам толькі асабістых якасьцяў вынаходца?

Было-б грубейшай памылкай такое аднабаковае сьцьверджаньне.

Як ужо было адзначана, вынаходка Уата—продукт свайго часу, эаномічных і тэхнічных патрэб эпохі прамысловага перавароту ў Англіі. Выходным момантам прамысловай рэвалюцыі былі рабочыя машыны ў розных галінах прамысловасьці.

І сама Уатава машына на першай сваёй стадыі была адной з такіх рабочых машын, але...

„пераварот у спосабе вытворчасьці, які адбыўся ў аднэй сфэры прамысловасьці, абумаўляе такі самы пераварот у другіх сфэрах“...

„Машыннае прадзеньневысунула патрэбу машыннага ткацтва, а абодва разам зрабілі неабходнай мэханічна-хэмічную рэвалюцыю ў бялільнай, паркаля-друкарскай і фарбоўнай вытворчасьцях“...

„А рэвалюцыя ў спосабе вытворчасьці прамысловасьці і земляробства зрабіла неабходнай рэвалюцыю ў агульных умовах грамадзка-вытворчага працэсу, г. зн. у сродках зносін і транспарту“ (Маркс).

Рухавік Уата адкрыў сабою заключны і разам рашучы фазіс прамысловай рэвалюцыі.

„Пара не стварыла буйной прамысловасьці. Але яна дала ёй яе магутнасьць. Яна зрабіла ўздым яе такім-жа непераможным, як непераможны сілы, што яна мае сама. І асабліва-ж яна (пара) дала ёй (прамысловасьці) яе адзінства“ (Манту—Прамысловая рэвалюцыя XVIII ст. у Англіі, стар. 250).

Пра ролю і значэньне уатавай машыны Маркс пісаў:

„Толькі з вынаходкай другой машыны Уата, так званай паравой машыны падвойнага дзеяньня, быў знойдзены першы мотор, які, ужываючы вугаль і ваду, сам стварае рухальную

сілу і дзеянні якога знаходзяцца цалкам пад кантролем чалавека... ён дазваляе канцэнтраваць вытворчасць у гарадох замест таго, каб рассяваць яе ў вёсцы... ён універсальны па свайму тэхнічнаму прыстасаванню і параўнаўча мала залежыць у сваім месцазнаходжанні ад тых ці іншых лёкальных умоў. Вялікі гені Уата выяўляецца ў тым, што патэнт, узяты ім у красавіку 1784 году, даючы апісанне паравой машыны, малюе яе не як вынаходку толькі для асобных метаў, але як універсальны рухавік буйной прамысловасці*

Ужо пры жыцці Уата яго вынаходка пачала пераможны паход з краіны ў краіну.

Паводле падлікаў вядомага статыстыка Мюльголья к 1826 г. толькі ў адной Англіі было 1500 паравых машын.

Адна толькі фабрыка насліднікаў Больтона і Уата вырабіла па 1824 г. машын магутнасцю ў 89.600 конскіх сіл.

Швэдзкі падарожнік Свэдэнстэрна, які ў 1802 годзе наведаў Англію, пісаў:

„Ня будзе пераўвядзеннем сказаць, што гэтыя машыны ў Англіі так-жа і нават больш распаўсюджаны, як у нас вадзяныя млыны і ветракі“.

Адначасова паравыя машыны напружана будуцца ў Германіі, у Францыі, Злучаных Штатах, у Бельгіі і нават у адсталай Расіі.

Уат быў яшчэ жывы, калі вынаходка яго пранікла і ў абсяг морскіх зносін.

Машына, якая прыводзіла ў рух першы параход Фултона (магутнасцю ў 18 конскіх сіл) была зроблена заводам Больтона і Уата.

У вялікім змаганні за соцьялізм вынаходцам належыць пачэсная роля піонэраў і зачынальнікаў, пракладальнікаў новых шляхоў, якія прасьцей і хутчэй вядуць да перамогі, арганізатараў больш грандыёзных і магутных тэхнічных зрухаў.

„Бальшавікі павінны аўладаць тэхнікай. Пара бальшавіком самім стаць спецыялістамі. Тэхніка ў перыод рэканструкцыі вырашае ўсё...“

Няма такіх крэпасцяў, якіх бальшавікі не змаглі-б узяць. Мы вырашылі рад найтруднейшых задач. Мы скінулі капіталізм. Мы ўзялі ўладу. Мы пабудавалі буйнейшую соцьялістычную індустрыю. Мы павярнулі серадняка на шлях соцьялізму. Самае важнае, з пункту погляду будаўніцтва, мы ўжо зрабілі. Нам засталася нямнога: вывучыць тэхніку, аўладаць навукай“ (Сталін) (49).

