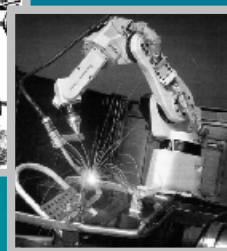
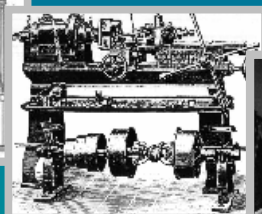
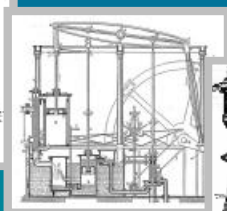


Rezo Əliyev

Maşınqayırmanın tarixinə dair



Bakı 2008

UDK 621.7

Rəyçilər: Prof., t.e.d. V.Z. Mövla-zadə
Dos., t.e.n. A.S. Məmmədov

Əliyev, R. Maşınqayırmanın tarixinə dair –Bakı «Təhsil» NPM,
2008- 542 s.

Kitabda inkişaf etmiş cəmiyyətlərin formalaşmasında elm, texnika və sənaye ilə qarşılıqlı təsirdə yaranmış, uzun ənənəyə malik, müasir sənayenin əsas sütunlarından sayılan maşınqayırmanın tarixi ümumi şəkildə təsvir olunur. Verilmiş materialda tarix boyu böyük əhəmiyyət daşımış texniki yeniliklərlə bərabər, maşınqayırmanın ayrı-ayrı sahələrinin inkişaf etdirilməsində vacib rol oynamış şəxslərin tərcümeyi halı və bu sahədə əldə etdikləri texniki nailiyyətlər də özünə yer almışdır.

Kitab maşınqayırma ixtisasları üzrə təhsil alan tələbələr və həmçinin bu sahə ilə maraqlananlar üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Ə - $\frac{0033193}{700122}$ -2008

© «Təhsil» NPM, 2008

Mündəricat

Giriş – Texnika və onun tarixi.....	1
-------------------------------------	---

I. Sənaye inqilabına qədərki dövrdə maşınqayırmanın yaranması və

inkişafı	7
1.1. Maşınqayırmanın cəmiyyətin inkişafında yeri.....	8
1.2. İnsan sivilizasiyasının əvvəlində texniki vasitələr	14
1.3. Qədim Şərqdə mədəniyyət və texniki sənətçilik.....	27
1.4. Antik dövrdə elm və maşınqayırma (<i>Arximed, Ktesibios, Heron, Filon, Vitruvi, Pappos</i>).....	39
1.5. Müsəlman dünyasında elm və texnika (VIII -XIV əsrlər) (<i>İbh Sina, Əl Xorəzm, Biruni, Banu Musa, Əl Cəzari, Tağıyəddin</i>)	108
1.6. Orta əsrlərdə Avropada texniki sənətçilik və maşınların tətbiqi (VIII -XV əsrlər)	136
1.7. Renessans dövründə maşınqayırmanın inkişafı (XV-XVII əsrlər) (<i>Leonardo da Vinçi, Birinkuçio, Aqrikola, Kardano, Ramelli, Zonça, Tsayzinq, Salomon</i>)	154

II. Sənaye inqilabından sonra maşınqayırmanın inkişafı 226

2.1. Sənaye inqilabı	226
2.1.1. İngiltərədə sənaye inqilabının şərtləri.....	228
2.2. Maşınqayırmanın inkişafında təkamül.....	245
2.2.1. Maşınların maşın tərəfindən hazırlanması	245
2.2.2. Dəzgahların mexanikləşdirilməsində edilən ilk cəhdlər	247
2.2.3. İngiltərədə dəzgahqayırma.....	254
2.3. Sənayeləşmənin başqa ölkələrə yayılması.....	266
2.3.1. Fransada sənaye inqilabı.....	266
2.3.2. Amerikada sənaye inqilabı	278
2.3.3. Almaniya da sənaye inqilabı.....	306
2.3.4. Rusiyada sənaye inqilabı	321
2.4. İlk sənayeləşmə dövründə metal emalının inkişafı	330
2.5. Elektrik maşınlarının yaranması	340
2.6. Sənayeləşmə prosesinin genişlənməsi ərəfəsində maşınqayırma.....	351

2.6.1. XIX əsrin sonu XX əsrin əvvəllərində əldə edilən texniki nailiyyətlər	351
2.6.2. Maşınşünaslıq elminin yaranması.....	368
2.6.3. Dəzgahqayırmanın inkişafı	374
2.6.4. Maşın hazırlamanın nəzəri əsaslarının yaranması	384
2.6.4.1. Mexaniki emal prosesində kəsmə nəzəriyyəsinin formalaşması	384
2.6.4.2. Kəsmə prosesinin tədqiqi.....	392
2.6.4.3. Kəsmə qüvvəsinin ölçülməsi	400
2.7. İstehsalın təşkilinin elmi əsaslarının yaranması.....	406
2.8. Mexanikləşdirmədən avtomatlaşdırmaya doğru	411
2.8.1. İstehsalatda rasionallaşdırma	411
2.8.2. Elektrik enerjisinin maşınqayırmada istifadəsinin genişlənməsi	414
2.8.3. Məişət texnikasının yaranması	418
2.8.4. Kənd təsərrüfatı maşınlarının inkişafı.....	423
2.8.5. Mexaniki emal texnologiyasında inkişaf	428
III. Elmi-texniki inqilab ərəfəsində və ondan sonra maşınqayırmanın inkişafı.....	441
3.1. Avtomatlaşdırmanın geniş yayılması.....	441
3.2. Hesablama texnikasının maşınqayırmada tətbiqi.....	454
3.2.1. Hesablama texnikasının yaranması haqqında	454
3.2.2. Rəqəmli idarəetmə sistemlərinin yaranması	461
3.2.3. Rəqəmli idarəetmə sistemlərinin tərkibi və proqramlaşdırılması.....	473
3.3. Çəvik istehsal sistemlərinin yaranması	481
3.4. Robototexnika – avtomatlaşdırmanın ən yüksək pilləsi.....	494
3.5. Azərbaycanca maşınqayırmanın yaranmasına dair	509
Ədəbiyyat	519
Registr	533
Şəkil Mənbələri	538

Ixtisarlər

Mətnə təkrar olunan sözlər ixtisar olunmuş şəkildə verilmişdir. Burada aşağıdakı göstərişlər nəzərə alınmalıdır:

alm.	almanca
dəq	dəqiqə
ərəb.	ərəbcə
fran.	fransızca
ingl.	ingiliscə
ital.	italyan
kq	kiloqram
km	kilometr
lat.	latınca
m	metr
mm	millimetr
sm	santimetr
t	ton
yun.	yunanca

Redaktordan ön söz

İnsan fəaliyyətinin inkişaf tarixi onun ətraf mühitlə fəal qarşılıqlı əlaqəsi vasitələrinin yaradılması cəhdləri təkamülünü özündə əks etdirir. Bu vasitələrdən biri və ən əhəmiyyətli texnikadır. Müasir insanın fəaliyyətinin elə sahəsi yoxdur ki, orada texnikadan istifadə edilməsin. Texnikanın vasitəsi ilə insan öz tələbatını ödəmək istiqamətində imkanlarını xeyli genişləndirmiş, əqli və fiziki əməyinin böyük bir hissəsini maşınlara həvalə edə bilmişdir. Maşınqayırmanın tarixi insan fəaliyyətinin inkişaf tarixi ilə vəhdətdə olub, onun bütün sahələrində, mədəniyyət, siyasət, sosial və iqtisadi münasibətlərdə təzahür edir. Bu cəhətdən ilk dəfə olaraq Azərbaycan dilində maşınqayırmanın tarixinə dair təqdim edilmiş kitab, respublikamızın mədəni həyatında əhəmiyyətli hadisə kimi qiymətləndirilə bilər.

Maşınqayırmanın tarixi kifayət dərəcədə əhatəli, məzmunlu şərh edilmiş və insan cəmiyyətinin inkişafında maşınqayırmanın rolu zəngin materiallarla izah edilmişdir. Ən qiymətli odur ki, maşınqayırmanın, texnikanın təkamülü insan cəmiyyətinin durmadan artan tələbatının ödənilməsi əsasında hərəkət alması sadə və aydın şəkildə oxucuya dəfələrlə çatdırılır.

Maşınqayırmanın inkişafında ABŞ, Rusiya, Avropa ölkələrinin qabaqcıl təcrübəsi ilə bərabər ilk dəfə olaraq Azərbaycan oxucusuna Şərq mədəniyyətinin, müsəlman aləminin maşınqayırmanın, texnikanın, texniki elmlərin inkişafında töhfəsi şərh edilmişdir. Bu töhfənin köklərində qədim Şərq mədəniyyətinin olması dürüst qiymətləndirilmişdir.

Təqdim olunan kitabın ən əhəmiyyətli cəhəti, onun texnika sahəsinə, xüsusi ilə maşınqayırma sənayesi sahəsinə maraq formalaşması, həm də onu qismən ödəməsidir. İstənilən sahə üzrə təhsil alan və ya fəaliyyət göstərən hər bir mütəxəssisin ixtisas səviyyəsi, həm də bu sahə də, görülən işlər və bu sahənin inkişaf tarixi haqqında məlumatı ilə səciyyə-

lənir. Bu cəhətdən təqdim olunan kitab mütəxəssislər üçün əhəmiyyət daşıyır.

Hazırda respublikamızda texniki təhsilin ən böyük problemi uşaq yaşlarından, orta və ali təhsildə texnikaya olan marağın yaradılması, texniki yaradıcılıq mədəniyyətinin formalaşdırılmasıdır. Maşınqayırmanın tarixinə dair zəngin məlumatla təchiz olunmuş kitab bu marağın ödənilməsi istiqamətində ən önəmli və əhəmiyyətli tədbir hesab edilə bilər.

Təqdim olunan kitabın maraqlı cəhəti ondadır ki, onun müəllifi Rezo Əliyev Avropa təhsil məkanında ixtisas dərəcəsini təkmilləşdirilmiş yeni nəsli azərbaycanlı ziyalılarının nümayəndəsidir. Rezo Əliyev 1992-ci ildə Azərbaycan Texniki Universitetində “Maşınqayırma texnologiyası, metalkəsən dəzgahlar və alətlər” ixtisasını bitirmiş, 1995-ci ilə qədər həmin universitetdə elmi-tədqiqat işləri ilə məşğul olmuş və 1995-ci ildə Almaniyanın Frayberq Dağ Akademiyasında Alman Akademik Mübadilə Xidmətinin təqaüdü ilə bir illik elmi staj keçmişdir. Yüksək bilik və qabiliyyət nümayiş etdirən Rezo Əliyev “Konstruksiyaetmə və maşınqayırma texnologiyası” kafedrasında saxlanmış və o, 05.01.2001-ci ildə yüksək sürətli frezləmə sahəsində doktorluq dissertasiyası müdafiə etmişdir.

Hal-hazırda Rezo Əliyev Frayberq şəhərində ACTech GmbH firmasında aparıcı mütəxəssisdır. Rezo Əliyev kəsmə prosesinin optimallaşdırılması, yüksək sürətli emal üçün alətlər, CAD/CAM texnologiyaları, sürətli hazırlama texnologiyası sahəsində fəaliyyət göstərir. 2005-ci ildə onun “Sürətli hazırlama texnologiyasının mütərəqqi üsulları” adlı kitabı işıq üzü görmüşdür. Bu kitabda maşınqayırma texnologiyasında ən müasir və mütərəqqi üsullar haqqında məlumat oxuculara çatdırılır.

Oxuculara təqdim olunan “Maşınqayırmanın tarixinə dair” kitabda çoxlu miqdarda nadir şəkillərdən istifadə olunmuşdur və bu şəkillər onun oxunmasını asanlaşdırır və əyaniləşdirir.

Kitab sadə, aydın azərbaycan dilində yazılmışdır. Hesab edirəm ki, kitab geniş oxucu kütləsinin marağına səbəb olacaq və texnika sahəsində təhsil alan oxucular üçün dərs vəsaiti kimi istifadə oluna bilər.

Azərbaycan Texniki Universitetinin
“Maşınqayırma texnologiyası”
kafedrasının müdürü, t.e.d., prof.

V.Z.Mövlə-zadə

Azərbaycan gənclərinə ithaf edirəm

Ön söz

Çağdaş mədəniyyət və cəmiyyətdə texnika, o cümlədən maşınqayırma getdikcə daha çox önəmli yer tutur. Bir çox elmi-texniki nailiyyətlər sivilizasiyanın ümumi tarixi ilə əlaqəli olan, uzun və mürəkkəb tarixi inkişaf yoluna malikdirlər. Maşınqayırmanın tarixi bir fənn kimi bu inkişafın və onun mənasının tarixdə rolunun aydınlaşdırılmasına xidmət edir. Burada maşınların inkişafının texniki tərəfi ilə bərabər, həm də onun mədəniyyətlərlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş vermiş dəyişikliklər izah edilir.

Müəllif bu kitabı tərtib etməklə bir tərəfdən texniki ixtisas üzrə təhsil alan gənclərə maşınqayırmanın tarixini, onun bu günkü cəmiyyətin inkişafındakı rolunu açıqlamaq, digər tərəfdən texnika ilə maraqlananları bu elmə həvəsləndirmək məqsədi daşıyır.

Bu kitabın tərtib olunması mənim Azərbaycanda yaşayan həmkarlarımin köməyi olmadan mümkün olmazdı. Bu baxımdan Azərbaycan Texniki Universitetinin “Maşınqayırma texnologiyası” kafedrasının müdiri, prof. V.Mövla-zadəyə kitabın tərtib olunmasında verdiyi təkliflərə və kitabın elmi redaktəsinə görə müəllif öz dərin minnətdarlığını bildirir. Mətnin tərtibində göstərdikləri köməkliyə görə müəllif həmçinin t.e.n., dos. Ə.Məmmədova və Dr.-İng. P.Mövlazadəyə də minnətdarlıq edir.

Müəllif kitabın oxucular tərəfindən maraqla qarşılanacağına ümidvar olaraq, bununla Azərbaycanda maşınqayırmanın tədrisinə bir töhvə etdiyinə inanır. Oxuculardan rəy və təkliflərini müəllifə çatdırmaq xahiş olunur.

Rezo Əliyev

Frayberq şəhəri (AFR)

2006/08-ci illər.

*Bizim bildiklərimiz bir damladır,
Bilmədiklərimiz isə bir okeandır.
İsaak Nyuton*

Giriş – Texnika və onun tarixi

*B*əşəriyyətin yarandığı vaxtdan insanlar gündəlik tələbatlarını ödəmək üçün müxtəlif alət və vasitələrdən istifadə etməyə başlamışlar. İnsan təfəkkürünün təkamülü sayəsində bu alət və vasitələr inkişaf etdirilərək təbiətin insanlara bəxş etdiyi enerji mənbələrindən daha səmərəli istifadə edilməsinə yönəlmişdir. O dövrün texnikası kimi meydana gəlmiş bu alət və vasitələr dünyanın hər yerində insanların malik olduqları təbii imkanlara uyğun olaraq inkişaf etdirilmişdir.

Texnikanın yaranma mənbələri və səviyyəsi sivilizasiyanın əsas göstəricisi olduğundan, hər bir mədəniyyətin texniki inkişafının əsasında durur. Tarixdən məlum olan müxtəlif dövrlərdə, həmin dövrün inkişaf səviyyəsinə uyğun texnikadan istifadə olunmuşdur. Daş dövründə ilkin alət kimi daşdan, sümükdən və ağacdən hazırlanmış iti tilə malik kəsici alətlərdən istifadə olunması insan əqlinin inkişafının əvvəlində baş verən proseslərə dəlalət edir. Texnikanın inkişafı artıq mövcud olan müstəvidə hərəkət edərək daha yeni bir səviyyəyə çatdırılır. Bu baxımdan daş dövründə inkişaf prosesi heç bir mövcud zəngin bazaya malik olmadan baş verirdi. İnsaniyyət öz mövcudluq tarixinin 99%-ni bu sadə alətlərdən istifadə etməklə ovçu kimi keçirmişdir.

Texnikanın sonrakı inkişafı yalnız sonuncu on minilliyə təsadüf edir. İnsanlar heyvanlara və torpağa münasibətini dəyişdikdən sonra, texnikanın yaranmasında və sonrakı inkişafında tarixi dönüş başlamışdır. Heyvanların əhliləşdirilməsi və torpağın məqsədyönlü əkilib-becərilməsi insanları yeni texniki tələbat qarşısında qoymuşdur. Yeni texniki vasitələrin inkişafı ilə bərabər insanlar artıq münbit torpaqlar ətrafında məskunlaşmaq, yəni köçəri halda ov dalınca qaçmaqdan tədricən imtina edərək yaşayış obalarının tikilməsinə başlamışlar. Beləliklə, evlərin tikilməsi və torpaqların məqsədyönlü isti-

fadəsi üçün yeni texnikaya olan zərurət insan əqlinin inkişafına şərait yaratmışdır.

Insanların inkişafının sonrakı 3–4 onminilliyində Orta və Yaxın Şərqdə, Mesopatamiyada və Misirdə əkinçilik dövründən sonra artıq şəhərlər yaranmağa başlamışdır. Bu dövrdə sivilizasiyanın inkişafında mühüm rol oynayan metal və onun emalı, yazı texnologiyası və bununla bağlı elmin inkişafı və böyük hökmranlıq ambisiyaları kimi vacib amillər meydana gəlmişdir. Bu amillər mövcud cəmiyyətin ixtisaslaşmasına təkamül vermişdir. İxtisaslaşma nəticəsində o dövrdə mövcud olan tayfa başçıları ilə bərabər tacirlər, həkimlər, şairlər və peşəkarlar, yəni dəmirçi və mirzə kimi işçi qruplar yaranmışdır. Peşəkarlar çörəyə və başqa qida məhsullarına olan gündəlik ehtiyaclarını düzəltdikləri arabanı, qayığı və ya başqa məişət məhsullarını dəyişməklə ödəyirdilər.

Peşəkarların getdikcə artan təcrübəsi nəticəsində mövcud alətlər və onların düzəltdikləri əşyalar da təkmilləşməyə başlamışdır. Cəmiyyətin sonrakı inkişafı peşəkarların əməyinə olan tələbatı daha da artırmışdır. Daha böyük tikililərin reallaşdırılmasını artıq bir nəfər usta və onun bir neçə şagirdinin köməyi ilə həyata keçirmək mümkün olmurdu. Bu, qədimdə insanları yeni tələbatlar qarşısında qoyurdu. Böyük iqamətgahların tikilməsi minlərlə insanın əl əməyinə ehtiyac yaradaraq, bu işin mərkəzləşdirilmiş idarə edilməsini tələb edirdi. Bu tapşırıqın öhdəsindən gələn yeni peşəkarlar “mühəndislər” meydana gəlməyə başladı.

Mühəndislər hökmdarlarla ictimaiyyətin problemləri haqqında danışqlar apararaq tikintinin planının işləyir, fəhlələrə nəzarət edirdilər. Bu insanlar praktiki təcrübə ilə bərabər ümumi nəzəri biliklərə də malik idilər. O dövrün mühəndisləri sahibkar, konstruktor və ustalara xas olan keyfiyyətlərlə bərabər, daim yeni bir şey ixtira etmək qabiliyyətinə malik bir insan olaraq cəmiyyətdə özünəməxsus yer tutmağa başlamışlar.

Yüz min il bundan əvvəl ibtidai insanlar çaxmaq daşını işlətməyi mə-

nimsədikdən sonra uzun müddət bununla kifayətlənərək, heç bir yeni şey ixtira etmək məcburiyyətində qalmamışlar. Yalnız yeniliklərin cəmiyyət tərəfindən qiymətləndirilməsi və ixtiraların tezliyi sonuncu minillikdə kəskin dəyişmişdir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, qədimdə edilmiş ixtiralar, məsələn: Cənubi Amerikada kəşf edilmiş press, Avstraliyada kəşf edilmiş bumeranq və eskimosların düzəldikləri harpunlar öz dahiyənalığı ilə heç də yeni dövrdə edilmiş ixtiralardan geri qalmırlar. Ona görə də, “qədimdəki insanların intellektinin bu günkü insanlara nisbətən aşağıdır” demək düzgün olmazdı. Sadəcə olaraq o zaman texniki təkamül çox yavaş gedirdi.

Texnikanın ləng inkişafı cəmiyyətin primitiv olması ilə bağlı idi. O dövrdə insanlar tayfa başçılarının göstərişi ilə gündəlik azuqə əldə etməklə məşğul idilər. Digər tərəfdən bu cəmiyyət çox konservativ olduğundan hər hansı bir sadə insanın ixtira baxımından verdiyi yenilik təklifi heç bir nəticə verməyəcəyi halda, bu onun öldürülməsi ilə nəticələnə bilərdi. Ona görə də, mövcud texnikanın məqsədyönlü təkmilləşdirilməsi və inkişaf etdirilməsi ilə məşğul olan yox idi. Bu təmayül kəndlərdə daha çox nəzərə çarpırdı. Sonradan böyük şəhərlərin yaranması cəmiyyətin quruluşunda təkamülə gətirdiyi kimi, texnikanın inkişafına da şərait yaratmışdır.

Digər tərəfdən böyük şəhərlərdə çoxlu insan kütlələrinin cəmləşməsi yeni ideyalara malik insanların sıxlığını artırmışdır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, hər bir cəmiyyətdə çox az adam tapılır ki, texnikanı inkişaf etdirmək qabiliyyətinə malik olsunlar. Bu adamların yalnız kiçik bir hissəsi özündə dözümlülük, enerji və cəsarət taparaq öz ideyalarını praktikada reallaşdırmağa qadir olur.

Məsələn, Almaniyada patent idarəsinin verdiyi məlumata əsasən ildə 30 min yeni ixtira qeydiyyatdan keçir. Əgər Almaniyada yaşayan 80 milyon əhalini nəzərə alsaq, demək olar ki, hər 2666 nəfərə bir ixtira düşür. Buradan göründüyü kimi, qədimdə kiçik tayfalarda (50-100 nəfər) ixtira etməyə qabil adamların olması ehtimalı bu gündündən çox aşağı olmuşdur.

İnsanların cəmləşdiyi böyük yaşayış məntəqələrində ixtiraçıların sıxlığı yüksək olduğundan bu cəmiyyətlərin texniki inkişafı da yüksək idi. İxtiralar meydana gəldiyi andan dünyanın müxtəlif yerlərində yaşayan başqa sivilizasiyalara da yayılmağa başlayır. Bu yeniliklər əsasən aralarında ticarət əlaqələri olan dövlətlərə ötürülürdü. Eyni prosesi ticarət yolunun üstündə yerləşən dövlətlərə də aid etmək olar. Bizim eradan 1000 il əvvəl, yüksək mədəniyyətə malik olan Aralıq dənizi hövzəsində yerləşən dövlətlər, Hindistan, Çin və Orta Asiya dövlətləri arasında sıx əlaqə hökm sürürdü. Bu dövlətlərin birində yaranan ixtira müəyyən vaxtdan sonra o biri dövlətlərə də yayılırdı. Texniki təkamülün bir dövlətdən başqasına ötürülməsi həmin dövlətlərdə hökm sürən təbii iqlimdən və onun coğrafi mövqeyindən də asılı idi. Məsələn, qədimdə Avropada və Asiyada baş verən texniki yeniliklərin Cənubi Amerikaya aparılmasının ləngiməsi də bununla bağlı idi.

Sivilizasiyanın ibtidai inkişaf dövründə insanlar öz ilkin əmək vasitələrini düzəlttikləri zaman, təbii hadisələri yalnız ümumi şəkildə müşayət edərək bu dəyişiklikləri empirik şəkildə tətbiq edə bilirdilər. Cəmiyyətin sonrakı inkişafı ərəfəsində biliklərin artması və istehsala artan ehtiyac nəticəsində təxminən XV əsrin ikinci yarısından başlayaraq təbiətdə baş verən dəyişiklər hərtərəfli, elmi əsaslandırılmış şəkildə öyrənilməyə başladı.

XVIII əsrdə İngiltərədən əsasını götürən və sonralar başqa ərazilərə yayılan sənaye inqilabı, iri həcmli istehsalın maşınların tətbiqi ilə həyata keçirilməsi ilə istehsal münasibətlərinin yeni formada təşkil olunmasına gətirib çıxarmışdır. Yeni istehsal prosesində maşınların, kimya və digər təbiət elmlərinin nəticələrinin tətbiqi texnikanın və cəmiyyətin yeni səviyyəsi ilə diktə olunurdu. Sənaye inqilabının başlanğıcı dövründə ilkin iş maşınlarının, məsələn, buxar maşınının və başqa texniki vasitələrin tətbiqi məhdud elmi və praktiki təcrübələr əsasında aparılırdı. Bu zaman yaranan yeni istehsal prosesi, elmin istehsal prosesinin məhsuldarlığı ilə birbaşa əlaqələndirilməsinə gətirib çıxarmışdır. Buna

görə də, bu dövrdən başlayaraq texniki elmlər tətbiqi xarakter almağa başlamışdır. İstehsal proseslərinin praktiki nəticələrə meyyilənməsi texniki elmin başqa təbiət elmlərindən ayrılmasını zəruri etmişdir. Texniki elmlər insanların məqsədyönlü fəaliyyət göstərmələri üçün tətbiq olunan süni sistemlərin yaranma qanunauyğunluqlarını öyrənən elmlər toplusu kimi formalaşmağa başlayır.

Həm təbii, həm də texniki elmlər fəaliyyət göstərmələri üçün böyük məbləğdə vəsait tələb etmələri ilə bərabər, həm də müəyyən həcmdə təcrübi biliyə malik insan kütləsinə ehtiyac yaradırdı. Bu insan kütləsi xüsusi biliyə malik, texniki sistemləri layihələndirə və işlədə bilən mühəndislər təbiət elmi ilə məşğul olan işçilərlə birlikdə fəaliyyət göstərirdilər. Sonralar texnikanın istehsal proseslərində tətbiqi və cəmiyyətdə rolu daha da artdığından, mühəndislər cəmiyyətdə bir elitar qrup kimi çıxış etməyə başlayır.

Qədimdə insanların gündəlik həyatının yaxşılaşdırılmasında mühəndislərin rolunun böyük olmasına baxmayaraq tarixi salnamələrdə onlar haqqında çox az yazılmışdır. Bu onunla bağlıdır ki, tarixi səlnamələr o dövrdə saraylarda yazılırdı. Bu salnamələrdə başqa adamlara nisbətən saray əyanlarına daha çox yer ayrılırdı. Məsələn, salnamələrdə şahlar güclü və qəhrəman döyüşçü kimi təsvir edilirdi. Səzar haqqında hamı eşidib, amma onunla eyni zamanda yaşamış, ilk dəfə mərkəzi istilik sistemini ixtira etmiş məşhur tikinti mühəndisi Sergius Oratanı isə heç kim tanımır.

Təbiət elmləri son dörd əsrdə irəliyə misli görünməmiş addım atmışdır. Keçmişdə geniş yayılmış astrologiya və kimyagərlik elmləri ilə bərabər mühəndislik elmi də böyük sıçrayışla inkişaf etmişdir. Sonuncu min illikdə müasir maşınqayırmanın əsaslarını öyrədən, yayan və inkişaf etdirən texniki məktəblərin yaranması ilə mühəndislik elmi, tanınmış mühəndislər tarixdə özünəməxsus yer tutmağa başlamışlar. Mühəndislərin ixtiraları, yaratdığı əzəmətli tikililər, konstruksiyalar məqsədyönlü şəkildə çap olunaraq, bu elmin incəliklərinin dünya infor-

masiya məkanında qısa bir müddətdə yayılmasına xidmət edir.

Buradan texnikanın, o cümlədən maşınqayırmanın insaniyyətin inkişafında böyük rolu olması özünü aydın göstərir. Artıq bu sahə təkcə insanların gündəlik həyatında yaranan məişət problemlərinin həllində yox, həm də inkişaf etmiş sənaye dövlətləri tərəfindən digərlərinə qarşı aparılan böyük siyasətdə təzyiq vasitəsi kimi istifadə olunur. Ona görə də, bu kitabda maşınqayırmanın tarixi araşdırılarkən bu sahənin cəmiyyətə sosial təsiri nəzərdə tutulur.

Kitabın əsas məqsədi bu gün bizə məlum olan elmi-texniki tərəqqinin, sivilisasiyanın ümumi tarixi ilə əlaqəli olan, uzun və mürəkkəb tarixi inkişaf yolunu müxtəlif mərhələlərdə aydınlaşdırmağa xidmət edir. Burada təkcə maşınların yaranmasının texniki tərəfi yox, həm də onları cəmiyyətlə əlaqəli təsiri nəticəsində baş vermiş mədəni və sosial dəyişikliklər izah edilir.

İnsanların formalaşması dövründə istehsal alətləri və münasibətlərinin yaranması məsələlərinə toxunan bu kitabda, sonrakı mərhələlərdə əsasən elm və texnika arasındakı qarşılıqlı təsirə böyük əhəmiyyət verilir. İstər antik dövrdə, istər orta əsrlərdə və istərsə də yaxın keçmişdə insanların gündəlik tələbatlarını ödəmək üçün lazım olan istehsal alətlərinin yaradılması cəhdlərinin təhlili ön planda durur. Maşınqayırmanın tarixinə əsasən üç mərhələdə baxılır: sənaye inqilabına qədərki, ondan sonrakı və son zamanlar avtomatlaşdırmanın yaranması ilə xarakterizə olunan elmi-texniki dövr.

Mündəricata nəzər saldıqda görmək olar ki, kitabın birinci fəslində texniki avadanlıq və alətlərin yaranmasının əvvəlində baş vermiş ilkin cəhdlərin xronoloji təhlili verilir. Həmçinin, ikinci fəsildə geniş təsvir edilmiş sənaye inqilabı üçün ilkin şərtlərin formalaşmasında bunların rolu oxuculara çatdırılır.

İkinci fəsildə sənaye inqilabının əsas şərtləri göstərilir və ayrı-ayrı dövlətlərin misalında bu prosesin dünyada baş verən texniki tərəqqinin genişlənməsinə təsiri nümayiş etdirilir.

Sonuncu yüzillikdə maşınqayırmanın və ümumi texnikanın inkişafın-

da baş verən dəyişikliklərin əsas istiqamətlərinə avtomatlaşdırmanın təsiri özünə III fəsildə yer alır. Bu fəsildə keçən əsrin ortalarında yaranan hesablama texnikası ilə müşaiət olunan, bu günə kimi ümumi inkişafa güclü təsirə malik bir prosesin gedişi verilir.

Maşınqayırma ümumi texnikanın tərkib hissəsi kimi araşdırıldığından, kitabda mənbə kimi tək-cə texniki mətnlər yox, həm də mədəni və sosial tarixə aid müxtəlif mənbələr, elmi alətlər və texniki artefaktlardan da istifadə olunmuşdur. Məsələyə belə yanaşma maşınqayırmanın tarixi ilə ümumi tarix fənni arasında əlaqə yaradaraq ona yaxın olan sahələri də əhatə edir. Kitabda təsvir olunan, müxtəlif tarixi mərhələlərə aid texniki yeniliklərin təsviri zamanı Avropa kitabxanalarında saxlanılan ilkin mənbələrdən geniş istifadə olunmuşdur. Qədim dövrün mühəndislərinin bu və ya digər məsələyə münasibətləri verilərkən, onların yazılış üslubu saxlanmışdır. Burada məqsəd o dövrlərdə texnika ilə məşğul olmuş insanların, əsasən də mühəndislərin öz fikirlərini təsviretmə qabiliyyəti haqqında təsəvvür yaratmaqdır.

Ümumiyyətlə, bu kitabda sonuncu yüzillikdə hərbi texnikada baş verən tərəqqi haqqında məlumat verilmir. Məqsəd bu sahənin insaniyyətin başına gətirdiyi fəlakətlərə bəraət qazandırmamaqdan ibarətdir.

Maşınqayırmanın tarixinin bu kitabda verilən təsviri yeni, innovativ texniki avadanlıq və texnologiyalar haqqında böyük zaman intervalında baş vermiş texniki dəyişikliklər əsasında retrospektiv olaraq ümumi fikir söyləmək imkanı verir.

Kitabın mətnini reprezentativ təsvir etmək üçün sonda vacib sözlərdən ibarət registr verilmişdir. Oxucuların nəzərinə o da çatdırılır ki, yazılışı azərbaycan dilində tələffüzündən kəskin fərqlənən yer və insan adları mötərizədə original şəkildə göstərilmişdir.

I. Sənaye inqilabına qədərki dövrdə maşınqayırmanın yaranması və inkişafı

1.1. Maşınqayırmanın cəmiyyətin inkişafında yeri

Müasir cəmiyyətdə gündəlik həyatın tərkib hissəsinə çevrilmiş texniki vasitələrin hazırlanması üçün açar rolunu oynayan maşınqayırmanın vacib bir sənaye sahəsi olması təkzib olunmazdır. Bu qənaətdə texnikanın bu günkü səviyyəsinə nəzər saldıqda gəlmək olur. Maşınqayırmanın bir neçə yüz il əvvəl bir elm kimi cəmiyyətin mədəni inkişafında nə dərəcədə rol oynaması haqqında fikir soyləmək, ancaq bu elmin inkişaf tarixini təhlil etdikdə mümkün olar.

Maşın və sonralar yunanların işlətdiyi “*Machinarium*” insan sivilizasiyasının əvvəlində çox ibtidai formada mövcud olmuş və yalnız sonralar, daha inkişaf etmiş mədəni mərkəzlərin yaranmasından sonra formalaşmağa başlamışdır. Adından göründüyü kimi bu elm maşınların tətbiqi ilə bağlı olub, bir-biri ilə hərəkətli birləşmiş hissələrin köməyi ilə hər hansı bir tapşırığın mexaniki yerinə yetirilməsindən bəhs edir.

İlk dəfə olaraq maşın kəlamını Aristotel b.e.ə. 340-cı ildə özünün “Mexanikanın problemləri” kitabında işlədərək lingləri, çarxları və vintləri belə adlandırmışdır [1.1]. Maşın sözü qədim yunan dilindən götürülmüşdür, mənası “*machina*” yəni mexaniki əmək vasitəsi deməkdir. İlk dövrlərdə maşınlarla məşğul olanlara mexaniklər, bu sahəyə isə mexanika deyirdilər. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, mexanika sözü də qədim yunanalara məxsus olub - əl qabiliyyəti, sənətçilik kimi mənalar daşıyır.

Antik dövrdə qədim yunan alimləri Arximed, Ktesibios, Filon və başqa dühaların mexanikaya maraq göstərmələrinə baxmayaraq, o dövrdə bu sahə bir elm kimi mövcud deyildi [1.1–1.4]. O dövrün mühəndisləri (*mühəndis* ərəbcə “həndəsəni bilən” deməkdir) ideyalarını heç bir metoda əsaslanmadan və hesablama aparmadan, yalnız malik

olduqları fitri istedad hesabına həyata keçirməyə cəhd edirdilər. İlk dəfə qədim Yunanıstanda Arximed və onun həmkarlarının düzəltmələri qurğular cəmiyyət tərəfindən yalnız bir oyuncaq kimi qəbul edilmişdir. Texniki vasitələrə olan belə münasibət bu yaradıcılıq işlərinin sistemləşdirilməsinə və onların yazılı şəkildə formalaşmasına mənfi təsir göstərmişdir. Bu səbəbdən Arximed və bir çox başqa qədim yunan alimləri, apardıqları sınaqlar, düzəltmələri qurğular haqqında yazılı mənbə qoymamışlar. Digər tərəfdən insanlar mexikanın qanunlarını bilmədiklərindən əldə etdikləri nəticələr əsasında heç bir ümumi qayda çıxara bilmirdilər. Bu çatışmazlıqlar antik dövrdə öz işlərinin nəticələrini kitab şəklində yazmağa cəhd edən mühəndislərin işlərində də nəzərə çarpır. Roma imperiyası dövründə yaşamış Vitruvinin yazdığı *“Memarlıq haqqında on kitab”*da döyüş maşınlarının işləmə prinsipi və onların quruluşu təsvir olunmuşdur. Ancaq bu kitab o qədər qeyri aydın yazılmışdır ki, onun əsasında katapult, skorpion və ballast düzəltmək çətinlik yaratmışdır. XVII əsrdə alman alimi Leypoldun 8 cildlik *“Theatrum Maschinarium”* əsərində bir çox maşınların cizgiləri veriləndə, onlar ümumi halda olduğundan təsvir olunmuş maşınların konstruksiyalarını tam əhatə edə bilməmişdir.

Maşınqayırmada empirik vəziyyətdən çıxaraq nəzəri biliklərə əsaslanan elmi-metodoloji araşdırmalar XVIII əsrdən başlayaraq aparılmışdır. Qədimdə maşınlar yalnız böyük insan kütləsinin görə bilmədiyi işləri, məsələn: böyük həcmdə yüklərin qaldırılması, suyun nəql edilməsi və s. yerinə yetirmək üçün lazım olurdu. Çünki, o dövrdə əl əməyinə olan münasibət quldarlıq cəmiyyətinin qaydalarına uyğun aparılırdı və əl əməyinin yüngülləşdirilməsi barədə heç kim fikirləşmirdi. Bu düşüncə tərzini uzun müddət hökm sürmüşdür.

Texnikanın beşiyi sayılan antik Yunanıstanda o dövrdə fəlsəfəyə maraq daha güclü olduğundan mexanikaya, alimlik tədqiqatlarına layiq olmayan bir sənət kimi baxırdılar. Dinin yeni istiqamətlərinin (məs. xristianlıq) yaranması ilə ümumiyyətlə texnikaya münasibət daha da pisləşmişdir. Dindarlar elmi bütünlükdə inkar edirdilər.

İstər xristianlıqda, istərsə də müsəlmançılıqda dindarlar ilahi kitabların olduqları yerdə başqa kitablara ehtiyac olmadığını təsdiq etməyə çalışırdılar. Məsələn, xristian kilsəsini ilkin yaradanlardan biri olan Tretullian deyirdi ki, Yevangeliyadan sonra heç bir elmə ehtiyac yoxdur. Ərəblərin İsgəndəriyyəni tutduqdan sonra orada yerləşən məşhur kitabxananı yandırmaları da o dövrdə elmə olan münasibətdən irəli gəlirdi.

Bu münasibət yeni tarixin başlanğıcına qədər davam etmişdir. XVI əsrdə yeni elm sahələrinin yaranması çağında inkvizisiya Qalileyi təqib etməyə və Cordano Brunonun yandırılmasına gətirib çıxarmışdır. Orta əsrlərdə yeni texniki vasitələrin yaranması ilə məşğul olan mühəndislər də təqibə məruz qalmışlar. Məsələn, 1579-cu ildə Dançikdə ipəyirən maşını ixtira edən mühəndis edam edilmişdir. 1598-ci ildə toxucu dəzgahını ixtira edən Vilyam Lii (ingl. *William Lee*) İngiltərədən qaçmağa məcbur olmuşdur. Buna səbəb əhalinin bu ixtiralar nəticəsində çoxlu sayda adamın işsiz qalmasından qorxması olmuşdur. Texniki elmin rolu yalnız maariflənmə dövründə başa düşülməyə başlayır. XIV Lüdovikin naziri Jan Battistin ilk akademiyanı yaratması ilə elmə olan münasibət dəyişir. Bundan sonra texniki tərəqqi vüsət alır. Bunun nəticəsi kimi İngiltərədə XVIII əsrin ortalarında sənaye inqilabı baş verir. Öncə sənaye cəmiyyəti, sonra postsənaye cəmiyyəti daha sonra isə texnotron cəmiyyət yaranır. Beləliklə, insan cəmiyyətinini formalaşmasını iki mərhələyə bölürlər. Birincisi inqilaba qədərki “ənənəvi cəmiyyət”, digəri isə inqilabdan sonrakı “sənaye cəmiyyəti” adlanır [1.1–1.4].

Göründüyü kimi insanların təbiətlə münasibətində texnikanın və bununla maşınların tarix boyu müxtəlif tapşırıqların yerinə yetirilməsi üçün tətbiqi ictimai-siyasi şəraitlə bağlı olmuşdur. Qədim Şərqdə ilk insan sivilizasiyasının yarandığı dövrdən bəri, insan təfəkkürünün və idrakının təkamülü ilə sıx bağlı olan texnikanın inkişaf səviyyəsi bu dövrdə yaşayan xalqların malik olduqları mədəniyyətin mütərəqqilik göstərici kimi qiymətləndirilir. Müasir dövrdə olduğu kimi qədimdə də

hökmranlar öz hərbi məqsədlərini həyata keçirmək üçün döyüş maşınlarının tətbiqinə böyük üstünlük vermişlər.

Buna görə də, maşınların bu məqsədlə tətbiqi tarix boyu müxtəlif mühəndislər tərəfindən araşdırılaraq daha mütərəqqi hərbi texnikanın ixtira edilməsinə səy göstərilmişdir. Bu təmayül sənaye inqilabına qədər üstünlük təşkil etmişdir. İnsanların rifahını yaxşılaşdırmaq üçün maşınların tətbiqi sənaye inqilabından sonra baş vermiş və getdikcə inkişaf edərək bu günkü səviyyəyə çatmışdır.

Maşınlar, ümumiyyətlə sənaye cəmiyyətlərində istehlak mallarının hazırlanması üçün əsas vasitəyə çevrilmişdir. Onların tətbiqi qədimdə əl əməyinə əsaslanan sənətçiliyi üstələyərək, insanları fiziki və psixoloji yüklərdən azad etməklə istehsal olunan məhsulları kiçik maya dəyəri ilə böyük miqdarda hazırlamağa şərait yaratmışdır.

Maşınların layihələndirilməsi, təkmilləşdirilməsi və hazırlanması ilə məşğul olan maşınqayırma elmi sənaye inqilabından sonra, XIX əsrin ortalarından elmi metodların köməyi ilə sistemli olaraq tədqiq edilməyə başlanır. Maşınqayırma fundamental tədqiqatlar və elmi metodların kombinasiyasını özündə əks etdirən tipik texniki elmdir. O, mexanikadan və termodinamikadan məlum olan fiziki qanunauyğunluqları texniki avadanlıqların konstruksiya edilməsində və simulyasiya olunmasında tətbiq edir.

Bu gün maşınların avtomatlaşdırılma dərəcəsinin getdikcə artırılması onların kompleks ölçü, idarəetmə və tənzimləmə sistemləri ilə təchiz olunmasını tələb edir ki, bu da maşınqayırmada yeni tədqiqat sahələrinin yaranmasına şərait yaratmışdır.

Maşınqayırmanın əsas sahəsi “maşınqayırma texnologiyası” (texnologiya – yunanca *τεχνη (technē)* - sənət, *λόγος (lógos)* - elm sözlərindən ibarət olub, sənət, texnika haqqında elm deməkdir) sayılır. Maşınqayırmada tətbiq olunan texnoloji proses, verilən hissənin pəstahdan hazır hala keçməsinə təmin edən emal ardıcılığından ibarət olub, təkcə maşınların yox, həm də sənayenin başqa sahələrində tətbiq

olunan texniki vasitələrin (məs. alətlərin) hazırlanmasında geniş tətbiq olunur. İlk dəfə olaraq texnologiya anlayışı alman alimi Yohan Bekman (alm. *Johann Bekmann*) tərəfindən tətbiq olunaraq, 1777- ci ildə çap olunmuş “Texnologiyaya giriş” əsərində ona tərif verilmişdir. O “ *işləri, onların ardıcılığını və əsasını tam, nizamlı və aydın izah edən*” yeni bir elmi istiqamətin başlanğıcını qoymuşdur. “Maşınqayırma texnologiyası” XX əsrdə daha da inkişaf etdirilərək elmi və nəzəri əsasları olan mühüm bir mühəndislik elminə çevrilmişdir.

Bu gün maşınqayırma istehsal sənayesinin bütün sahələrində praktiki olaraq iştirak edir. Əsasən maşınlar, onların işçi vəzifələrinə uyğun olaraq texniki məmullar, avtomobillər, elektrik cihazlar, alətlər və s. istehsalında geniş tətbiq olunur. Həmçinin ərzaq mallarının istehsalı, əzclilik sənayesi və tibbi texnikada da maşınları keçinmək mümkün deyil. Maşınqayırma çox vaxt müxtəlif texnoloji sahələri inteqrasiya etdirərək, fundamental tədqiqatlar əsasında bazar üçün yetgin məhsullar meydana çıxarır.

Maşınların tətbiqi insanlara təbii qüvvələri üstələyən, mədəni aləmin inkişafına şərait yaradan daha effektiv əmək vasitələrini yaratmağa imkan vermişdir. Digər tərəfdən maşınların daim inkişaf etməsi və onların hesablama texnikası ilə inteqrasiyası nəticəsində yaranan kompleks texnoloji sistemlər bu sahədə çalışan işçilərin ixtisaslaşma dərəcəsi və səviyyəsinin artmasını tələb edir.