УВАГІ

1. Адкрыў закон цяжэння.
2. Вынаёшаў лёгарытмы.
3. Араго. Біяграфіі знаменітых астрономов, фізіков і геометров, т. III, СПб, 1861 г., стар. 59.
4. Цытавана па Араго. Біяграфіі..., т. III, стар. 60.
5. Каменскі А. В. Джэмс Уатт. СПб, 1891 г., стар. 15.
6. Тамсама, стар. 14.
7. Шылінг па номіналу 32 кал.
8. Каменскі А. В. Джэмс Уатт. СПб, 1891 г., стар. 19.
9. Араго. Біяграфіі..., т. III, стар. 63.
10. Біяграфічная бібліятэка „Вестніка знання“. Д. Уатт, стар. 171.
11. Аднаструнны інструмант з рухомай кабылкай і падзеламі.
12. Цытавана па Каменскаму. Д. Уатт, стар. 24.
13. Подвиги человеческого ума, т. I, М. 1869 г., стар. 518.
14. Бэртлэ. Наука и нравственность. М. 1898 г., стар. 181-182.
15. Тамсама, стар. 182.
16. Цытуецца па кнізе „Подвиги человеческого ума“, выд. Вольфа, т. I, стар. 520.
17. Бэртлэ. Наука и нравственность, М. 1898 г., стар. 191-192.
18. Торычэлі лічыў выпынню атмасфэры ў 50 міль па 3.000 крокаў кожная.
19. Г. зн. паводле торычэліевага спосабу. Торычэлі браў трубку ў два локці даўжынні з куляпадобным расшырэньнем на канцы, напамунаў яе жывым срэбрам і, заціснуўшы пальцам адкрыты канец, пагружаў трубку гэтым канцом у пасудзіну, поўную таксама жывога срэбра. Калі палец пад трубкай аднімаў, дык вадкасць у трубку апусьчалася да вышыні $1\frac{1}{2}$ локці, уроўнаважаная паветраным ціскам, а ўверсе трубка ўтваралася пустата. Гэта і ёсць так званая Торычэліева пустата.
20. Туаз (старадаўні французскі сажань) роўны 6 французскім футам, або 1,95 м.
21. Старадаўняя французская цяла раўняецца 27 мм, лінія—2,25 мм.
22. Цытавана па Данэману—Очерки по истории естествознания, выд. „Мир божий“, 1897 г.
23. Гл. Аурбах—Семь аномалий воды, 1912 г.
24. Бэртлэ—Наука и нравственность. М. 1898 г., стар. 198.
25. Араго. Біяграфіі..., т. III, стар. 81.
26. Радцыг. Дж. Уатт. Петраград 1924 г., стар. 54-55.
27. Араго. Біяграфіі..., т. III, стар. 91-92.
28. Тамсама, стар. 107-108.
29. З кнігі А. А. Радцыг—Дж. Уатт, стар. 86.
30. Араго—Біяграфіі..., т. III, стар. 109.
31. Каменскі—Д. Уатт, стар. 76.
32. Араго—Біяграфіі..., стар. 120.
33. Біяграфічная бібліятэка „Вестника знания“—Дж. Уатт.
34. Араго—Біяграфіі..., стар. 121.

35. Смайльс. Самодеятельность, стар. 28.
36. Тамсама, стар. 190.
37. Каменскі. Д. Уатт, стар. 34.
38. У сучасны момант стасунак між аб'ёмамi вады i пары прымаюцца ў 1670.
39. Цытуецца па Каменскаму—Д. Уатт, стар. 35.
40. Тамсама.
41. Тамсама, стар. 43.
42. Араго. Биографии..., стар. 118.
43. Цытуецца па Ч. Дзюбсану—Великие изобретения. М. 1925 г., стар. 51.
44. Каменскі. Д. Уатт, стар. 86.
45. Тамсама, стар. 89.
46. Наглядчык на капальнях.
47. Термодинаміка—часынь матэматычнай фізыкі, якая трактуе аб суадносінах між цяплынёвымі i механічнымі зьявамі.
48. Больш падрабязна пра І. І. Палзунова гл. у кнізе Р. Р. Тонков—.Первый русский механик*, адкуль i запазычаюцца гэтыя весткі.
49. И. Сталин. Вопросы ленинизма, изд. четвертое, Гиз, 1931 г., стар. 749.

З Ї М Е С Т

	<i>Стар.</i>
Ад рэдакцыі	5
Прадмова	7
Разьдзел I. Гады падрыхтоўкі і наапапеньня творчых сіл	8
Разьдзел II. Гісторыя паравой машыны	15
Узьнікненьні ідэі аб выкарыстаньні пары	15
Першыя спробы сконструіраваньня паравой машыны	17
Навука ў дапамогу вынаходніцтву	20
Ад Папіна да Уата	23
Машына Уата	29
Разьдзел III. Іншыя вынаходкі і навуковыя адкрыцьці Уата	34
Разьдзел IV. Як працаваў Уат	37
Разьдзел V. Уральскі „Уат“—І. І. Палзуноў	47
Заклучэньне	50
Увагі	52

-305864

Цана 85 кап.

1933

RLST



0000000049042

1964 г.