Bu gün maşınqayırma mühəndislərinin məşğul olduğu sahələr qurğu, maşın, və cihazların layihələndirilməsi və hesablanmasından, material seçimi və yenilərinin işlənməsi, mexaniki qurğuların rəşional hazırlanma texnologiyasını nəzərə almaqla konstruksiya edilməsi və istehsal avadanlıqlarının layihələndirilməsi kimi vacib sənaye sahələrini əhatə edir. Mikrosistematika, mexatronika və mikroelektronika kimi yeni sahələrin meydana gəlməsi yuxarıda qeyd olunan sahələri daha da genişləndirmişdir. Son vaxtlar bu mütərəqqi fəaliyyət sahələrinə maşınların hazırlanmasında sifə texniki məsələlərdən kənara çıxan ekologiya və ictimai təsirlərin nəzərə alınması da əlavə olunmuşdur.

Maşınqayırma sənayesinin inkişafı ilə əlaqədar olaraq burada çalışan insanların sayı getdikcə artır. Bu da texniki təhsilə olan ehtiyacı artırır. Maşınlarla sənaye cəmiyyəti arasında olan mədəni asılılığın təhlili göstərir ki, insanlar onların işlərinin maşınlar tərəfindən getdikcə artan dərəcədə təyin olunması kimi psixoloji təsiri adi hal kimi qəbul etməkdədirlər.

Maşınqayırmanın tarixinin təhlili maşınların sənayedə tətbiqindən bu günə kimi hökm sürməkdə olan, ancaq getdikcə zəifləyən tənqidlərə aydınlıq gətirməklə bərabər, bizim texniki mədəniyyətimizin inkişaf şərtləri və imkanları ilə yaxından tanış olmaq üçün şərait yaradır.

II. İnsan sivilizasiyasının əvvəlində texniki vasitələr

On dörd milyon il bundan əvvəl ilk dəfə olaraq ayaq üstə durmaqla yeni bir sivilizasiyanın təməlini qoyan canlılar Afrikada yayılmağa başlayır. İnsanların əcdadları sayılan bu canlı vücudların hansı səbəbdən öz həyat tərzini dəyişmələri haqqında müxtəlif fərziyyələr olsa da, onların qida əldə etmək baxımından birləşdirən bir ümumi xüsusiyyət nəzərə çarpır. İki milyon il bundan əvvəl insanların əmələ gəlməsi və formalaşması prosesi başlayır. Bu uzun çəkən proses insanların heyvanlardan ayrılmasını təsvir edir. İlk insanlar qida əldə etmək üçün öz orqanlarını: əllərini, ayaqlarını və qollarını hərəkətə gətirərək təbii məhsullardan öz həyatı üçün lazım olan formada istifadə edirdi. Bununla təməli qoyulan istehsal prosesi insanların heyvanlardan ayrılması üçün tarixi addım idi.

Mədəni inkişafın əvvəlində insanlar qida əldə etmək üçün müəyyən sənətciliyə malik olmuşlar. Gündəlik həyatın təşkil edilməsi və müəyyən səviyyədə saxlanması üçün onların, təbiətin tələblərinə uyğunlaşaraq müraciət etdikləri ilk texniki vasitə alət idi. İnsanlar tərəfindən bu vasitələrin qida məhsullarını çiy haldan hazır hala gətirmək üçün tətbiqi, müxtəlif emal üsullarının meydana gəlməsinə şərait yaratmışdır. Texniki vasitələrin yaradılması və tətbiqi ilə insanlar başqa canlılara nisbətən daha yüksək yaradıcılıq qabiliyyətinə malik idilər. Bu qabiliyyət onlara ətraf mühiti öz tələblərinə uyğun olan formaya salmalarına imkan yaradırdı. İnsanların təkamülündə texniki vasitələrin inkişafını, təbiətə təsir göstərmək imkanı verən bir reform kimi anlamaq lazımdır. Bu hal insan sivilizasiyasının yaranmasının əvvəlinə təsadüf edən, insanların alətlərlə davranmasında özünü aydın büruzə verir.

Təbii əşyaların təsadüfi və ya məqsədyönlü alət kimi istifadə olunması hətta bəzi heyvanlarda da rast gəlinir. Ancaq alətlərin məqsədyönlü hazırlanması və təkmilləşdirilməsi üçün uyğun emal üsullarının inkişaf etdirilməsi yalnız insanlara məxsusdur. Bu alətlər ya-

randığı və tətbiq olunduğu vaxtdan həyat amilinə çevrilərək insan olmaq prosesinin əsas sütununu təşkil edib. Buna görə də, insanların inkişafını onların çatdıqları səviyyədə əldə etdikləri texniki üsulların keyfiyyəti ilə xarakterizə etmək olar. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, texniki vasitələrin inkişafı həm ardıcıl, həm də parallel olaraq bir-birindən asılı olmayaraq baş vermişdir.

Alət kimi istifadə edilən ilkin təbii əşyaların tarixi təxminən 2 milyon ildən qabaqkı vaxta təsadüf edir [1.5–1.15]. Burada söhbət təbii daşlardan kəsmək, deşmək, qaşovlamaq və əzmək üçün hazırlanmış çox sadə formalı alətlərdən gedir. Bu alətlər qədim daş dövründə yaşamış ilk insan əcdadı *Homo habilis* (azərb. *Qabil insan*) tərəfindən hazırlanmışdır. Bu pitekanthrop öz əcdadlarına nisbətən qabağa gedərək daha da inkişaf etmiş əl qabiliyyətinə malik idi. Onun yaşadığı ərazilər Afrikanın Tanzaniya, Keniya və Həbəşistan regionlarında yerləşirdi. Bu insanların inkişafı onlara heyvanlardan fərqli olaraq müxtəlif alətləri, o cümlədən daş alətlərini hazırlamaq vərdişlərinə yiyələnməyə gətirib çıxarmışdır. Onlar bu alətlərin düzəldilməsi üçün materialların bərklik, möhkəmlik, kövrəklik, əzilmək və kəsilmək kimi mexaniki xassələrinə bələd idilər. Bu xassələrdən istifadə edərək insanlar öz məqsədləri üçün lazım olan alətləri hazırlayırdılar. Həm alətləri hazırlama prosesi, həm də onların tətbiqi müəyyən intellektual idarəni və nəzarəti tələb edirdi. *Homo habilis* bu qabiliyyətə malik olaraq, onlardan öz həyat səviyyəsini yaxşılaşdırmaq üçün məqsədyönlü və fərdi istifadə etmişdir [1.8].

*Homo erectus*un malik olduğu ilk alət çaxmaq daşı idi. Bu daşdan olan pəstahlar böyük daşlara vurmaqla parçalanırdı və beləliklə ona ilkin forma verilirdi. Sonra daş parçaların konturu emal edilərək çoxlu tillər yaradılırdı. Bu üsulla döymək, deşmək, kəsmək və mişarlamaq üçün xüsusi alətlər əldə edilirdi [1.9].

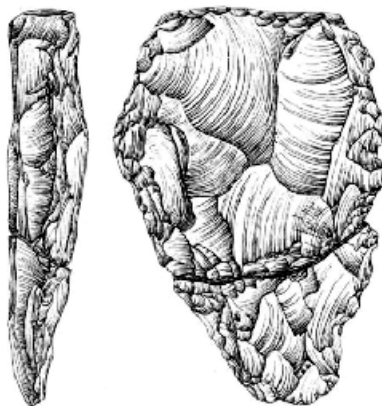
Qədim insanların bir neçə 100 minilliklər istifadə etdikəri daş alət, yumrug formasında olan sivri daş olmuşdur [1.13]. Bu daş alət böyük daşın ikitərəfli emalı ilə hazırlanırdı (şəkil 1.1). Daş alətlərin emalı ilə əldə olunan böyük təcrübə əsasında ibtidai insanlar ikitərəfli emal olun-

muş sivri daşı düzəltməyə nail olmuşlar. Öz iti ucu və tilləri ilə sivri daş insanların hazırladığı ilk universal alət idi (şəkil 1.2). Bu alətin hazırlanması aşağıdakı ardıcılıqlardan ibarətdir: Daşın bir tərəfi əldə tutularaq o biri ucu ardıcıl olaraq iki tərəfdən döyülərək yonulurdu. Beləliklə, daşın uc hissəsi itilənirdi. Daşın başqa tərəfi isə emal edilməmiş saxlanırdı ki, onu əldə tutmaq rahat olsun. Bu üsulla paza oxşayan, çıxıntılı tilləri olan alət, sivri daş əldə edilirdi. Sivri daşların çəkisi 0,5 kq-dan 1 kq arasında, uzunluğu isə 10 cm-dən 20 cm arasında dəyişirdi [1.13]. İllər ötdükcə daş alətlər daha da təkmilləşdirilərək başqa formalarda da hazırlanırdı. Qazıntılar zamanı badam, oval və üçbucaq formalı alətlərə də rast gəlinir. Bundan əlavə emal prosesi də inkişafdan geri qalmırdı. İlk primitiv daşların hazırlanmasında bir əməliyyatdan istifadə olunduğu halda, sonralar nazik formalı kəskinlərin düzəldilməsində üç emal ardıcılığından istifadə edilmişdir: pəstahı bölmək, döyəcləmək və incə emal etmək.

Sivri daş çəkicin, pazın, iskenənin, baltanın, bıçağın, mişarın, burğunun və kəskinin əcdadı hesab edilir. Bu alətlərlə bərabər 300- 400



Şəkil 1.1. Daş alətin hazırlanması.



Şəkil 1.2. Sivri daş.

min il vaxt müddətində ağac qurğu, sümük bıçaq kimi əşyalar insanların gündəlik həyatında böyük rol oynasa da sivri daş arxeoloji olaraq daş dövrünə aid edilir. Sivri daşın tapılması insanların bir ərazidən başqa ərazilərə köçmələrinə şərait yaradır. Buzlaşma dövründə baş verən güclü iqlim dəyişikləri insanlar yaşayan ərazilərdə kəskin iqlim fərqinə səbəb olmuşdur. Şimalda hökm sürən soyuq iqlim istiliyə öyrəşmiş heyvanların ya cənub istiqamətlərə köçməsinə, ya da soyuqdan ölməsinə gətirib çıxarmışdır. Dəyişən yaşayış tərzii insanların həyatını çətinləşdirirdi. Buna baxmayaraq, qədim insanlar cənuba köçməkdən imtina etmişlər. Onlar bunun əksinə olaraq şimal istiqamətində yayılmağa başlamışlar. Bu, insanların alovun süni yolla əldə edilməsinə yiyələnmələri sayəsində mümkün olmuşdur. İnsanların oda sahib olmaları sonrakı inkişafı ərəfəsində onların texniki və mədəni tərəqqisində böyük rol oynamışdır. Oddan istifadə etmək soyuqdan qorunmaq, işıq əldə etmək və yeməyin hazırlanmasını asanlaşdırmaq kimi üstün cəhətlərə malik idi. Bundan əlavə oddan ağac alətlərin möhkəmləndirilməsində, daşların parçalanmasında və ovçuluqda istifadə edilirdi [1.8, 1.9].

Tapılan daş alətlər təkcə onların eyni formaya malik olması ilə deyil, həm də onların hazırlanması üçün tətbiq olunan emal üsullarının oxşar olması ilə xarakterizə olunurdu. Bu onu göstərir ki, insanlar daş alətləri hazırlamaq üçün əlverişli materialın – daşın tapılması, ona lazım olan formanın verilməsi və emal ardıcılığına riayət olunması kimi bütün hazırlama zəncirini özündə əks etdirən düşünmə qabiliyyətinə malik olmuşlar. İnsanların təkamülü dövründə (200000 il bundan əvvəl) daş alətlər üstünlük təşkil edirdilər. Daşları parçalamaqla əldə edilən alətlərin hazırlanması texnologiyası o dərəcədə inkişaf etmişdir ki, bu emal üsulu ilə dəqiq alətlər hazırlamaq mümkün idi.

Hazırlama texnologiyasının inkişafı kiçik ölçülü alətlərin və bununla da yığma alətlərin hazırlanmasına şərait yaratmışdır. Yığma alətlərin tapılması ilə texniki inqilab baş verir. Bundan sonra texnikanı yalnız metalların tətbiqi ilə inkişaf etdirmək mümkün idi. Yığma alətlərin qlup-

ları ağacdən və ya sümükdən hazırlandığı halda onun kəsici hissəsi kiçik daş qırıntılarından, mikrolitlərdən düzəldilirdi [1.9, 1.12, 1.13].

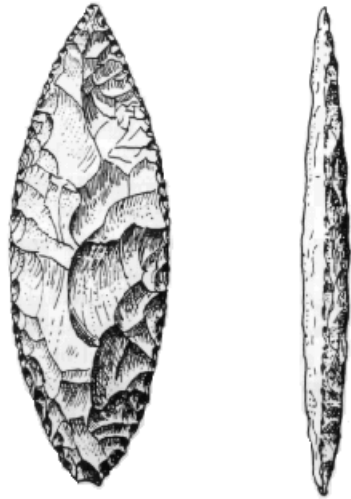
Alətlərin hazırlanmasında mikrolitləşmə prosesi əmək alətlərinin kiçilməsinə və onun effektivliyinin artırılmasına gətirib çıxarmışdır. Daş parçalarından prizmatik və ya konik formalı, yan tərəfləri hamar, uzunluğu 7-10 cm və qalınlığı 0,5 cm olan lövhələr yonulurdu. Bu daşın yan tilləri elə iti olurdu ki, çox vaxt onu itiləməmiş tətbiq edirdilər. Avropada, qərbi və mərkəzi Asiyada və həmçinin Afrikada üçbucaq, trapes, düzbucaq və çevrə formalı mikrolitlərə rast gəlinir. Mikrolitləşmə prosesi yığılan elementlərin vahid formaya salınmasını tələb edirdi. Bu, sının alət hissəsinin asanlıqla başqası ilə əvəz olunmasına imkan verirdi. Bundan əlavə alətlərin kiçik daşlardan hazırlanması emal prosesinin xammaldan asılılığını azaltmışdır [1.11].

Alət texnologiyasının təkmilləşməsi daş alətindən ov aləti kimi istifadə etməyə imkan yaratmışdır. Heyvanları ovlamaq üçün düzəldilmiş nizələrin ucları daşdan və ya sümükdən düzəldilirdi (şəkil 1.3). Sonrakı mərhələlərdə nizələrdən ovda atılmaqla istifadə edilməsinə rast gəlinir. Beləliklə, insanlar ovu uzaq məsafədən apara bilirdilər ki, bu da onların təhlükəsizliyini artırırdı. İnsanların çaxmaq daşlarının köməyi ilə od əldə etmələri onlara bütün başqa canlılara hakim olmaları üçün şərait yaratmışdır. Bununla alətlərin hazırlanma texnologiyasının sonrakı inkişafı üçün daha bir zəmin yaranmışdır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, insanların və texnikanın inkişafı regional xarakter daşmışdır. Avropada daş dövründə yarpaq formalı və uzunsov formaya malik alətlər xarakterik idi (şəkil 1.4).



Şəkil 1.3. Uc hissəsi daşdan olan nizə.

Metalların tapılmasına qədər insanlar aləti uzun müddət daşlardan hazırlamışlar. Ona görə də, bu dövrü daş dövrü adlandırırlar. Daş dövrünü üç əsas hissəyə bölürlər: Qədim daş dövrü (Paleolit), Orta daş dövrü (Mesolit) və Yeni daş dövrü (Neolit). Qədim və yeni daş dövrləri arasında, təxminən 40 min il bundan əvvəl insanların fiziki cəhətdən formalaşması baş verir və bu günkü tipdə olan adamlar, Homo sapiens yaranır və bununla insan cəmiyyətinin tarixi başlayır. Şəkil 1.5-də daş alətlərin inkişaf

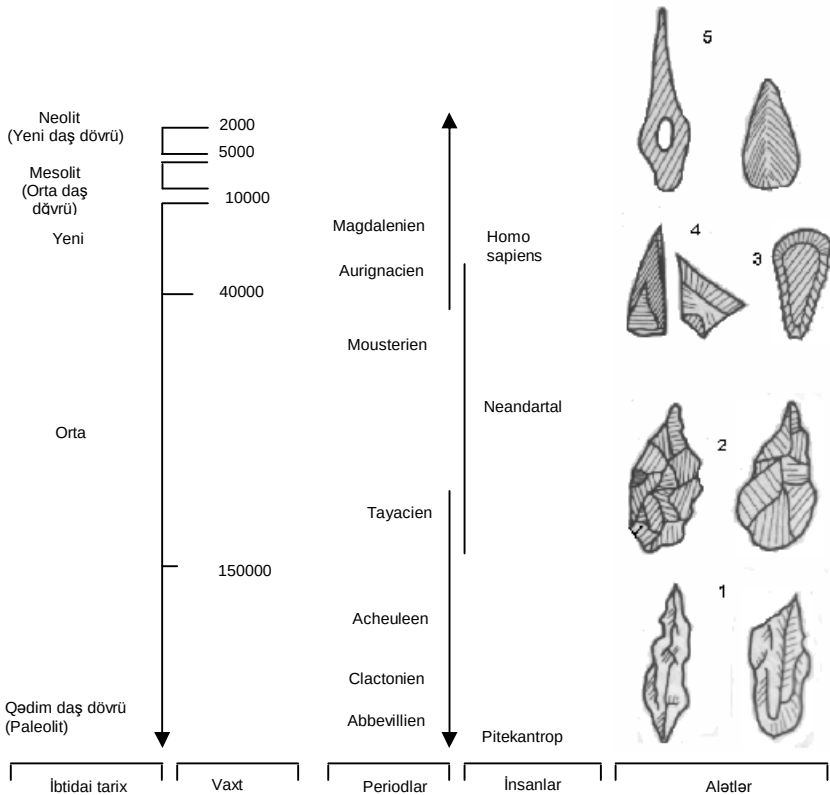


Şəkil 1.4. Daş lövhədən kəsici alət.

tarixinin dövrlərə münasibəti təsvir olunmuşdur. Burada göstərilən bütün inkişaf pillələri Azərbaycandan da yan keçməmişdir. Azərbaycan ərazisində insanların həyat tərzı və onların əməyə münasibəti də başqa ərazilərdə təsvir olunanlardan heç də fərqlənmirdi [1.5, 1.6, 1.12].

Daş dövrü Azərbaycanda 2 milyon 700 min il bundan öncə başlayaraq eramızdan əvvəl IV minilliyə qədər davam etmişdir. Təxminən 700 min il əvvəl insanlar od əldə etməyi öyrənərək, özlərini soyuqdan qorumağa, yemək bişirmək, əmək alətlərini düzəltməyə başladılar. 400–300 min il (b.e.ə.) öncə Azərbaycanda məskunlaşmış ibtidai insanların təkamülündə yeni mərhələ başlanır. Azıx mağarasında aşkar olunmuş ibtidai insan-neandertalın çənə sümüyü (təxminən 350 min il öncə) buna əyani sübutdur.

100-30 min il öncə ölkə ərazisində orta paleolit dövrü yaşanmış və bu ərəfədə qədim insanların ibtidai icma quruluşu formalaşmışdır. Həmin dövr Tağlar mağarasındakı arxeoloji tapıntılar əsasında tədqiq



Şəkil 1.5. Daş alətlərinin inkişafı (1 və 2-sivri daş; 3-orta paleolitik alət; 4-mesolitik mikrolit aləti; 5-neolitdə paradaqlama, mişarlama və burğulama).

edilmişdir. Bu zaman insanların əsas məşğuliyyəti ovçuluq və yığıcılıq idi. 30-10 min il öncə Azərbaycanda son paleolit dövrü mövcud idi. İnsanlar artıq yalnız mağara və zağalarda deyil, həmçinin müxtəlif çay vadilərində məskunlaşmağa başlayırlar. Məhz bu dövrə qəbilələrin formalaşması, ilkin incəsənət və etiqadların yaranması təsadüf edir. Bu zaman əmək alətləri yalnız daşdan deyil, həmçinin müxtəlif heyvan sümüklərindən də hazırlanırdı.

Mezolit Azərbaycanda b.e.ə. 11–8 minillikləri əhatə edir. Artıq bu dövrdə əkinçilik və heyvandarlığın ilkin formaları yaranır. Bu dövr başlıca olaraq Qobustandakı qayaüstü rəsmlər və arxeoloji tapıntılar əsasında tədqiq edilib. Yer üzündə ibtidai insanın ən zəngin "*muzey*"lərindən biri sayılan bu ərazidə altı minəcən qayaüstü rəsm və ona yaxın qədim insan düşürgəsi aşkar edilmişdir. Bu rəsmlərdə o dövrkü adamların məşğuliyyəti, əmək fəaliyyəti, ov və balıqçılıq səhnələri öz əksini tapmışdır. Arxeoloji materiallar və rəsmlər sübut edir ki, artıq o dövrdə insanlar ox və kamandan istifadə etməyi bacarırdılar (şəkil 1.6).



Şəkil 1.6. Azərbaycanda tapılmış daş ucluqlar.

Neolit Azərbaycanda b.e.ə. VII minilliyə təsadüf edərək Qobustan və Həsənli-təpə (Cənubi Azərbaycan) arxeoloji materialları təmsalında tədqiq edilmişdir. Bu dövrdən ibtidai insanlarda istehsal xarakterli təsərrüfat formalaşır, arxaik (primitiv) saxsı məmulatının hazırlanması başlanır [1.14, 1.15].

Yer üzündə qədim insanların *Homo sapiens* ilə əvəz olunması tədricən baş vermişdir. Uzun müddət müxtəlif rayonlarda bu iki insan tipinə aid olan adamlar yanbayan yaşamışlar [1.12]. *Homo sapiens*lə insan təkamül prosesinin sonuncu mərhələsinə qədəm qoyur. 40000 il bundan əvvəl insanların bioloji inkişaf prosesi başa çatdıqdan sonra, onların genetik inkişafı indiyə qədər stabil olaraq qalmışdır. İnsanların bioloji inkişafı sonralar mədəni və sivil inkişaf ilə əvəz olunmuşdur. Yeni

insanların həyatında alətlərin hazırlanması üsulları da eyni dərəcədə böyük əhəmiyyət kəsb etməyə başlayır.

Yetişmiş insanların ilkin mədəni inkişaf mərhələsində, buz dövrünün sonundan (8000 il əvvəl) yeni daş dövrünə kimi bir vaxtda, malik olduqları iqtisadi imkan yalnız ovçuluq və bitkilərin yığılmasından ibarət idi. Əkinçiliyin yaranması qədim daş dövrünə təsadüf edir. Coğrafi və texnoloji cəhətdən inkişaf etmiş ilkin insan cəmiyyətləri mərkəzi Avropada yerləşmişdir. Sonuncu buz dövründə bu cəmiyyətlər cənub şərqə sıxışdırılır. Bununla bərabər Amerika, Afrika və Asiyada da yaşayış məntəqələrinin izlərinə rast gəlinir. Avropa ərazisində yayılmış nazik tilli daş alətlərin hazırlanması texnikası daha da yaxşılaşdırılaraq, nazik daşlardan pəstah seçimi sistemləşdirilmişdir.

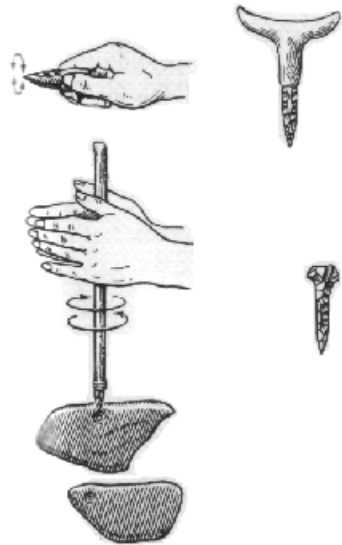
Daşların dəşilməsi və yonulması üçün əldə olunan qurğuların inkişafı sayəsində alətlərin hazırlanması özünün ən yüksək nöqtəsinə çatır. Neolit dövrü daşların yonulmasında tətbiq olunan pardaqlama, dəşmə və mişarlama kimi bir çox yeni emal üsulları ilə xarakterizə olunur [1.10]. Bu metodlar insanlara yeni, daha bərk daşlardan, məsələn: nefrit, jadeit, bazalt və dioritdən istifadə etməklə baltalar, iskenərlər, pazlar və çəngəllərin hazırlanmasına şərait yaratmışdır.

Yeni alət üçün lazım olan daş pəstaha forma verilməsi adi üsullarla bərabər mişarlamanın köməyi ilə də aparılırdı. Səthlərin təmiz emalı quru və ya yaş pardaqlamanın köməyi ilə yerinə yetirilirdi. Arxeoloqların hesablamalarına görə, bir pardaqlanmış baltanın daş qırıntısından hazırlanması üçün 2,5–3 saat, pepritdən isə 20–25 saat vaxt tələb olunurdu. İlk pardaqlanmış baltalar mezolit dövründən məlum olsa da, onlar ancaq neolit dövründə geniş yayıla bilmişlər. Kiçik ölçülü alətləri daş ucluqdan və ağac qulpdan yığmaq mümkün olsa da, böyük alətlərdə bu konstruksiya yaramırdı. Buna görə də, yeni üsul – daşların dəşilməsi ixtira edilir. Daşda açılmış dəşiklərin köməyi ilə onları iri ağac sapaqlara bərkitmək mümkün idi. İlk vaxtlarda qədim insanlara dəşmə əməliyyatının mexanizmi ilə bağlı olaraq yalnız konik dəşikləri açmaq nəsb olurdu. Bu isə daşların sapaqda bərk oturtması üçün yetərli

deyildi. Bunun üçün nisbətən daha dəqiq olan silindrik deşiklərin açılmasına ehtiyac var idi. Deşmə texnologiyasının təkmilləşdirilməsi ilə insanlar neolit dövründə sümük burğuların köməyi ilə dəqiq deşiklərin açılmasına nail olurlar.

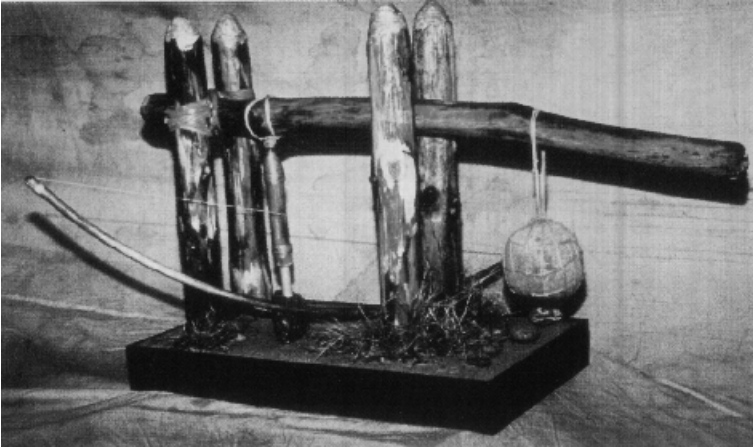
Arxeoloji axtarışlar zamanı tapılmış ən qədim burğulama qurğusu qədim daş dövrünə aiddir. Ağac çubuğu fırlatmaqla, od əldə edilməsi ilə oxşarlığı olan burğu qurğusu təxminən 40000 il əvvəl ixtira edilmişdir [1.13]. Bu burğulama qurğusunda alət əl ilə fırladılır (şəkil 1.7). Sonralar tapılmış, bu qurğunun təkmilləşmiş forması olan iplə işləyən burğulama qurğusu yeni daş dövrünə aiddir (təxminən 6000 il əvvəl).

Rekonstruksiya edilmiş burğulama qurğusu şəkil 1.8-də göstərilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi sağ və sol tərəfdə yerləşdirilmiş dayaqların arasında bir ağac tir qoyulur. Bu tirin bir ucu soldakı dayaq arasında yerləşdirilərək iplə oynaq bağlanır. Sağ ucu isə sərbəst olaraq sağdakı dayaq arasında keçirilir və buradan yük asılır. Yükün məqsədi emal zamanı veriş yaratmaqdır. Burğu aləti, bir ucu bu tirin ortasındakı oymaqda yerləşdirilmiş şpindelə iplə bağlanır. Pəstah burğu alətinin altında yerdə bərkidilir. Şpindelə fırlanma hərəkəti kamana bağlanmış ipin köməyi ilə verilir. Kaman irəli-geri hərəkət etdikcə, şpindel gah bir istiqamətdə, gah da başqa istiqamətdə fırlanır. Beləliklə, əl ilə fırlanması çətinlik yaradan burğunun hərəkəti kamanın irəli-geri hərəkəti ilə əvəz olunur. Buna baxmayaraq insanlar bu dövrdə alətin fasiləsiz hərəkətini ala bilməmişdilər. Mişarlama, deşmə, eləcə də paradaqlama əməliyyatları-



Şəkil 1.7. Daşların əl ilə deşilməsi.

nın inkişafı alətlərin işçi səthlərinin hamarlığını artırmağa kömək edərək onlarda iş zamanı yaranan müqavimətin azalmasına və bununla da məhsuldarlığın artmasına kömək etmişdir.



Şəkil 1. 8. Neolit dövrünə aid dəşmə qurğusunun modeli.

Tili kobud balta ilə ağacın emalı mümkün deyildi, çünki bu baltaları ağaca vurduqda onlar səthi kəsmək əvəzinə əzirdilər. Tili hamarlanmış baltalarla, bunun əksinə olaraq, ağacları yonmaqla istənilən formaya salmaq olurdu. Beləliklə, qayıqları və evlərin düzəldilməsi üçün ağac hissələri hazırlamaq mümkün olmuşdur.

Texnikanın inkişafı bu günə kimi bir neçə mərhələdən keçmişdir. İlk dövrlərdə alətlərin tətbiqi zamanı qüvvə yaratmaq üçün əl əməyindən istifadə edilirdi. Sonralar pəstahları sıxmaq üçün köməkçi elementlər tətbiq edilməyə başlayır. Bunun ardınca, tədricən aləti və pəstahı bərkitmək üçün gövdə, yönəldici və ötürmə sistemləri inkişaf etdirilmişdir. Yeni daş dövrünün alət və qurğuları təkcə yüksək səviyyəyə deyil, həm də inkişaf etmiş müxtəlif növlərə malik idilər. Arxeoloji tədqiqatlar göstərir ki, o dövrdə 20-yə qədər alət növü məlum idi. Buraya sümükləri, ağacları emal etmək üçün alətlər, burğular, müxtəlif ucluqlar, dəriləri qaşımaq üçün qaşovlar, bıçaqlar və s. aid

idilər.

İbtidai insanlar ovçu və ehtiyat yığmaq mədəniyyətinə uyğunlaşmış olsalar da, o dövr üçün nisbətən inkişaf etmiş əmək bölgüsü mövcud olmuşdur. Əkinçilik, heyvandarlıq, ovçuluq, balıqçılıq, evdarlıq və hətta ictimai təşkilatçılıq işləri o dövrdə yaşayan ayrı-ayrı insanların və qrupların məşğuliyyət formasına çevrilmişdir.

İstehsal vasitələrinin inkişafı və əmək bölgüsü işin məhsuldarlığını artırmağa və bununla da insanların qida və başqa mallara olan ehtiyacını ödəyərək bol məhsul əldə etmələri üçün zəmin yaratmışdır. Şərqin yeni daş dövründəki cəmiyyəti o dövrün inkişaf xəttini özündə əks etdirirdi. Şərqdə təsərrüfatçılıq inkişaf etdiyi halda, dünyanın başqa yerlərində aqrar istehsala keçid, insanların malik olduqları aşağı səviyyəli texniki vasitələr və mədəniyyətlə xarakterizə olunan, hətta bəzən ovçuluq dövrünə uyğun səviyyədən də aşağı bir müstəvidə baş verirdi. Aparılan araşdırmalar göstərir ki, o dövrdə alət və qurğuların ən təkmilləşmiş formaları məhz Şərqdə cəmləşmişdir.

İlkin Şərq mədəniyyətinin inkişafının sonrakı mərhələsi neolit sonuna təsadüf edir. Bu inkişaf texniki cəhətdən rəngli saxsının tapılması, misin əldə edilməsi və emalı, saxsı qabların hazırlanmasında tətbiq olunan ilkin sənətçilik ilə xarakterizə olunur. Rəngli saxsının hazırlanması ilə demək olar ki, ilk sənətçilik ənənəvi peşəkarlıqdan kənara çıxaraq sərbəst fəaliyyət göstərməyə başlamışdır. Dulusçuluq emalatxanaları artıq yaşayış evlərindən kənarda yerləşərək yarımkürə formalı sobalarla əhatə olunurdular. Bu işlə məşğul olan sənətkarlar kəndin başqa sakinləri tərəfindən ərzaqla təmin olunurdular, qablar ərzağa dəyişilirdi.

Altıncı minilliyin sonunda ilk dəfə olaraq bəzək və məişət əşyaları tökülmüş misdən hazırlanmağa başlayır. Mis ilk vaxtlarda soyuq halda döyülərək emal edilirdi. Sonralar insanlar mis filizlərini kömürün üstündə əritməyə nail olurlar. Mis töküyünü almaq yalnız b.e.ə. VI–V minilliklərdə xüsusi sobaların ixtirasından sonra mümkün olmuşdur. Dulusçuluqda olduğu kimi, metal istehsalı da kəndçi icmalarında əmək

bölgüsünü daha da dərinləşdirərək yeni sənətçiliyin yaranmasına gətirib çıxarmışdır. Kotanın ixtirası nəticəsində sürətlənən kənd təsərrüfatının inkişafı ilə müşayiət olunan bu sənətçilik sahələrinin meydana gəlməsi ayrı-ayrı qəsəbələr arasında etibarlı alver əlaqələrinin yaradılmasını tələb edirdi. Bu baxımdan V minilliyə təsadüf edən çarxın ixtirası da nəqliyyat vasitələrinin istifadəsində, öncə dulusçuluqda fırlanan lövhə kimi istifadə olunmağa başlamışdır [1.13].

Tezliklə, Qara dənizdən Mərkəzi Avropaya və Misirdən Şimali Afrikaya, Fransa və İspaniyaya qədər böyük bir ərazini əhatə edən, bu texniki sənətçiliyin inkişafının dinamikası sonrakı IV minillikdə neolitik cəmiyyətin yenidən formalaşması üçün şərait yaratmışdır.

1.3. Qədim Şərqdə mədəniyyət və texniki sənətçilik

Yaxın Şərqdə neolit mədəniyyətinin texniki, sənətçilik və sosial inkişafı əhalinin sürətlə artımına gətirib çıxarmışdır. B.e.ə. V və III minilliklər ərzində baş verən iqlim dəyişiklikləri Mesopotamiya ərazisində əkinçilik üçün əlverişli şərait yaratdığından, özlərinə başqa, daha əlverişli yaşayış yerləri axtaran insanların cənub, Fərad və Dəclə çayları vadiləri istiqamətində axışmasına səbəb olmuşdur [1.16–1.27].

Öz təkmilləşmiş suvarma sistemi ilə təchiz olunmuş əkinçilik təsərrüfatı ilə səciyyələnən qədim Şərq mədəniyyəti Mesopotamiya ərazisində inkişaf etməyə başladı. Eyni vaxtda iqlim dəyişikliyi ilə bağlı olaraq Misirdə, Nil çayı ətrafında və Çində, Sarı çay ətrafında oxşar dəyişikliklər baş verirdi. Bu ölkələrin mədəniyyətləri iki min ildən artıq insanların və texnikanın tarixi inkişafını müəyyənləşdirmişdir.

Yeni məskunlaşmış insanlar inkişaf etmiş suvarma sisteminin köməyi ilə münbit torpaqlarda bol məhsul əldə edirdilər. Məhsul çoxluğu insanlar arasındakı münasibətə təsir göstərməyə başlayır. Belə ki, əvvəllər əsir tutulmuş adamları ərzaqla təmin etmək mümkün olmadığından onları öldürürdülər. Məhsul artımı bu insanlara yemək verməklə, onlardan işçi qüvvəsi kimi istifadə etməyə şərait yaratmışdır. Bununla quldarlığın əsası qoyuldu. Qullarla bərabər bu dövlətlərdə azad yaşayan insanlar da mövcud idi. Azad insanlar əsasən evdarlıq və sənətçiliklə məşğul idilər. Qullara sahib olmaq və onları idarə etmək yeni istehsal münasibətlərinin əsasını müəyyən edirdi. Bu dövrdə istehsal üsullarının səviyyəsi qədim cəmiyyətlərdə olduğu kimi qalırdı.

Bu ərazilərdə kənd təsərrüfatının inkişafı insan artımına təkan verir. Tarixi qaynaqlara görə b.e.ə. III minilliyin əvvəlində Mesopotamiyada yarım milyon əhali yaşayırdı [1.19, 1.20]. Əhalinin sonrakı artımı iqtisadiyyata olan tələbatı, əsasən isə suvarma sisteminin genişlənməsinə tələb olunan əlavə işçi qüvvəsinə ehtiyacı artırmışdır. İqtisadiyyatın inkişafı üçün təkan verici rolunu oynayan şəhərlərdə də əhalinin artımı zərurətə çevrilmişdir. Əvvəllər kəndlərdə çalışan

sənətçilərin fəaliyyəti üçün şəhərlərin divarları arxasında daha əlverişli şərait yaradılırdı. Bu sənətçilər hazırladıqları məhsulları öz gündəlik tələbatlarını ödəmək üçün lazım olan əşyalara dəyişirdilər.

Şəhərlərin yaranması və inkişafı tikinti üslubunda kərpiç, daş, tikinti ağacları və şəffaf relyeflər kimi elementləri özündə cəmləşdirən tikinti texnikasının da yaranmasına təkan vermişdir. Tikinti materialı kimi geniş tətbiq olunan daşların çıxarıldığı yerlərdən şəhərlərə daşınması üçün çaylarda gəmilərdən, quruda isə sadə araba və xizəklərdən istifadə edilirdi. Tikintidə alət kimi ağac konstruksiyalar, nərdivanlar və çəngəllər tətbiq olunurdu.

O dövrdə əsas tikinti sahəsi kimi gəmiqayırma inkişaf etməkdə idi. Çay və dəniz üçün nəzərdə tutulan gəmilər baltaların köməyi ilə ağacdan düzəldilirdi. Ağacdə dəşikləri açmaq üçün burğulardan, hamarlamaq üçün isə qumla doldurulmuş kisələrdən istifadə edilirdi. Gəmilər ağacdan yığıldıqdan sonra onların gövdəsi bitum ilə kipləşdirilirdi. Gəmilər yelkənlər və avarlardan istifadə etməklə hərəkət etdirilirdi.

B.e.ə. V minillikdən başlayaraq qədim Şərqdə bir çox təbii, ictimai və siyasi amillərin təsiri ilə müşayiət olunan mədəniyyətin sürətli inkişafı riyaziyyat elminin yaranmasına şərait yaradır. Misir və Mesopotamiya ərazilərində insanların böyük şəhərlərdə cəmləşməsi sinifləşmənin güclənməsinə gətirib çıxarır. Müxtəlif siniflərə aid olan mülkiyyətlər cəmiyyətdə insan münasibətlərində vacib rol oynamağa başlayır. Eyni zamanda Misirdə və Mesopotamiyada əkinçiliyin yüksək inkişafı torpaqların çoxlu sayda insan arasında bölünməsinə və idarə edilməsinə tələb edirdi. Bundan əlavə hər il Nil, Fərad və Dəclə çaylarının daşması nəticəsində əkin sahələri yararsız hala düşürdü və bu sahələrin hər dəfə yenidən bölünməsi zəruriyyəti yaranırdı. Bu dövrdə dövlətçilik vergi sisteminə əsaslanırdı. Çoxlu insan əməyinə ehtiyac olan böyük tikintilərin planlaşdırılması və həyata keçirilməsi müəyyən hesabatlarla bağlı idi. Bütün bu şərtlər qədim Şərqdə, əsasən Misirdə və Babilədə b.e.ə. V minilliyin sonundan başlayaraq riyaziyyatın yaranması

və inkişaf etdirilməsinə təkan vermişdir. Misirdən bizə gəlib çatan papiruslar və dərilər üzərində yazılmış riyazi işarələrdən orada riyaziyyatın əmək haqqlarının hesablanması, çörək bişirmək üçün lazım olan taxılın miqdarını və ya sahələrin hesablanması kimi praktiki məsələlərin həllində tətbiq olunduğu məlum olur. Misirlilər qədimdə dörd hesablama əməliyyatlarının kəsrlərin köməyi ilə aparılmasını və bir məchuldan ibarət sadə tənliklərin həllini bildirdilər. Həndəsədə isə onlara üçbucaq, düzbucaqlı və trapesiyanın sahəsinin hesablanması, p ədədinin tapılması və oturacağı düzbucaqlı olan kəsik piramidanın həcmnin hesablanması üçün empirik düstur məlum idi. Bunlara baxmayaraq, o dövrdə Misirdə sözün əsl mənasında riyazi sübutlara əsaslanan riyaziyyat elmi mövcüd deyildi [1.21–1.23].

Babildə isə seksagesimal adlanan 60-lıq say sistemi tətbiq edilirdi. Bu say sistemindən sonralar qədim yunan riyaziyyatçıları da geniş istifadə etmişlər. Vaxtın ölçülməsində saatın 60 dəqiqədən və dəqiqənin 60 saniyədən ibarət olması da bu say sistemindən qalmışdır. Babillilər toplama, çıxma və vurma əməliyyatlarını bu gün məlum olan qaydada hesablayırdılar. Bölmə əməliyyatı verilən ədədin tərsinə vurmaqla aparılırdı. Tapıntılar göstərir ki, babillilər riyaziyyatda köklərin hesablanması üçün alqoritmə malik olmuşlar və müəyyən ədədlər üçün bunu cədvəl şəklində vermişlər. π –nin təqribi hesablanması üçün onlar $3+1/8$ götürürdülər. Burada da riyaziyyatın bir elm kimi inkişafını sübut edən dəlillər olmasa da, babillilərin misirlilərə nisbətən üstün riyazi biliyə malik olduqları bəllidir [1.21].

Mədəniyyətin tərkib hissəsi olan yazı texnikasına tarixdə ilk dəfə olaraq Mesopotamiyada yaşayan xalqlar mənsub olmuşlar. İlk yazı üslubu olan paz formalı şriftlər yaradılaraq inkişaf etdirilmişdir. B.e.ə. III minilliyə təsadüf edən bu yazı üslubu qədim Şərq mədəniyyətinə aid olan Şumerlər, Arkadlar, Babillər və Assurlar tərəfindən b.e.ə. 400-cü ilə qədər üstünlük verilən yazı forması idi. Öncə saraylarda dövlətin idarə edilməsində və vergi sisteminə nəzarət etmək üçün istifadə edilən bu yazı formalarının başqa sahələrə tətbiq edilməsi xeyli vaxtdan sonra

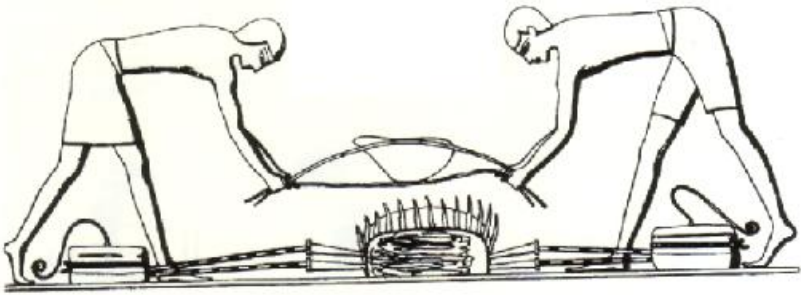
baş verib. Şriftlərin dini və siyasi məqsədlər üçün geniş tətbiqindən sonra onlar alışı-veriş işlərində və ədəbiyyatda tətbiq olunmağa başlayır. Bu yazı formaları Şərqdə olan başqa xalqlar arasında yayıldıqdan sonra dövlətlər arasında məktub yazışmaları meydana gəlir. Yazı işləri onun texnikasını bilən mirzələr tərəfindən aparılırdı. Mirzələr böyük əhəmiyyətli informasiyaları gil lövhələrə köçürdükləri üçün böyük səlahiyyətlərə malik idilər. Yazı texnikasının inkişafı Mesopotamiyada (Şumer vaxtında) tarixdə ilk dəfə olaraq kitabxananın yaradılmasına şərait yaratmışdır. Bu kitabxanalarda üzərində sarayda yığılan vergilər, xərclər, idarəçilik məsələləri haqqında məlumatlar yazılmış gil lövhələr saxlanırdı. Bizə gəlib çatan o dövrün yazıları əsasında qədim Şərqi mədəni, elmi və texniki inkişafı haqqında fikir yürüdülmür.

B.e.ə. III minillikdən başlayaraq bu ərazilərdə riyaziyyat və yazı texnikası ilə bərabər metal emalı inkişaf etməyə başlayır. Əlvan metallurgiyanın yaranması texniki inkişafa güclü təkan verir. Bürüncün ilk dəfə olaraq nə vaxt və necə tətbiq edilməsi haqqında dəqiq tarixi məlumat yoxdur. Ehtimal olunur ki, insanlar ilk dəfə daşa oxşar olan mis filizlərini daş kimi istifadə etmişlər. Onlar sonralar bu filizlərin isti dəydikdə əriyərək maye hala çevrilməsini və soyuduqda bərkilərək formasını saxlamasını görüb, bu külçələrin xassələrini anlayandan sonra misin tökməklə emalına başlamışlar [1.19].

Metalların tətbiqi insanlığın inkişafında müəttəqqi addım idi. Metaldan hazırlanmış hissələrə forma vermək üçün mexaniki emal üsulları tətbiq edilirdi. Misin emalı hələ də çətinlik yaradaraq qalırdı. Misin ərimə temperaturu nisbətən yüksək olduğundan onun əldə edilməsi o dövrdə məlum olan texnika üçün problem yaradırdı. Yalnız antraçitin və hava üfürən qurğuların ixtirasından sonra sobalarda mis əritmək üçün lazım olan temperaturu almaq mümkün olmuşdur. Mis məhsulları öz aşağı mexaniki xassələri ilə xarakterizə olunduğundan, yəni nisbətən yumşaq olduğundan onların alət kimi tətbiq olunması çətin idi. Çəkilə döyülərək möhkəmləndirilən mis, xassələrini dəyişərək kövrək olurdu. Ona görə də, bu üsulla düzəldilmiş əşyalar yal-

nız bəzək üçün yarayırdı.

Bu istiqamətdə əsas irəliləyiş mis legirlərinin tapılmasından sonra əldə edilmişdir. Arsenin ərintiyə əlavə edilməsi ərimə temperaturunu aşağı salaraq töküyn döyülməsini asanlaşdırırdı. Sonralar arsen sinklə əvəz olunmağa başladı. Sinkin nisbətinin variasiya edilməsi nəticəsində alət və silahlar üçün əlverişli olan material əldə edilirdi. Metalların mexaniki emalı daşlara istinad etsə də, tökmə və döymə yeni emal üsulları kimi sənətçilikdə özünə yer tapmışdır.



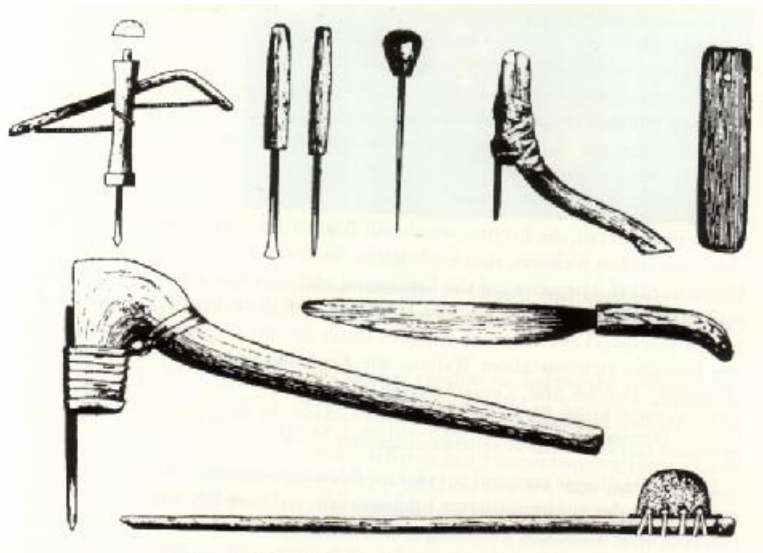
Şəkil 1.9. Misirli bürünc tökənlər, b.e.ə. XV əsr.

Yeni material - bürünc Şərqdə III minilliyin əvvəlində əsas material kimi yayılmağa başlamışdı (şəkil 1.9). O, alət, silah və kənd təsərrüfatı texnikasının hazırlanmasında tətbiq olunurdu. Bürüncün emalını təsdiq edən tarixi dəlillər göstərir ki, bu işlər xüsusi ustalar tərəfindən aparılırdı. Tapılan bürünc əşyalar arasında alət, nizə və ox başlıqları, balta, xəncər, dəbilqə, iskənə, çəkic və müxtəlif qablar vardır (şəkil 1.10).

B.e.ə. V əsrdə başqa əlvan metallar, qızıl və gümüş tapılır [1.27]. Metallurgiyada bürüncün emalı ilə bərabər qızıl emalı ilə məşğul olan xüsusi sənətçilər yaranmağa başlayır. Şərq üçün qızıl mənbəyi Misirdə, Nubia və Qırmızı dəniz ətrafındakı dağlarda yerləşirdi.

Mesopotamiyaya qızıl həm də Hindistandan gətirilirdi. Qızıldan bə-

zək əşyaları, qablar düzəldilirdi (şəkil 1.11). Bürüncün geniş yayıldığı dövrdə həm Misirdə, həm də Şərqdə dəmir tapıldı. Belə ki, b.e.ə. II



Şəkil 1.10. Qədim Misirdə ağac emalı üçün alətlər, b.e.ə. XII əsr.

minillikdə dəmirdən tez-tez istifadə edilirdi. Dəmirin iqtisadi vacibliyi məlum olduqdan sonra, o tədricən qədim Şərq mədəniyyətinin əsas materialı olan bürüncü sıxışdırmağa başladı. O dövrdə, Şərqdə metalların emal üsulu kimi bürünc, gümüş, qızıl və misin tökülməsi məlum idi. Lazım olan ərimə temperaturunu əldə etmək üçün ağac kömürdən istifadə edilirdi. Hava üfürülməsi öncə düdəklərin köməyi ilə aparılırdı. Sonralar tətbiq olunan güclü üfürüclərin tətbiqi ilə tökmə texnologiyasının effektivliyini yüksək dərəcədə artırmaq mümkün oldu. Tökmə prosesinin tərkib hissəsini əridici qazanlar və tökmə formaları təşkil edirdi. Tökükləri fırlatmaq və götürmək hələ o dövrdə kəlbətin məlum olmadığından bürünc nəqqaşların köməyi ilə aparılırdı.

Tapılan metal filizlərini şəhərlərə daşımaq üçün öncə onlar tapıldığı

yerdəcə əridilərək külçə şəklinə salınır və sonra lazım olan yerlərə daşınırdı. Orada metal qazana atılaraq sobanın üstündə əridilirdi. Sonra ərimiş metal qaşıqla ağacdən, daşdan və ya qumdan hazırlanmış formalara tökülürdü (şəkil 1.12). Tökmədə əvvəllər açıq, sonralar isə örtülü formalardan istifadə olunurdu.

Metal töküklərə forma vermək əsasən döymə ilə həyata keçirilirdiyindən bu işlə məşğul olanlar, yəni dəmirçilər cəmiyyətdə xüsusi yer tuturdular. O, dövrdə ümumiyyətlə metal emalı təsərrüfatında çoxlu qul məşğul olduğundan, bu sahənin işçiləri cəmiyyətdə aşağı təbəqəyə aid olunurdular. Metal emalı üçün xammalın əldə edilməsi çətin olduğundan onların hazırlanmasına yalnız keşişlər və hökmdarlar nəzarət edirdilər. Dəmirin çıxarılması və tətbiqi bəşəriyyətin əldə etdiyi ən vacib nailiyyətlərdən sayılır. Dəmir də mis kimi insanlara hələ çox qədim zamanlardan məlum idi.

B.e.ə. IV minillikdə tapılmış dəmirdən olan bəzək əşyaları arxeoloqlar tərəfindən yoxlanıldıqda onların tərkibində 7,5% nikelin olması aş-



Şəkil 1.11. Şah Urun qəbrindən tapılmış qızıl xəncər, b.e.ə. II minilliyin sonu.

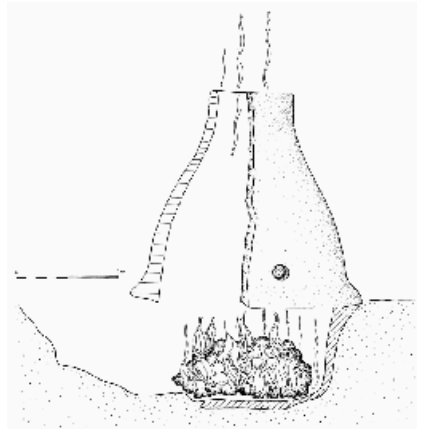
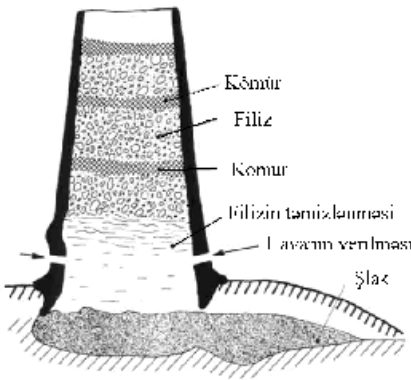


Şəkil 1.12. Daşdan hazırlanmış qəlib, b.e.ə. II minillik.

kar edilmişdir. Bu, o dövrdə istifadə olunan dəmir filizlərin meteroit mənşəli olmasına dəlalət edir. Arxeoloqların Misir ərazisindən tapdıqları, hələ fironlar dövründən də əvvəl hazırlanmış, döyülmüş dəmir lövhələrdən ibarət bilərzik, o dövrdə dəmir istehsalının olmasını sübut edir. Tarixi mənbələrin məlumatına görə, ilk dəfə dəmir filizi b.e.ə. III minillikdə Qafqaz dağlarının ətəyində yaşayan insanlar tərəfindən tapılaraq ondan dəmirin alınması aşkar edilmişdir [1.19]. Dəmir tapıldığı ilk dövrlərdə onun əridilməsi üçün yüksək ərimə temperaturu (1539 °C) tələb olunduğundan mümkün deyildi. B.e.ə. III minilliyin əvvəlindən dəmirin emalı üçün karbonlama texnoloji prosesi aşkar edilir və II - I minilliklərdə daha da inkişaf etdirilərək XIV əsrə qədər dəmir emalı üçün yeganə üsul olaraq qalır. Üsulun mahiyyəti ondan ibarət idi ki, dəmir filizi ərimə temperaturundan aşağı temperaturda (800–900°C) bir neçə dəfə qızdırılırdı. Bu zaman onun tərkibində olan oksigen birləşməsi (Fe_2O_3) tədricən kömürün yanmasından alınan karbonla birləşərək dəmirdən ayrılırdı. Bu üsulla dəmir istehsal etmək üçün xüsusi sobalardan istifadə edilirdi (şəkil 1.13).

Kiçik hissələrə bölünmüş dəmir filizi öncə aşağı temperaturda qızdırılaraq, yəni “qızartma” əməliyyatına uğradılaraq, tərkibində olan torpaq və başqa qalıqlardan təmizlənir. Sonra hündürlüyü təxminən 1,5 m olan, gildən tikilmiş soba aşağıdan saman çöpləri ilə doldurulur və bunun üstünə filiz ilə ağac kömürün qarışığı qatbaqat yığılır. Sobaya od vurulan anda aşağı hissə nisbətən bağlı olur ki, sobanın daxilində kömürlə filiz qarışığı alovlansın. Sobanın daxilində temperatur 700-1000°C çatdıqda artıq dəmir filizində olan oksigen karbonla birləşərək ayrılır və sobada şlakla əhatə olunmuş dəmir qalır. Bu birləşmədən dəmiri ayırmaq üçün sobanın aşağı hissəsində əlavə dəşiklər açılır və buradan süni hava verməklə sobanın daxilində temperatur 1200°-yə çatdırılır. Sobaya yenidən verilən oksigenin bir hissəsi ilə reaksiyaya girərək əmələ gələn FeO ərimiş qumla birləşərək şlak şəklində sobadan xaric edilir. Proses başa çatdıqdan sonra soba dağıdılaraq oradan dəmir

külçə xaric edilir. Bu proses zamanı dəmirin böyük bir hissəsi şlak şəklində itkiyə gedir. Belə ki, sobanın məhsuldarlığı maksimum 50% təşkil edirdi. Digər tərəfdən təsvir olunan proseslə bir dəfəyə təxminən 500g miqdarda dəmir əldə etmək mümkün idi. Ona görə də, o dövrdə böyük miqdarda döyülə bilən dəmir istehsal etmək üçün çoxlu filiz və uzun proses tələb olunurdu. Göründüyü kimi dəmir bu üsulla maye şəklinə salına bilinmədiyindən yalnız döymək üçün yararlıydı. Alınan dəmir məsaməli olur və sobadan çıxarıldıqdan sonra bir başa döyülməklə emal edilirdi [1.16, 1.17].



Şəkil 1.13. Qədim Şərqdə sobada dəmir istehsalının sxematik təsviri.

Misirdə dəmir metallurgiyası b.e.ə. VII-VI əsrlərdə yaranmışdır. Bu vaxta qədər dəmir çox kiçik həcmdə əldə olunduğundan qızıla bərabər qiymətləndirilirdi. Çox vaxt dəmir istehsalı üçün meteorit filizindən istifadə olunmuşdur və ona görə də onu uzun müddət “*ilahi metal*” adlandırmışlar.

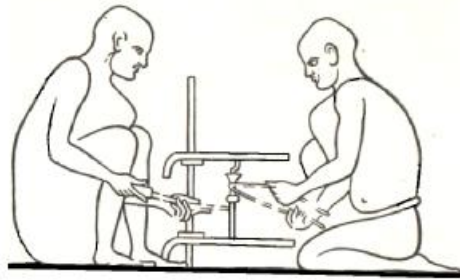
O dövrdə qızıl əşyaların hazırlanmasında istifadə edilən həm qaynaq, həm də lehimləmə misirlilərə məlum idi. B.e.ə. 2052–1785-ci illərdə orta hökmranlıq dövründə kiçik qızıl əşyalar qaynaq edilirdi. Hazırlanan əsas hissəyə (gövdəyə) nusbətən qaynaq edilən qızıl əşyanın aşağı ərime temperaturuna malik olması əsas şərt idi. Qızıl yumşalana qədər qızdırı-

lırdı ki, onu başqasının üstünə çəkmək mümkün olsun. Sonra bütün əşya kiçik kömür sobaların köməyi ilə qızdırılırdı və beləliklə iki hissə arasında birləşmə yaradılırdı. Misirlilər IV sülalə dövründə (b.e.ə. 2590-2463-cü illər) qızılı mis və gümüşlə lehimləmək texnologiyasına da malik olmuşlar.

Dəmirçi alətləri kimi kobud və təmiz emal üçün çəkilər, zindan, bülövlər və sonralar kəlbətinlər istifadə edilməyə başladılar. Qədim Şərqdə metalda dəşiklərin açılmasına rast gəlinmir. Döymə yolu ilə metalların emal texnologiyası getdikcə inkişaf etdirilərək b.e.ə. III minillikdə yüksək səviyyəyə çatır. Misirdə qalınlığı 0,01 mm olan lövhələrin döymə ilə alınmasını sübut edən arxeoloji tapıntılara rast gəlinir. Mis də kağız qalınlığına qədər döyülərək lövhə halına salınırdı. Kəsmə ilə emal, ştamlama və sürtməklə emal da üçüncü minilliyin sonuna aid edilir [1.27].

Əlvan metallurgiyaın tətbiqi ilə həm də çarxın ixtirası baş verir. Metaldan olan alətlər olmadan bu çarxların istehsalı mümkün olmazdı. Çarxdan alına bilən fırlanma hərəkətinin effekti tezliklə başqa sahələrdə də tətbiqini tapır.

Fırlanma hərəkətinin prinsipi gil qabların hazırlanmasında tətbiq olunmuşdur. Gil qablar ilk dəfə olaraq III minilliyin əvvəlində Mesopotamiyada tətbiq olunub və sonralar Hindistan, Suriya və Ögey dənizi hövzəsinə



Şəkil 1.14. Qədim Misir torna avadanlığı.

yayılmağa başlayıb. B.e.ə. II minillikdə gil qablar artıq Çində, Yunanıstanda və Orta Asiyada rast gəlinir. Sonralar fırlanma hərəkətinin ayaqla verilməsinə şərait yaradan texnikaın yaranması məhsuldarlığın artmasına kömək etmişdir, çünki sənətçilər aparıcı lövhəni ayaqları ilə

fırlatdıqlarından hər iki əli ilə gilə forma verə bilirdilər.

Pəstahı iki mərkəz arasında bərkidərək, bir işçi tərəfindən iplə fırladılan və başqa işçi tərəfindən alət idarə olunan qədim Misir torna dəzgahı ehtimala görə ağac emalı üçün nəzərdə tutulmuşdur. Çünki, bu konstruksiya ilə böyük güc tələb edən metalın kəsmə ilə emalını aparmaq mümkün deyildi. Bu dəzgahın cizgisi qədim Misir keşişi Peosiris tərəfindən b.e.ə. III minillikdə bir qəbir daşının relyefində həkk etdirilmişdir (şəkil 1.14). Torna dəzgahının ixtirası ilə qədim Şərqdə fırlanma hərəkəti ilə işləyən başqa emal üsulları - deşmə, paradaqlama da tətbiq olunmağa başlayır. Bu üsullar Aralıq dənizi hövzəsində və Avropada yayılmağa başlayır. Qədim Şərqdə istifadə olunan alətlər əvvəlki mədəniyyətlərdə istifadə olunanlara nisbətən çox inkişaf etmişdir. Bu, yeni mədəniyyətdə işə olan münasibətin dəyişməsi və əsasən yeni materialların tətbiqi sayəsində əldə edilmişdir.

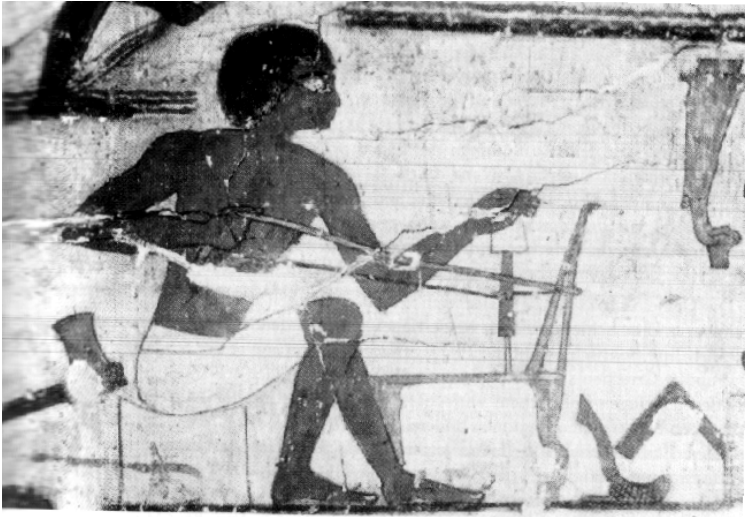
Kənd təsərrüfatında istifadə edilən alət və qurğular neolit dövründə tətbiq edilənlər ilə oxşar idi. Burada tətbiq edilən qarmaq, kürü, kotan, oraq və taxılı döymək üçün alətlər suvarma təsərrüfatına uyğunlaşdırılmışdılar. B.e.ə. IV əsrdə daş dövründə olduğu kimi kamanla işləyən burğudan istifadə edilirdi. Bu dövrdə Misir daş burğulama qurğusu öz aktuallığını hələ saxlayırdı (şəkil 1.15).

Agacı deşmək üçün burulan tilləri olan burğuların ixtirası da bu dövrə aiddir. Burğunun uc hissəsi daşdan düzəldilirdi. Paradaqlama materialı kimi qumdan istifadə edilirdi. Qədim Şərqdə təkcə müxtəlif sənət adamlarını özündə cəmləşdirən şəhərlərlə bərabər malları həm daxilə, həm də xaricə satmaq üçün bazarlar yaranmağa başlayır. Bazarlarda alver işlərinin öhdəsindən gələn insanlara ehtiyac yaranır, beləliklə ticarətlə məşğul olan tacirlər formalaşır.

Böyük mədəniyyət mərkəzləri: Misir, Mesopotomiya, Çin və Hindistanı əlaqələndirən intensiv alver aparılmağa başlayır. Bu əlaqə mədəniyyətlər arasında hazır mallar mübadiləsini genişləndirməklə bərabər kənd təsərrüfatında istifadə olunan saxsı və toxuculuq kimi materialların çeşidini artırmış, onların emalı üçün yeni üsulların və tex-

nikanın yaradılıb inkişaf etdirilməsinə şərait yaratmışdır.

Qədim Şərq mədəniyyətinə məxsus olan alət və qurğular uzun müddət mövcud istehsal prosesi üçün əsas rol oynayaraq yalnız sənaye inqilabından sonra aradan götürülə bilmişdir. Metal emalında maşınlar tətbiq olunmasa da, müxtəlif alətlərdən ibarət emalatxana texnologiyası mövcud idi. Bundan sonra, maşınların tətbiqinə qədərki inkişaf mövcud material və emal üsullarının təkmilləşdirilməsindən ibarət idi.



Şəkil 1.15. Misirdə tətbiq olunan kamanla burğulamanı əks etdirən relyef, Tibel Sakkara qəbiri, Misir, b.e.ə. 2650-ci il.

IV. Antik dövrdə elm və maşınqayırma

Qədim Şərq sivilizasiyası özünün xüsusi işləmə prinsipinə malik olan suvarma təsərrüfatı və bürünc metallurgiyası ilə insanların yaratdığı ilk yüksək mədəniyyət olmuşdur. Dəmirin tapılması ilə bağlı olaraq bu mədəniyyət filiz yataqlarına mənsub olan və metalın emalını bacaran başqa xalqlara keçməyə başlamışdır.

B.e.ə. birinci minillikdə yunanlara hakim rolunu oynamaq nəşib olmuşdur. Uzun müddət yunanlar tarixin gedişini müəyyən etmişlər. B.e.ə. VII əsrdə Yunanıstan Yaxın Şərqdə sivilizasiya mərkəzi idi. Onlar finikiyalılardan əlifbanı və gəmilərin düzəldilməsini, ərəblərdən riyaziyyat və heykəltəraşlığı öyrənmişlər. Məşhur yunan filosofu Pifaqor (yun. *Pythagoras von Samos*, b.e.ə. 570–510-ci illər) o dövrdə uzun müddət Misirdə yaşamış, ərəb elmlərinin sirlərinə yiyələnərək oradan Pifaqor teoremi və rəqəmlər haqqında tilsimkarlığın sirlərini özü ilə Yunanıstana gətirmişdir.

Yunanıstan antik dövrdə əhalisi az olan bir dövlət idi. Onun əhalisi əsasən kənd təsərrüfatı və balıqçılıqla məşğul idi. Çətin yaşayış şəraiti çox vaxt əhalini çörək dalınca Aralıq dənizi hövzəsində yerləşən dövlətlərə getməyə məcbur edirdi. Bu ictimai şərait yunanların təbiət elmlərinə, texnikaya münasibətlərini dəyişməyə vadar etdi. B.e.ə. 630-cu ildə Aminokl tərəfindən hazırlanmış Triere gəmisi Yunanıstan dövlətinin hərbi qüdrətini Aralıq dənizində artıraraq ona bu hövzədə hökmranlıq etməyə imkan vermişdir. Afina Aralıq dənizi hövzəsində sənətkarlıq mərkəzinə çevrilmişdi. Yunanlarda baş vermiş texniki inkişaf əl əməyinə olan ehtiyacı artırmışdı. Bu ehtiyacı ödəmək üçün başqa ərəzilərdən qullar alınaraq Yunanıstana gətirilirdi. Onlara sənət və peşə öyrədilirdi. Qulların bu yolla yunan cəmiyyətinə inteqrasiya olunması səbəbləri Əflatunun (yun. *Platon*) Kallikles ilə dialoqundan, o dövrdə peşəkarlıq işinə az qiymət verilməsi ilə bağlı olduğu məlum olur. Ona görə də, sənətkarların yerli adamlardan olmasını Əflatun belə tələb edir: “*yerli vətəndaşlar böyük təcrübə tələb edən, kifayət qədər ticarət*

işlərinə malikdirlər, əgər dövlətin ümumi rifahının yüksək qalması lazımdırsa” belə olmalıdır [1.28].

O dövrdə yunan cəmiyyəti tacirlər və sənətkarlardan ibarət olan burjuaziya cəmiyyəti idi. Bu cəmiyyətdə insanın yeri və dinə münasibətinə baxışlarında bir-birindən fərqlənən ideologiyalara mənsub olan çoxlu siyasətçilər, filosoflar yetişmişlər. Məşhur yunan filosofları Protaqor (yun. *Protagoras*), Sokrat (yun. *Sokrates*), Anaksaqor (yun. *Anaksagoras*), Platon ilə bərabər makedoniyalı İsgəndərin müəllimi olan Aristotel də yunan dövlətinin inkişafında böyük rol oynamışdır.

Aristotel şah İsgəndərin elmə hədsiz marağından istifadə edərək tarixdə ilk dəfə ali məktəb “Likeyon”un (yun. *Lykeion*) açılmasına nail olmuşdur. İsgəndərlə birlikdə hərbi yürüslərdə iştirak edən Kallisfen (Aristotelin qohumu) tutulmuş ərazilərdə araşdırmalar apararaq, təbiəti təsvir edir, torpaqları ölçür, heyvanların qurudulmuş gövdələrini Aristotelə göndərirdi. Aristotel vəfat etdikdən sonra onun yerini dostu və hərbi sərkərdə Ptolemey tutur. Yunan imperiyası parçalandıqda Ptolomey (yun. *Klaúdios Ptolemaíos*) Misirdə qalır və İsgəndəriyyədə Likeyonun nümunəsində yeni elmi mərkəzin əsasını qoyur. Bu məktəb “Musey” adlanır [1.29]. Museyin binası gözəl mənzərəsi olan bir bağda yerləşirdi. Orada tələbələr üçün auditoriyalar, müəllimlər üçün otaqlar, botanika bağı və 700 min əlyazması olan məşhur kitabxana yerləşirdi. Musey dövlət tərəfindən maliyyələşdirilən tarixdə ilk elmi mərkəz olub. Bu model hələ o vaxt göstərmişdir ki, elmin yaranması və inkişafı investisiyadan birbaşa asılıdır. Musey məktəbinin açılması antik dövr elminin yaranmasının başlanğıcı hesab edilə bilər. Museyin baş coğrafiyaçısı Eratosfen (yun. *Eratosthenes*) ilk dəfə olaraq müxtəlif nöqtələrin coğrafi enini ölçərək yerin meridianının uzunluğunu hesablamış və ilk dəfə olaraq yerin kürə formasında olması haqqında fikir söyləmişdir. Bu məktəbin yetişməsi olan Evklid həndəsənin əsasını qoymuşdur. O, elmi mülahizələrin sərt sübutlar üzərində aparılmasının yaradıcısı kimi tarixdə ad qoymuşdur. Hətta Ptolomey ondan sübutlarsız keçinməyi xahiş edəndə o cavab vermişdir: “Riya-

ziyyatda şahlar üçün xüsusi yollar yoxdur.” Evklidin şagirdi Perqe öz müəlliminin işlərini davam etdirərək ellips, parabola və hiperbolanın xassələrini vermişdir.

Musey məktəbinin yaranması hərbi texnikadakı inqilabla bir dövrdə təsadüf edir. Katapultların, ballistlərin yaranması müharibə aparmaq taktikasını dəyişməyə imkan vermişdir. Döyüş gəmilərində taran əvəzinə ballistlər yerləşdirilirdi. Bu gəmilər “Penter” adlanırdı. Ptolemey bu yeni texnikanın köməyi ilə Aralıq dənizi hövzəsində hökmranlığı ələ almağa nail olmuşdur. İsgəndəriyyə Afinanı keçərək Aralıq dənizi hövzəsində əsas ticarət mərkəzinə çevrilmişdir. İsgəndəriyyədən kanal vasitəsilə Qırmızı dənizə keçmək olurdu. Bu şəhərin əzəmət simvolu kimi II Ptolemey 130 m hündürlüyə malik olan Faros mayakını tikdirmişdir [1.30].

Elmin belə sürətli inkişafı, əlbəttə texnikanın, o cümlədən o dövrdə istifadə olunan maşınların yaranması və inkişaf etdirilməsindən yan keçməmişdir. Yunan elmi məktəbində hər tərəfli elmlə məşğul olan filosofların meydana gəlməsi və onların məşğul olduqları fəlsəfə elmi müəyyən dərəcədə nəzəri olduğundan, qapalı bir şəraitdə baş verirdi. Bu filosofların yeni riyazi asılılıqları tapması və fəlsəfi istiqamətlərin yaranması bir növ əqli əməyin nəticəsi idi. Texnikanın inkişafı isə bir başa o dövrdə yaşayan insanların gündəlik həyat səviyyəsi ilə ölçülən istehsal şəraiti ilə müəyyən olunurdu. Antik dövrdəki istehsal şəraitinə nəzər saldıqda öncə burada tətbiq olunan materialların çeşidi və onların xassələri müəyyən rol oynayır. Bu dövrdə material kimi dəmirin yayılmasına baxmayaraq ağac əsas material olaraq qalırdı. Ağac kənd təsərrüfatı üçün maşınların düzəldilməsi, alətlərin hazırlanması, gəmiqayırma, həmçinin müharibə maşınlarında, su dəyirmanlarında, pardaq, torna və burğu dəzgahlarında da istifadə edilirdi.

Antik dövrdə bürünc metallurgiyası üçün xammal az tapıldığı halda, yunan tayfalarının məskunlaşdığı ərazilərdə kifayət qədər dəmir filizləri var idi. B.e.ə. birinci minillikdə bu filiz yataqları işlənərək, oradan dəmir çıxarılmağa başlamışdır. B.e.ə. IX əsrdə dəmir istehsalının sürətlə

inkişafı bürüncü sıxışdırmağa başladı. Dəmirdən öncə bəzək-düzək əşyaları, sonra silah, daha sonra isə (b.e.ə. IV əsr) kənd təsərrüfatı maşınları düzəldilməyə başlamışdır. Dəmirin rolunun artmasına baxmayaraq antik dövrdə metallurgiya döymə üçün dəmir yarımşammalını hazırlamaqdan başqa heç bir irəliləyiş edə bilməmişdir. Dəmirin tökülməsi yüksək temperatur tələb etdiyindən antik dövrdə yunanların mənsub olduğu texnikanın köməyi ilə tökmə texnologiyasındakı problemləri aradan qaldırmaq mümkün deyildi.

Yalnız b.e.ə. VII əsrdə yunanlar ilk dəfə olaraq dəmirin müəyyən formada tam tökülməsinə nail olurlar. Bunun üçün töküləcək hissənin daxili formasına uyğun mumdan hazırlanan model, formanın xarici səthini əmələ gətirən gildə batırılır və qurudulurdu. Sonra tökmə üçün nəzərdə tutulan dəşikdən formaya maye metal tökülürdü. Mum əriyəndən sonra gil formanın daxilində lazım olan formada töküklə alınırdı. Bu üsul Antik dövrdə geniş yayılmışdır [1.31].

Antik dövrdə, Yunanıstanda dəmirçi usta öz emalatxanasında bir neçə şagirdin köməyi ilə fəaliyyət göstərirdi. Bu emalatxanada ustaya işləmək üçün sobadan əlavə hava üfürən qurğu, çəkic, kəlbətin və zindanlar lazım idi (şəkil 1.16). Döyülən metal

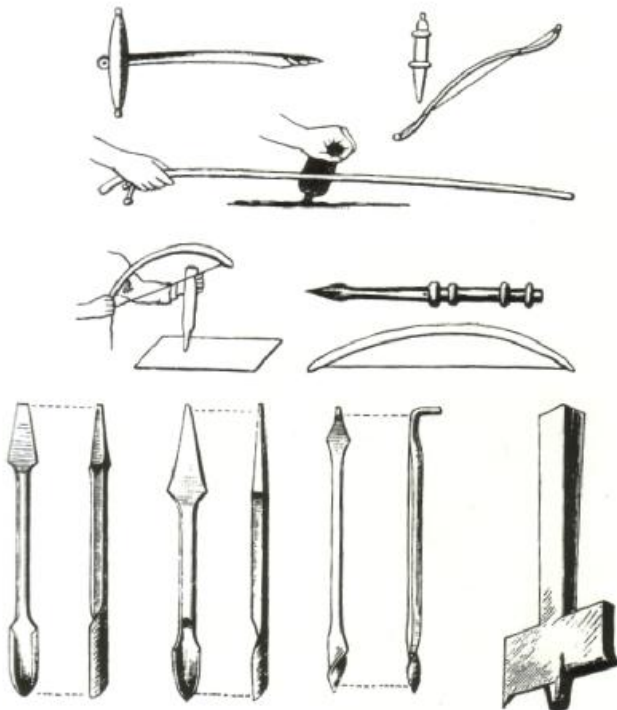


Şəkil 1.16. Yunanıstanda dəmirçilik emalatxanasını təsvir edən rəsm (b.e.ə. VI əsr).

hissələr sonradan bülöv, parda q daşları, burğu alətləri və qədim Şərqdən qalmış iplə işləyən torna dəzgahının köməyi ilə çatdırma əməliyyatına uğradılırdı. Sobadan çıxarılan dəmiri isti-isti döymək üçün zindan birbaşa sobanın yaxınlığında yerləşdirilirdi. İstifadə olunan çəkiclərin başı xüsusi, möhkəmləndirilmiş dəmirdən, sapı isə ağacdan hazırlanırdı.

Kəlbətinlər də tətbiqindən asılı olaraq müxtəlif formalara malik idilər. Antik dövrdə dəmirçilikdə istifadə olunan alətlər, keçmişdə istifadə olunanlara nisbətən o qədər də inkişaf etmədiyi halda, pardaqlama, dəşmə və yonma dəzgahlarında ilk dəfə olaraq maşının tətbiq olunması haqqında məlumatlara rast gəlinir.

Burğulama qurğuları Yunanıstanda müxtəlif sənət adamlarının işçi yerlərində alət təchizatının tərkib hissəsinə daxil idilər (şəkil 1.17). Məsələn: zərgərlikdə saf daşları emal etmək üçün uc hissəsinə almaz qırıntıları bərkidilmiş küt dəmir parçasından istifadə edilirdi. Burğu alətinə fırlanma hərəkəti çarxa bərkidilmiş pedal vasitəsilə verilirdi. Prosesin gedişini yüngülləşdirmək üçün alət qabaqcadan suya və sonra almaz tozuna batırılaraq istifadə edilirdi [1.31, 1.32].



Şəkil 1.17. Yunanıstanda tətbiq olunan burğu alətlərinin sxematik təsviri,
b.e.ə. I əsr.

Dəmir dövründə tətbiq olunan burğu alətlərindən dülgərlər də ağac emalında istifadə edirdilər. Burada tətbiq olunan alət dördkünc və konus formaya malik olaraq heç bir iti uca malik olmamışlar. Deşmə zamanı bu alətlər materialı ovaraq emal edirdilər və bu zaman yonqar əvəzinə ovuntu əmələ gəlirdi. Hazırlanması çətin olan və bir fırlanma istiqaməti olan vintli burğuya nisbətən o dövrdə iki lövhədən ibarət tili olan burğu aləti texniki cəhətdən irəliyə atılmış mütərəqqi bir addım sayılırdı [1.33].

Qədim Şərqdə ixtira olunan ipli torna dəzgahı Yunanıstanda hazırlanan hissələrə uyğun olaraq təkmilləşdirilmişdir. Antik dövrdə material kimi ağac, alabaster və bürünc tətbiq olunurdu. İşçi alət torna dəzgahlarında ağac, sümük və ya metaldan hazırlanmış sağanağa yerləşdirilirdi. Böyük hissələr (məsələn: sütunlar) üçün xüsusi dəzgahlardan istifadə olunurdu.

Antik dövrdə metal emalı zamanı ən geniş yayılmış üsullardan biri də döyməklə forma vermək olmuşdur. Bəzək-düzək əşyalarının hazırlanmasında metal zindan üzərində təkcə döyülüb ona kontur vermək yox, həm də ona dekorasiya üçün müəyyən çıxıntılar vermək geniş yayılmışdır.

Metal əşyaların geniş tətbiqi yunanları birləşdirici üsullara da müraciət etməyə vadar edib. Bu üsullardan pərçimləmə, yumşaq və bərk lehimləmə və qaynaq geniş tətbiq olunurdu. Sökülməyən birləşmələri, o cümlədən döyüş dəbilqələləri və zirehləri hazırlamaq üçün pərçimləmə metal məftillərin köməyi ilə aparılırdı. Bundan əlavə gündəlik məişətdə istifadə olunan əşyaların, məsələn: qulpların bərkidilməsi, metaldan hazırlanan böyük ölçülü sənət əsərlərinin bir-birinə birləşdirilməsi üçün də bu üsul tətbiq olunub. O vaxtdan iki min il keçməsinə baxmayaraq, pərçimləmə üsulunun tətbiqində indiyə qədər elə ciddi dəyişiklik baş verməmişdir.

B.e.ə. birinci minilliyin sonuna yaxın artıq Yunanıstanda sənətkarlıq yeni materialların tətbiqi, ixtisaslaşmış emal üsulları və təkmilləşdirilmiş alətlərin tətbiqi nəticəsində Şərqdən məlum olan tex-

nologiyanı dəfələrlə ötür keçmişdir. Bundan əlavə, Yunanıstanda təkmilləşmiş kənd təsərrüfatı ilə bərabər inkişaf etmiş şəhər mədəniyyəti mövcud idi.

B.e.ə. III əsrdən romalıların dövrü başlayır. Romanın inkişafı legionların yaranması ilə bağlı olan hərbi ixtira nəticəsində baş vermişdir. Romalılar bu silahların köməyi ilə yeni-yeni əraziləri tutmağa və yeni mədəni dairələri yaratmağa nail olmuşlar. Yunanıstanı və Misiri zəbt edən romalılar yunan mədəniyyəti ilə bərabər Museyin elmi nailiyyətlərini də qəbul etmişdilər.

Romalıların əldə etdikləri əsas irəliləyiş sementin və betonun hazırlanması idi. Onlar betondan istifadə etməklə qəsrlərin tikilməsi ilə məşğul idilər. Tikintilərdə köməkçi material kimi çingil (daş qırıntısı) istifadə olunaraq yeni yollar salınmış və körpülər tikilmişdir. Romalıların Dunay çayı üzərində tikdikləri körpü o dövrün möcüzəsi adlanırdı. Konstantinopol (indiki İstanbul) şəhərindəki “Aya Sofiya” məcsidi də o dövrdə romalıların gözəl arxitektura əsərlərinin nümunələrindəndir.

Romanın həm elmi, həm də iqtisadi inkişafının əvvəlində, ümumiyyətlə yunan kökləri dururdu. Əsas istehsal istiqaməti sənətkarlığa böyük tələbat yaradan kənd təsərrüfatı idi. Burada da metal emalında dəmirçilik daimi döyüş maşınlarının hazırlanması ilə məşğul olan başqa sənətkarlıqla birlikdə aparıcı rol oynayır (şəkil 1.18). İlkin məskunlaşma dövründə heç bir dəmir filizi yataqlarına malik olmamasına və uzun müddət metalı mədaxil etməsinə baxmayaraq Roma artıq b.e.ə. V əsrdə güclü metal sənətkarlığını özündə cəmləşdirən istehsal istiqamətinə malik idi. Metal emalı uzun müddət əsas istehsal sahəsi olaraq qalmışdır. B.e.ə. I əsrdə Roma Elba adasında böyük dəmir filizi yataqlarına malik idi. Populonid şəhərində dəmir əridilib və bir hissəsi döyüldükdən sonra onun əsas hissəsi Puteolik şəhərinə aparılırdı. Buna baxmayaraq kifayət qədər yüksək keyfiyyətli dəmir əldə etmək problem yaradırdı. Ona görə də, b.e.ə. I əsrə qədər bürünc əsas material kimi öz yerini hələ də qoruyub saxlaya bilmişdir.

Romada metal çıxarılması və emal üsulları Yunanıstanda olduğu kimi qalırdı. Əsas fərq ondan ibarət idi ki, Roma ümumiyyətlə işin təşkil olunmasında və tikintidə özünəməxsus metodlardan istifadə edirdi. Belə ki, artıq b.e.ə. IV əsrdə romalılar mədənçi, daşkəsən, bənna, dülgər, ölçən və daşıyıcılardan ibarət bir qrup adamın çalışdığı, illərlə planlaşdırılması və rəhbərlik edilməsi tələb olunan suvarma təsərrüfatına malik idilər. Kənd təsərrüfatında və sənətkarlıq emalatxanalarında romalıların etdikləri yenilik, fəhlələrin ixtisaslaşmasına əsaslanaraq işin planlaşdırılması və onun sərt nəzarətə əsaslanan rəşional idarə metodlarından ibarət idi [1.34].



Şəkil 1.18. Qədim Romada dəmirçi emalatxanası , I əsr
(Aquileia muzeyində saxlanan daş lövhə, İtaliya).

Təşkilatçılığa əsaslanaraq istehsal həcmnin artırılması qismən böyük müəssisələrin yaradılmasına gətirib çıxarmışdır. Antik dövrdə bu müəssisələr dağ-mədən işlərindən kənara çıxma bilməmişdir. Bu müəssisələrdə ən çoxu 100 işçi çalışırdı.

Böyük müəssisələrdə antik dövr üçün həm texnoloji cəhətdən, həm də kəmiyyətə böyük tələblər qoyan döyüş ləvazimatı, o cümlədən müharibə maşınları hazırlanırdı. Yunanlar artıq antik dövrdə kütləvi şəkildə xəncər, dəbilqə, zireh və nizələri istehsal edirdilər. Romalılar yunanlardan döyüş texnikasını götürərək onları mühasirə və uzaq məsafəyə daşımaq üçün daha da təkmilləşdirmişdilər.

Qədim Romada emal üsulları, alət və dəzgahlar ümumi şəkildə yunanlarda olduğundan çox fərqlənməsə də, onlar müəyyən qədər təkmilləşdirilmişdilər. Roma ərazisində tapılmış bürünc əşyaların üzərindəki izlər əsasında mütəxəssislər bu nəticəyə gəlmişlər ki, metal emalı üçün məlum olan əl alətləri ilə bərabər, çəkic, kəlbətin, iskənə, bülöv, biz və ya burğu, eləcə də pardağ daşları və fasiləsiz fırlanma hərəkətinə malik olan ip torna dəzgahı da tətbiq olunurdu [1.35].

Antik dövrə məxsus bürüncdən hazırlanmış su qabının torna dəzgahında hazırlanmasına onun üstündəki izlər dəlalət edir. Bu izlərin bərabərformalı olması göstərir ki, o yalnız torna dəzgahında hazırlana bilərdi. Fasiləsiz fırlanma hərəkətinin pəstaha necə verilməsi hələ də qaranlıq olaraq qalmaqdadır. Mütəxəssislər bu haqqda müxtəlif fikirlər söyləyirlər. Şəkil 1.19-də təsvir olunmuş dəzgah da belə bir mülahizəyə əsaslanaraq rekonstruksiya edilmişdir [1.19].

Amma bu o dövrün texniki səviyyəsinə heç də tam uyğun gəlmir, çünki antik dövrdə qayıq ötürməsi hələ məlum deyildi.



Şəkil 1.19. Romada tətbiq olunan torna dəzgahının rekonstruksiyası.

Antik dövrün istehsalı ümumi şəkildə maşınların yaradılması və tətbiqi ilə xarakterizə olunmur. Maşınlar yalnız adam çatışmayan yerlərdə, ağır yüklərin daşınmasında, suarmada və ya hərbi texnikada tətbiq olunurdu. Bu dövrdə maşınlara münasibət süni vasitə olaraq insanların tələblərini ödəmək üçün tətbiq olunmaqdan ibarət idi. Aristotələ görə, texniki mexanika insanların məqsədini yerinə yetirən zaman ortaya çıxan təbii maneələrə qarşı tətbiq olunmalıdır.

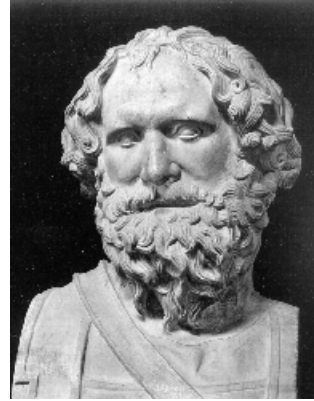
B.e.ə. III əsrdən sonra edilən ixtiralar və kəşflər əsasən yunanların nəzarət etdikləri ərazilərdə baş verirdi. Bu yeniliklər yalnız nəzəri olaraq və ya oyuncaq məqsədilə tətbiq edilirdi. Bunlara misal olaraq yunanlı mexaniklərdən Ktesibiosun su nasosu və orqanını, Heronun buxar maşınını göstərmək olar.

Antik dövrdə istər Yunanıstanda, istərsə də Romada fəaliyyət göstərən mexaniklər bəşəriyyətin yaranmasından bəri mühəndislik elmi ilə sistematik məşğul olan ilk insanlar olmuşlar. Onlar ilk dəfə olaraq təbiətdə baş verən hadisələrə dindarlardan fərqli olaraq başqa tərəfdən yanaşmış, onları yaradan qüvvə və səbəblərini araşdırmağa cəhd göstərmişlər. Əlbəttə, o dövrdə hələ fundamental elmlər o səviyyədə olmamışdır ki, ona əsaslanaraq təbiət qanunlarını izah etmək mümkün olsun. Ona görə də, antik dövrün mühəndisləri texniki problemlərin praktiki həlli ilə məşğul olmuş və onları sistemləşdirməyə çalışmışlar [1.36, 1.37].

Antik dövrdə mexanika, maşınların hazırlanması ilə məşğul olmuş mühəndislər öz əsərlərini o dövrün stilinə uyğun olaraq kitablar şəklində yazmışlar. Bu kitablardan bir çoxu bizə qədər gəlib çatmış, müxtəlif vaxtlarda mühəndislərin maraqlarına səbəb olduğundan bir neçə dilə tərcümə olunmuşlar. Qeyd olunan əsərlərin maşınqayırma elminin bu günki səviyyəyə gəlib çatmasında rolunu aydın təsəvvür etmək üçün onları ayrılıqda araşdırmaq məqsədəuyğundur. Növbəti bölümdə antik dövrün bir neçə məşhur mühəndisinin işləri təhlil olunmuşdur.

Arximed (b.e.ə. 287 – 212 ci illər)

Antik dövrün məşhur yunan alimi Arximed (yun. *Archimedes*, şəkil 1.20) Siciliya adasında yerləşən Sirakusi şəhərində riyaziyyatçı ailəsində anadan olmuşdur. Onun atası Fidia (yun. *Phidias*), Siciliyanın şahı II Heronun dostu, riyaziyyatçı və astronom olub, oğluna yaxşı təhsil vermişdir. Arximed bir müddət İsgəndəriyyənin Musey məktəbində təhsil aldıqdan sonra Sirakusiyaya qayıdır və ömrünün sonuna kimi orada yaşayır. İsgəndəriyyədə olduğu vaxtda o riyaziyyatçı



Şəkil 1.20. Arximed.

və astronom Eratosfenlə görüşür və ondan dərs alır. Arximed geriye qayıtdıqdan sonra uzun müddət onunla yazışır. Museyin kitabxanasında məşğul olan Arximed Demokrit, Evdokis, Evklid və başqa məşhur alimlərin işləri ilə yaxından tanış olur [1.38]. Arximedinin anadan olduğu il, bizanslı tarixçi Johan Çeçesin (alm. *Johannes Tzetzes*) əlyazmalarında Arximedinin 75 il yaşamasını yazması əsasında hesablanır [1.39]. Bir çox tarixi qaynaqlarda b.e.ə. 212-ci ildə romalıların hücumu zamanı Sirakusi şəhərində qətlə yetirilən Arximedinin 75 il yaşadığı güman edilərək b.e.ə. 287-ci ildə anadan olduğu deyilir. Arximedinin ölümünü təsvir edən müxtəlif tarixi əlyazmalar bizə gəlib çatmışdır. Bu salnamələr bir-birindən yalnız xırda detallarla fərqlənilirlər, onların hamısında Arximedinin öz həndəsi məsələsinin həlli üzərində düşünən zaman romalı əsgər tərəfindən qətlə yetirildiyi bildirilir. Plutarx (yun. *Plutarch*) yazır ki, Arximed vəfatından qabaq onun qəbri üstündə içərisində kürə olan silindri və onun üzərində bu həndəsi fiqurların bir-birinə olan münasibətini, yəni 2:3 həkk edilməsini vəsiyyət edibmiş. B.e.ə. 75-ci ildə Plutarx Siciliyaya səyahət edən zaman həmin silindri Arximedinin qəbri üstündə aşkar edir.

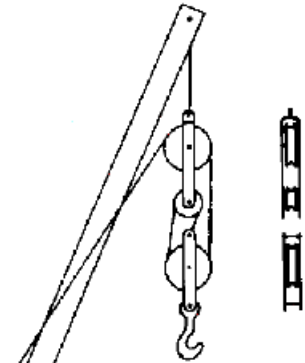
Arximed İsgəndəriyyədə təhsil aldıqdan sonra Sirakusiyaya yetişmiş bir riyaziyyatçı kimi qayıdır. Əsasən riyaziyyatla məşğul olan Arximed öz işlərini bir neçə əlyazmasında cəmləşdirmişdir. Onun *“Konoida və sfereoidlər”*, *“Spiral haqqında”*, *“Qum rəqəmləri”*, *“Üzən cisimlər”*, *“Kürə və silindr”*, *“Çevrənin ölçülməsi”*, *“Tarazlıqda olan səthlər”* kimi riyaziyyat haqqındakı elmi əsərləri bizə gəlib çatmışdır. Bunlardan yalnız sonuncu üç əsər indiyə qədər orijinal formada qalmışdır. Digər əsərlər müxtəlif vaxtlarda, müxtəlif adamlar tərəfindən köçürülüb və izahatlar əlavə edildiyindən, hətta onların xronoloji ardıcılığını müəyyənləşdirmək çətinlik yaradır.

Arximed bir riyaziyyatçı kimi fəaliyyət göstərsə də, gündəlik problemlərin həllindən də kənarda qalmamışdır. Sirakusiyada yaşayan Arximed özünün ilk işlərindən bir neçəsini mexanikaya həsr edir. Lingin və polipastin işləmə prinsipi, vint, cisimlərin ağırlıq mərkəzi və Arximed qanunu mexanika sahəsində onun etdiyi vacib ixtirələrdəndir. Arximed o dövrün ən məşhur mühəndis və konstruktorlarından sayılırdı. Misirdə olduğu zaman tarlaları suvarmaq üçün ixtira etdiyi Arximed vinti, nizələri, oxları və mərmiləri uzaq məsafələrə atmaq üçün işlədilən katapultlar, gəmiləri batırmaq üçün kranlar Arximedin şöhrətini əbədiləşdirən işlər olmuşlar. Təəssüflər olsun ki, bu maşınlar və başqa ixtiraları haqqında Arximed heç bir əlyazma qoymamışdır. Plutarx bu haqqda yazır: *“Arximed o qədər məğrur idi ki, ona şöhrət gətirən ixtiralar haqqında o heç bir əsər yazmamışdır.”* Buna baxmayaraq Arximedin “oyunçaqlar” adlandırdığı qurğular böyük tarixi ixtiralar olduğundan onun ölümündən sonra antik dövrün bir çox mühəndislərinin əsərlərində özünə yer tapmışdır. Bu maşınların böyük praktiki əhəmiyyəti onları nəsildən-nəsilə ötürərək illər boyu yaşatmışdır.

Arximedin bir mühəndis kimi etdiyi ilk ixtira lingin köməyi ilə yüklərin qaldırılmasında tətbiq olunan qüvvənin azalması olmuşdur [1.40]. Ondan əvvəl də yüklərin tərpədilməsində linglərdən, onların tətbiqinin mexanizmini bilmədən istifadə etmişlər. Ancaq Arximed ilk

dəfə olaraq lingin işləməsi nəzəriyyəsini işləyərək, tətbiq olunan qüvvə, qüvvə qolu ilə qaldırılan yük və yükün qət etdiyi yol arasındakı münasibəti göstərmişdir. Tarixə “qızıl qol qaydası” kimi düşən qanun, yəni “qüvvədəki qazanc yolda itirilən məsafə ilə tərs mütənasibdir” kəlamı da Arximedə aiddir.

Arximedın dövründə diyircəkdən və ipdən istifadə edərək yüklərin qaldırılması artıq məlum idi. Bunu b.e.ə. 970-ci ilə məxsus olan Assuriya relyefində təsvir olunmuş iplə diyircəyin kombinasiyası da göstərir. Arximed ilk dəfə olaraq bu kombinasiyanı məqsədyönlü quraraq özünün tapdığı ling qanununu burada tətbiq etmişdir. Qaldırılan yükə tətbiq edilən qüvvəni bir neçə dəfə azaltmaq üçün o polipast (yun. *polypastos*, *poly* - çox, *spao* - çəkirəm deməkdir) deyilən qüvvə ötürən mexanizmi düzəldir (şəkil 1.21). Şəkildən



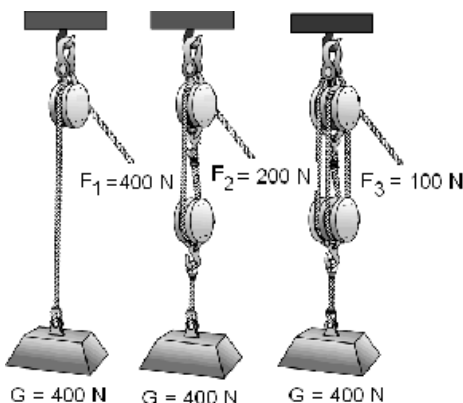
Şəkil 1.21. Üç diyircəkli polipast.

göründüyü kimi, polipast, tətbiq olunan qüvvə ilə qaldırılan yük arasında sadə qaldırıcı diyircəkdən fərqli olaraq, diyircəklər (qasnaqdan) blokundan ibarətdir. Ardıcıl olaraq yük asılan kəndirlə əlaqədə olan qasnaqlar verilən yükün qaldırılmasına tətbiq olunan qüvvəni bir neçə dəfə azaltmağa imkan verir. Kəndir hər qasnağın ətrafında dolandıqca qüvvəni iki dəfə azaldır (şəkil 1.22). Qasnaqların sayı artıqca tətbiq olunan qüvvənin qiyməti proporsional olaraq azalır: $Qüvvə = Yükl / 2^n$ (n qasnaqların sayıdır). Bu effekt ilk dəfə olaraq Arximed tərəfindən aşkar edilib qaldırıcı maşınlar tətbiq edilmişdir. Polipastın ixtirası o dövrdə maşınların tətbiqində atılan mütərəqqi addım idi. Bu mexanizm böyük işçi əməyi tələb olunan yerlərdə, tikinti işlərində, gəmilərdə yelkənlərin qaldırılmasında geniş istifadə olunmuşdur. Hal hazırda qaldırıcı kranlar da bu mexanizmlə işləyir.

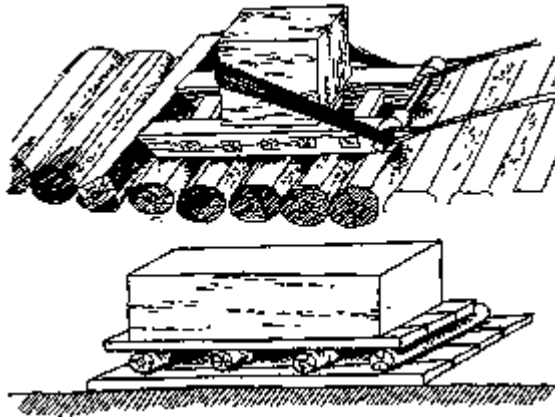
Plutarx yazır ki, Arximed şah II Heronun xahişi ilə böyük yükü kiçik

qüvvə ilə necə hərəkət etdirməyi nümayiş etdirmək üçün belə bir eksperiment aparır. O böyük yük gəmisini kəndir vasitəsilə kənara dartır. Sonra gəmini adamla və yüklə doldurur. Dolu gəmini polipastın köməyi ilə Arximed asanlıqla qurudan suya tərəf çəkir. Bu hadisə ilə bağlı Plutarx öz kitabında Arximed'in məşhur kəlamını “*mənə dayaq nöqtəsi verin, mən yer kürəsini tərpədim*” yazır.

Arximed vintinin ixtirasını da tarixdə antik dövrün məşhur mühəndisi olan Arximed'in adı ilə bağlayırlar. Vintin dəqiq tarixi məlum deyil. Belə güman edilir ki, insanlar vintin formasını təbiətdən götürmüşlər. Məsələn, ilbisin yuvası və ya üzüm tənəyini vint formasına misal göstərmək olar. Sonsuz vintin tapılmasından öncə, insanlar yükü aşağıdan yuxarıya hərəkət etdirmək üçün maili müstəvilərdən istifadə edirdilər. B.e.ə. 2640-1850-ci illərdə Misirdə piramidaların tikintisində də bu müstəvilərdən istifadə edilmişdir. Bunu tarixi dəlillər əsasında demək mümkündür [1.41]. Ağac diyircəklər üzərində yerləşdirilmiş ağır yüklər yüzlərlə insan tərəfindən kəndirlərin köməyi ilə yuxarıya dartılaraq bir nöqtədən başqa nöqtəyə aparılırdı (şəkil 1.23). Bu ona dəlalət edir ki, o dövrdə misirlilərin vintin köməyi ilə işləyən qaldırıcı qurğulardan xəbərləri olmayıb. B.e.ə. 384-cü ildə Platonun şagirdi Aristotel öz “*Mexaniki problemlər*” əsərində texniki məsələlərin həllində çarx, paz, diyircək, dişli çarx, sürgü qolu və kəlbətindən istifadə edilməsini adi hal kimi təsvir edir. O öz əsərində vint haqqında heç bir məlumat vermir. Arximed'in yaşadığı dövrdə isə vint artıq məlum idi. Ona görə də, vintin yalnız Arximed tərəfindən ixtira edilməsi



Şəkil 1.22. Polipastın effektivini göstərən sxem.



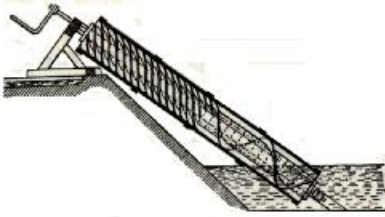
Şəkil 1.23. Qədimdə yüklərin diyircəklərlə daşınması.

güman edilir [1.41].

Bu vintin işləmə prinsipi çox sadədir. Arximed vinti, indi bizə məlum olan sonsuz vintdən başqa bir şey deyildir. Sonsuz vint bir ucundan aşağıda yerləşən su çənində hərəkətli yerləşdirilir, o biri ucu isə müəyyən hündürlükdə yerləşən çəndə hərəkətli bərkidilir (şəkil 1.24). Vintə fırlanma hərəkəti verildikdə vintlər arasında qalan su kütləsi hər dəfə yeni götürülən suyun hesabına yuxarıya sıxılaraq hərəkət etdirilir. Vintin ixtirasından sonra o, qaldırıcı maşında, presdə və böyük qüvvə tələb olunan başqa maşında da bu günə kimi geniş tətbiq edilir. Bu günkü maşınqayırmanın inkişafını vintlərsiz təsəvvür etmək çətin olardı.

Yüklərin maili müstəvidə yivli boltun köməyi ilə yuxarıya daşınması Arximedənin dövründə böyük texniki inqilab idi. Belə bir fərziyyə də mövcuddur ki, Arximed vintləli hərəkəti maili müstəvi üzərindəki hərəkətdən almışdır. Başqa bir fərziyyəyə görə, vinti Arximed Misirə səfəri zamanı Nil çayından əkin sahələrini suvarmaq üçün, suyu yuxarıda yerləşən sahələrə qaldırmaq üçün ixtira edib. Bu, bir fərziyyə olsa da, tarixi tapıntılar vintin Orta Asiyada tətbiq olunmasını sübut edir.

Vitruvi b.e.ə. 16-13-cü illərdə yazdığı “*Memarlıq haqqında on kitab*” əsərində o dövrdə ilbis adlandırılan, su qaldıran vint haqqında yazmışdır. O, bu əsərdə vintin hazırlanma texnologiyasını ətraflı təsvir etmişdir [1.42].



Şəkil 1.24. Arximed vintinin sxematik təsviri və “METALL ATELIER” firmasının (AFR) hazırladığı modeli.

Texnikada Arximedənin əsas işlərindən biri də hidrostatika elminin təməlini qoyması ilə bağlıdır. Hidrostatikada Arximed qanunu ilə o, pioner olaraq ilk dəfə materialların xüsusi çəkisi haqqında anlayışı vermişdir. Arximedə görə, suya batırılan yükün çəkisi qabdan sıxışdırılıb çıxardığı suyun həcmi ilə mütənasibdir. Bu qanunu o II Heronun verdiyi tapşırıq üzərində düşünən zaman kəşf etmişdir. Vitruvinin yazdığına görə şah üçün qızıldan hazırlanmış tacın saflığını yoxlamaq üçün Arximed uzun müddət fikirləşəndən sonra, hamamda suya girən zaman tənəkədən tökülən suyun onun çəkisinə bərabər olduğunu aşkar edir. Bununla o, məsələnin həllini tapmış olur və hamamdan çıxaraq “*Heureka, heureka!*” (yəni, tapdım) deyə-deyə qışqıraraq qaçır. Bu kəşfdən sonra Arximed şahın tacının çəkisinə uyğun qızılı suya salır və sıxışdırılıb çıxarılan suyun həcmi ölçür. Sonra tacı suya salır və axan suyun həcmi təyin edir. Bu yolla Arximed tacın qızıldan olmadığını təyin edir.

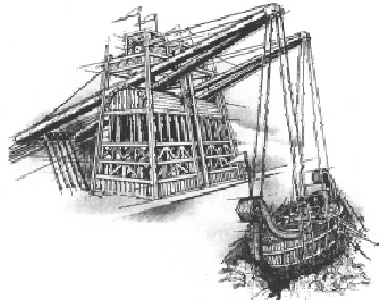
Bundan əlavə, qədim salnaməçilərdən Çeç və Polibi də öz əsərlərin-

də Arximedın ballist və başqa döyüş maşınlarını romalılarla döyüş zamanı tətbiq etməsindən bəhs edirlər [1.38, 1.39, 1.43].

Arximed mühəndis kimi II Pun müharibəsində Sirakusi şəhərinin müdafiəsində iştirakından sonra daha da məşhurlaşır. Düzəltdiyi hərbi maşınlarının köməyi ilə Sirakusi şəhərini alınmaz qalaya çevirən Arximed romalı sərkərdə Marçellinin (ingl. *Marcelli*) əzəmətli ordusunu iki il şəhər qalasına yaxın buraxmamışdır.

Leontin şəhərini asanlıqla alan Roma ordusu bütün gücünü toplayaraq Sirakusiyaya hücum keçmişdir. Sərkərdə Marçellinin planına görə şəhər asanlıqla bir neçə günün ərzində ələ keçirilməli idi.

Ordunu quruda və suda şəhərə yaxınlaşdıran Marçelli çoxsaylı əsgərlərin hesabına şəhəri 5 günün içərisində tam mühasirəyə alır. Ancaq Roma ordusu Arximedın rəhbərliyi altında şəhərin daxilində gedən hazırlıqdan xəbərsiz idi. Romalılar şəhərə öncə sudan hücum keçməyə cəhd göstərirlər. Marçelli 60-a yaxın beş yelkənli gəmilərin köməyi ilə şəhər qalasına



Şəkil 1.25. Gəmilərin müharibədə kranlarla tutulması.

sudan hücum keçir. Tam silahlanmış əsgərlərlə dolu gəmilər hücum üçün traplarla təchiz olunmuşdular. Bu hücumun qarşısına Arximedın düzəltdiyi mərmilə atan maşınlar çıxarılır. Göydən yağdırılan mərmilərin altında Roma gəmiləri köməksiz qalaraq heç nə edə bilmirlər. Mərmilərin uzağa düşdüyünü görən Arximed yaxın məsafəyə daş atan maşınları işə salır. Romalıların qurudan hücumu zamanı divarlara dırmaşan əsgərlərin qarşısını almaq üçün qalada gizlənmiş maşınlar çıxarılır. Onlardan bir hissəsi çəkisi 250 kq olan daşlar, digərləri böyük qurğuşun parçalar gətirirdi. Gəmilərdən divara uzadılmış ağac nərdivanlar kranlarla tutularaq yuxarıya qaldırılır, sağa-sola hərəkət etdirilərək aşağıya buraxılırdı. Bunun dalınca atılan daş aşağıda, gəmidə

yerləşən əsgərlər arasında vahimə yaradırdı. Onlar qaçaraq gizlənməyə məcbur olurdular. Sonra Arximedın göstərişilə gəmilərin üzərinə ipdən asılmış metallik qarmaqlar sallanır. Qalaya yaxınlaşan gəmilər kranlardakı qarmaqlar vasitəsilə bir ucundan tutularaq yuxarıya qaldırılır, sonra böyük hündürlükdən suya buraxılırdı (şəkil 1.25). Beləliklə, böyük sürətlə suya düşən gəmi ya yanı üstə düşür, ya da sürətlə suya girərək içərisinə su dolduqdan sonra batırdı.

Marçelli çətin vəziyyətdə idi. Onun ordusu bütün istiqamətlərdə məğlubiyyətə uğrayırdı. Romalıların gecə vaxtı şəhərə hücumunun qarşısını almaq üçün Arximed qala divarlarında adam boyunda deşiklər açır və bu deşiklərdən düşmənləri skorpionlarla atəşə tutur. Uzun müddət mühasirədə qalandan sonra Sirakusi şəhəri daxildən olunan xəyanətin hesabına Marçellinin qoşunları tərəfindən tutulur. Şəhər alınandan sonra romalılar böyük qəzəb içərisində şəhəri qarət etməyə başlayırlar. Marçelli ona qarşı maşınlarla cəsarətlə döyüşən Arximedın salamat tapılıb onun yanına gətirilməsinə göstəriş versə də, Arximed əsgərlərin qəzəbinə düşər olur. Əsgərlər onun evini axtaran zaman, goca bir kişinin qum lövhənin üstündə nə işə çəkərək dərin fikrə getdiyini görürlər. Əsgər gocadan onunla getməsinə tələb edəndə Arximed *“Mənim çevrələrimi dağıtma!”* deyərək əsgərə qəzəblənir. Bu sonuncu kəlmə Arximedın ölümü ilə nəticələnir. Əsgər əlindəki xəncərlə onu qətlə yetirir.

Arximed haqqında əfsanəvi şəkildə təsvir olunmuş bu tarixin nə qədər reallığa uyğun gəlməsi hələ də tarixçilər arasında mübahisəli olaraq qalır. Amma buna baxmayaraq Arximedın öz ağıllıq hesabına böyük Roma ordusunun qarşısını aylarla alması onun düzəltdiyi maşınların ef-



Şəkil 1.26. Arximedın güzgülərlə düşmən gəmilərini yandırmasını təsvir edən rəsm.

fektiv tətbiq olunmasından xəbər verir.

Tarixi mənbələrin yazdığına görə, Arximed həm də optika ilə məşğul olub. Onun haqqında mövcud olan əfsanəyə görə, ona Sirakusinin müdafiəsi zamanı romalıların gəmilərini uzaq məsafədən cilalanmış, bürüncdən olan parabolik güzgülərin köməyi ilə yandırmaq nəşib olub (şəkil 1.26). Tarixi dəlillərə görə Arximed düz, qabarıq və çökük güzgülərin xassələrinə yaxşı bələd olub, işığın sınmasına aid sınaqlar aparıb. Lakin optika haqqında onun yazdığı “*Katoptrika*” adlı əsər bizə qəlib çatmamışdır.

Arximed Evkliddən və başqa alimlərdən fərqli olaraq antik dövrdə nadir hallarda yada salınırdı. Arximedinin əsərlərinin bizə qəlib çatması VI-IX əsrlərdə Konstantinopolda onun işinə olan marağın sayəsində olmuşdur. V əsrdə yaşamış bir riyaziyyatçı onun üç əsərini yenidən baxaraq təhlil etmişdir. IX əsrdə Konstantinopolda riyaziyyat elmini təlim edən Lev Fasselonski Arximedinin işlərinin toplanması ilə maraqlanır. Bundan sonra Arximed Yaxın Şərq riyaziyyatçılarına məlum olur və bir neçə dəfə ərəb dilinə tərcümə olunur.

Latın dilli alimlər Arximed haqqında ilk dəfə olaraq, XII əsrdə onun “Çevrənin ölçülməsi” əsərinin ərəb dilindən latın dilinə tərcümə edildikdən sonra xəbər tuturlar. Qerard Kremonskiyə mənsub olan ilk tərcümə ondan sonrakı 300 ildə Arximedinin işlərinin Avropada araşdırılmasında əsas rol oynayır. Ərəb riyaziyyatçılarından Banu Musanın tərcüməsi avropalılar üçün maraq doğurub. Bundan sonra müxtəlif avropalı alimlər müxtəlif vaxtlarda Arximedinin işlərinə müraciət etmişlər. 1269-cu ildə bizanslı Merbekili Vilhelm (ingl. *Willhem van Moerbeke*) Arximedinin bütün işlərini birbaşa qədim yunan dilindən latına tərcümə edir. 1544-cü ildə Merbekili Vilhelmin işləri yenidən toplu şəkildə çap etdirilir. Bundan sonra Arximedinin şöhrəti getdikcə artır və alimlər arasında özünəlayiq yer tutmağa başlayır. Belə ki, onun işləri bir çox alimlərin, o cümlədən Simon Stevin və Qalileo Qaliley kimi dahi alimlərin formalaşmasında böyük rol oynamışdır.

Isgəndəriyyəli Ktesibios (b.e.ə. III əsr)

Yunan mühəndisi və ixtiraçısı Ktesibios (yun. *Ctesibios*), b.e.ə. III əsrdə I və II Ptolomeyin dövründə yaşayaraq İsgəndəriyyənin Musey məktəbində fəaliyyət göstərmişdir. Əslində Ktesibios etdiyi ixtiralarına görə antik dövrün birinci yunan alimi idi. Arximedlə eyni vaxtda yaşamış, istedadlı ixtiraçının etdiyi texniki yeniliklər Arximedin işlərindən əvvəl işıq üzü görmüşdür. Buna baxmayaraq mütəxəssislər tərəfindən o, yunan riyaziyyatçıları və mühəndisləri arasında Arximeddən sonra ikinci yerə qoyulur.

Ktesibiosun havanın elastikliyi haqqında apardığı işlər texniki elmlərin inkişafında çox mühüm rol oynamışdır. Ona görə də, onu “pnevmatikanın atası” adlandırırlar. Sıxılmış havanın ilk dəfə elmi araşdırılması və praktiki tətbiq olunması onun adı ilə bağlıdır. Ktesibiosun sıxılmış hava haqqında apardığı elmi işləri təsvir edən “Pnevmatika” əsəri və başqa dəyərli yazıları bizə gəlib çatmamışdır. Ktesibiosun işləri haqqında məlumatlara yalnız ondan sonra yaşamış antik dövrün alimlərinin işlərində rast gəlinir.

Ktesibios Musey məktəbində riyaziyyatın və mexanikanın təməlini qoyanlardan sayılır və o, bu məktəbin əsas “beyinləri”ndən hesab edilirdi. Apardığı elmi işlər kimi, onun özünün həyatı haqqında da bizə çox az məlumat gəlib çatmışdır. Onun atasının bərbər olması və b.e.ə. 285-222 ci illərdə İsgəndəriyyədə yaşaması məlumdur [1.44, 1.45].

“Pnevmatika “ əsərində o, havanın materiya olması barədə fikir yürüdür. Bu ideyanın əsasında Ktesibios ilk ixtirası olaraq atasının bərbərxanasında sıxılmış hava ilə işləyən “tənzimlənən güzgünü”, yəni yuxarı və aşağı hərəkət edə bilən guzgunu düzəldir. Güzgünü hərəkət etdirən mexanizmin görünməməsi üçün o, tavanda kərənin altında yönəldici bir ağac lövhə yerləşdirir. Ağacın uclarına diyircəklər bərkidilir. Sonra bir ucundan güzgü asılmış ip bu diyircəklərdən keçirilərək aşağıya dartılır. Onun ucuna qurğuşundan hazırlanmış silindrik yük bağlanır. Bu yük silindrik borunun içərisində yerləşdirilir

və hər iki tərəfdən kip bağlanır. Güzgünün vəziyyətini dəyişmək üçün onu yuxarıya və ya aşağıya hərəkət etdirərək yükün vəziyyəti dəyişdirilirdi. Güzgünün hərəkəti zamanı Ktesibios maraqlı bir hadisə müşahidə edir. Yük borunun içərisində hərəkət edən zaman boru kifayət qədər kip olmadığından sıxılmış hava xaricə çıxmağa cəhd edir və bu zaman borunun uc hissəsində müxtəlif səslər yaradır. Bu ideya onu pnevmatik işləyən musiqi aləti—su orqanının ixtirasına gətirib çıxarmışdır [1.45].

Su orqanından başqa onun işlərinə silindrik kolbalarla və təzyiqlə işləyən nasoslar, ventil, müxtəlif su saatının konstruksiyaları, katapultlar və başqa döyüş maşınları da aiddirlər.

Müasir tədqiqatçılar Ktesibiosu "Antik dövrün Edisonu" adlandırırlar. Ktesibiosun üç əsas ixtirası ona şöhrət gətirmişdir:

- sorucu nasos,
- su saati,
- su orqanı.

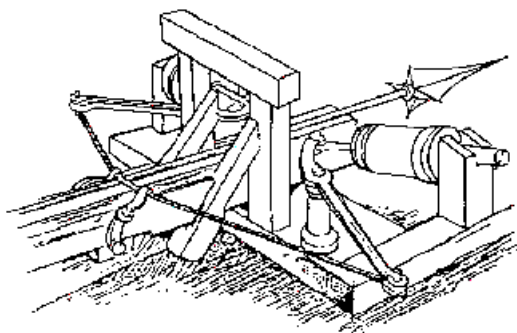
Sorucu nasos hal-hazırda da müxtəlif sahələrdə tətbiq olunmaqdadır. Bu nasos və su orqanının işləmə prinsipləri haqqında Heronun işlərində ətraflı məlumat verildiyindən burada onlar təhlil olunmur (bax səh. 72). Su orqanları haqqında sadəcə olaraq onu demək lazımdır ki, Ktesibiosun bu ixtirasında ilk dəfə olaraq dəmir yaylardan istifadə edilmişdir.

Ağacların və heyvan buynuzlarının yay effekti insanlara qədimdən məlum idi. Bu effekt ox atan kamanlarda, katapultlarda istifadə edilirdi. Ktesibios isə ilk dəfə olaraq metaldan yay kimi istifadə etmişdir. Dəmir yayların məlum olmasına baxmayaraq antik dövrdə onlar uzun müddət geniş tətbiq tapmamışlar. Bunun əsas səbəbi onların elastikliyinə aşağı olması idi. Yalnız çox az dəmirçi dəmirin lazımi mexaniki xassələrini əldə etmək üçün termiki emala uğradılma üsuluna bələd idi. Termiki emala uğradılmamış yaylar tezliklə sınıb sıradan çıxırdı.

Bundan əlavə Ktesibios katapultlarda da bürüncdən hazırlanmış yaylardan istifadə etmişdir. Bu katapultların qolları adılərdə olduğu kimi iplə qabağa gərilmirdi. Onlar dönə bilən formada hazırlanırdılar. Qollar

arxaya dartılaraq bürünc lövhələrə sıxılırdılar və beləliklə, gərilmə qollarda yox, yaylarda yaranırdı. Ktesibios özünün pnevmatika haqqında əldə etdiyi biliklərini sıxılmış hava ilə işləyən katapultlarda sınaqdan keçirir. Burada da katapultların qolları yuxarıda qeyd olunan üsulla hazırlanır, yəni onlar sərbəst qabağa və geriye dönə bilirdilər. Bu maşınlarda Ktesibios yay əvəzinə kip silindrik kolbalardan istifadə edir. Qollar arxaya çəkilən zaman onlar kolbanın oxuna söykənərək kolbanın içərisindəki havanı sıxır. Sərbəst buraxıldıqda isə onlar sıxılmış havanın təsirindən qabağa atılırdı (şəkil 1.27).

Ktesibiosun modelləri üzrə hazırlanan katapultların praktiki tətbiqini tapa bilməməsi, onların konstruksiyası ilə bağlı olmayıb, o dövrdə emal texnologiyasının aşağı səviyyədə olması



Şəkil 1.27. Pnevmatik katapult.

ilə bağlıdır. Döyüş maşınlarının etibarlı işləməsi üçün kolba ilə silindri yüksək dəqiqlikdə hazırlamaq lazım idi. Bunu isə antik dövrün mexaniki emal üsulları ilə əldə etmək çox çətin idi. Hətta bu hadisədən 2000 il sonra, yəni XVIII əsrdə ingilis mühəndisi Mafyu Bulton (ingl. *Mattev Boulton*) tərəfindən buxar maşını üçün hazırlanmış silindrin qeyri-dəqiqliyinin bir şillinq qalınlığında olması böyük uğur idi. Beləliklə, antik dövrdə kəsmə ilə emal texnologiyasının hansı səviyyədə olması haqqında təsəvvür yaratmaq çətin deyil.

Ktesibiosun əsas ixtiralarından olan su saati haqqında Vitruvi yazır ki, su orqanı sivilizasiyanın tarixində əsas ixtira olsa da, su saati bir günün içərisində məşhurlaşmışdır. Ktesibiosdan əvvəl vaxtı ölçmək üçün günəş saatından istifadə olunurdu. Günəşin mövsümdən asılı ola-

raq müxtəlif trayektoriyalara malik olması nəticəsində çubuqların kölgəsi müxtəlif olurdu. Bundan əlavə günəş saatları ilə ölçmə aparmaq üçün günəşin saçması lazım idi. Movsümdən, gündüz və gecədən asılılıqdan qurtarmaq üçün qədim Misirdə ilk dəfə olaraq su ilə işləyən Klepsidra (yun. *Klepsydra* – həm gecə və həm də qışda işləyən deməkdir) adlanan saat ixtira edilir. Bu su saatları ilkin vaxtlarda dibində deşik olan qabdan ibarət idi. Qaba müəyyən miqdarda su tökülür, su axıb qurtardıqda vaxt ötüb keçirdi.

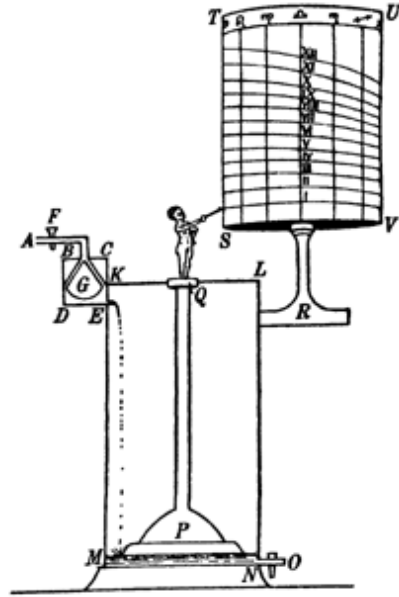
Afinada Klepsidra saatlarından məhkəmədə çıxış edənlərin vaxtına nəzarət etmək üçün istifadə edilirdi. Əgər məhkəmədə proses həyat və ya ölümdən gedirdisə onda qaba çox su doldurulurdu. Çıxış yarımçıq qaldıqda qabdakı deşik tıxanaraq saxlanırdı və çıxış davam edildəndə yenidən açılırdı. Bu saatlara antik dövrdə böyük əhəmiyyət verilirdi. Deyilənə görə Platon, hər səhər ona dərsin başlanmasını göstərən Klepsidra quraşdırıbmiş. Bu saatların çatışmayan cəhəti, onlarda suyun sürətinin sabit olmaması səbəbindən qeyri dəqiq olması idi. Qabda suyun həcmi dəyişdikcə qabın dibindəki təzyiq də dəyişirdi ki, bu da suyun axma sürətinə birbaşa təsir edirdi. Digər tərəfdən deşiyin cirkəlməsi də saatın dəqiqliyini aşağı salırdı.

Ktesibios bu problemləri aradan qaldırmaq üçün yeni konstruksiya təklif edir. Qabdakı deşiyin dəqiqliyini artırmaq üçün o deşiyi qızıldan və ya da xüsusi daşlardan hazırlayır. Bu materialların tətbiqi deşiklərin cirkəlməsinin qarşısını alaraq onun təmizlənməsini yüngülləşdirir.

Su axınını sabit saxlamaq üçün Ktesibios bir qabdan ibarət sistemdən imtina edərək, bunun əvəzinə üç qab götürür. Birinci qabdan su ikinciyə, ikincidən isə üçüncüyə axır. Birinci qab həmişə dolu saxlanır. İkinci qabda iki deşik nəzərdə tutulur. Birinci deşik bu qabın dibində, ikincisi isə yuxarı tərəfdə açılır. İkinci qabda su yalnız yuxarıdakı deşiyə qədər dola bildiyindən, burada suyun səviyyəsi həmişə sabit olur. Nə birinci, nə də ikinci qab boş olmamalı idi. Üçüncü qabda suda üzən ağac lövhə yerləşdirilir. Qaba su dolduqca ağac lövhə yuxarı qalxaraq dişi çarxın köməyi ilə əlaqədə olduğu valı döndərir. Müəyyən vaxt

keçdikdən sonra bu valın köməyi ilə hər hansı bir fiqur hərəkət etdirilir və ya düdəklərdən səslər çıxarılır və i.a. O dövrdə geniş yayılmış mexanizm hər saatdan bir quşun hərəkət edərək oxuması idi.

Ktesibios dəqiqliyi yüksək olan başqa bir saat da düzəltmişdir. Bu saatda da üç qabdan istifadə edilmişdir. Qabda üzən ağac lövhənin üzərinə bir fiqur bərkidilir. Bu fiqur yuxarıya hərəkət etdikcə onun əlində bərkidilmiş çubuq yaxınlıqda yerləşmiş silindrin üzərindəki bölgüdə saati göstərir (şəkil 1.28). Bu saatin düzəldilməsində Ktesibios müəyyən çətinliklə üzləşir. O dövrdə saat günəşin çıxması və batması ilə bağlı olaraq günün $1/12$ hissəsi kimi hesablanırdı. Saati müxtəlif uzunluqda olan vaxtlara uyğunlaşdırmaq üçün o, suyun axmasını konik ventillə tənzimləyir.



Şəkil 1.28. Su saati.

İkinci variantda aralıq qabın deşiyi böyüdülərək orada yuxarı-aşağı hərəkət edə bilən üzük yerləşdirilir. Üzüyü hərəkət etdirməklə suyun sürətini tənzimləmək mümkün olurdu. Üçüncü üsuldə üzərində vaxt qeyd olunmuş silindr dönmə formada hazırlanır və onun üzərindəki bölgü dönmə bucağından asılı olaraq müxtəlif vaxtları göstərirdi. Bununla da Ktesibiosa antik dövrdə işləyən saatların dəqiqliyini artırmaq nəsisib olur.

Ktesibios apardığı tədqiqatlarını kitablar şəklində yazmışdır. Çox təəssüflər olsun ki, onun məşhur əsərləri "Mexanikanın protokolu" (yun. "Memorandum on mechanics"), "Döyüş maşınları" (yun. "Belopoeica"),

“Pnevmatika” (yun. "*Pneumatica*") və apardığı elmi işlər haqqında ümumi mənzərə yaradan “Yaddaş qeydləri” (yun. "*Memorabilia*") tamamilə itmişdir. Ktesibiosun ixtiralarından bir neçəsi ondan sonra yaşamış isgəndəriyyəli Heronun və romalı Vitruvinin işlərində yenidən baxılmış və ətraflı təhlil edilmişdir.

Isgəndəriyyəli Heron (b.e. I–III əsrlər)

Bizim eranın əvvəllərində isgəndəriyyəli Heron (şəkil 1.29) öz dövrünün ən məşhur mühəndisi sayılırdı. Heronun tərcümeyi halı üçün müddət müəmmalı olaraq qalmışdır. Əsərlərində özünü “Heron Ktesibiu” adlandırması tarixçilər arasında çəşqınlığa səbəb olmuşdur. Tərcümədə bunun “Heron Ktesibios oğlu” alınması onun məşhur alim, b.e.ə. III əsrdə yaşamış Ktesibiosun oğlu olmasına şübhə yaratmışdır. Heron öz başqa əsərlərində ayın üçün tutulmasından yazır ki, bu da onun bizim eranın əvvəlində yaşamasına dəlalət edir. Çünki ayın üçün tutulması hesablamalara görə bizim eranın əvvəlində, 62-ci il martın 12-də baş vermişdir. Onun Ktesibiosun oğlu olması qaranlıq qalmaqdadır. Tarixçilər güman edirlər ki, onun atasının adı sadəcə olaraq “Ktesibios” olmuşdur.

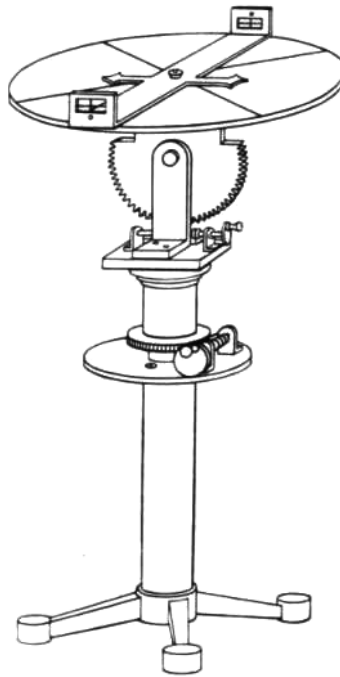
Heron gördüyü işlərinin nəticələrini “Mexanika” (yun. “*Mechanica*”), “Pnevmatika” (yun. “*Pneumatica*”), “Mudafia maşınları” (yun. “*Belopoeica*”), “Avtomatika” (yun. “*Automatics*”) və “Ölçmə alətləri” (yun. “*Dioptra*”) əsərlərində təsvir etmişdir [1.45, 1.46]. Bundan başqa o “Ölçmə” (yun. “*Metrica*”) adlı həndəsə və “Güzgü” adlı optika haqqında iki kitab yazmışdır. “Mexanika” kitabında Heron əsasən qaldırıcı mexanizmlər haqqında məlumat verir. O bu əsərdə müxtəlif mexanizmlərin köməyi ilə qol effektinin praktikada tətbiqini araşdıraraq ling, paz, sonsuz vint və dişli çarxların kombinasiyasını təsvir edir. Bir riyaziyyatçı kimi Heron, təsir edən qüvvənin və qolun qiymətindən asılı olaraq lingdə qol qaydasının işlə-



Şəkil 1.29. İsgəndəriyyəli Heron.

məsini göstərmişdir. Heron həmçinin kranların və böyük həcmli tikinti daşlarının kəlbətin və pazların köməyi ilə qaldırılmasını da izah edir. “Müdafie maşınları” əsərində Heron o dövrə qədər məlum olan katapultların işləmə prinsipini göstərərək, böyük katapultlarda ağır daşları atdıqdan sonra katapultun əvvəlki vəziyyətə gətirilməsini sürətləndirmək üçün əlavə mexanizm təklif etmişdir.

Heronun “Ölçmə alətləri” əsəri antik dövr üçün çox təkmil olan ölçü alətini təsvir edir (şəkil 1.30).



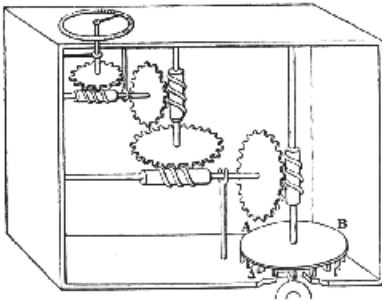
Şəkil 1.30. Dioptra.

Bir tutgacda bərkidilmiş ağac silindrik lövhə sonsuz vintlərin köməyi ilə şaquli və üfiqi istiqamətlərdə hərəkət etdirilə bilər. Silindrin vəziyyəti Heronun düzəltdiyi su tərəzisinin köməyi ilə tarazlaşdırılırdı.

Lövhənin üzərində şaquli ox ətrafında fırlana bilən, iki ucunda nişan-

lama elementləri bərkidilmiş ağac lövhə bərkidilir. Silindrin aşağı tərəfinə yarım kürə formasında dişli çarx bərkidilir. Dişli çarxın köməyi ilə işçi lövhə tənzimlənir. Dişli çarx eyni zamanda şaquli ox ətrafında fırlana bilən və irəli-geri hərəkətə malik dördkünc lövhə üzərində yerləşdirilir. Bu mexanizmin köməyi ilə iki kəsişən ox istiqamətlərində nivelirin işçi lövhəsinin hərəkətini təmin etmək mümkündür. Heronun düzəltdiyi ölçmə alətləri o dövr üçün mürəkkəb olduğundan onların hazırlanması və tətbiqi mümkün olmamışdır.

“Ölçmə alətləri” əsərində Heron nivelir ilə bərabər, qət edilən məsafəni ölçmək üçün ixtira etdiyi Odometri təsvir edir (şəkil 1.31). Bu cihaz arabaya quraşdırılmış, bir-biri ilə dişli çarxların köməyi ilə əlaqədə olan, sonsuz vintlərin köməyi ilə təkərin dönməsini sayğaca ötürən mexanizmdən ibarətdir. Araba irəliyə hərəkət etdiyi zaman təkərin aldığı fırlanma hərəkəti bir neçə dəfə ötürülərək sayğacın ölçmə əqrəbinə verilir. Cihazda qeyd edilmiş vahidin (addım, metr və s.) sayından asılı olaraq qət edilən məsafəni hesablamaq olurdu. Böyük məsafələri ölçmək üçün ötürmə ədədinin qiyməti artırılırdı. Bu qurğu indiyə qədər öz aktuallığını itirməmişdir.

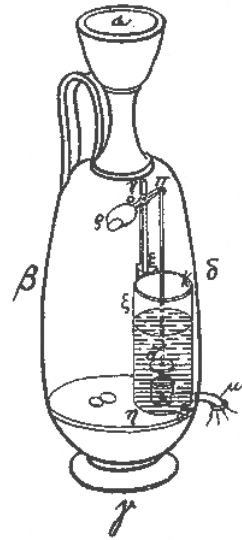


Şəkil 1.31. Məsafə ölçən maşın (Odometer).

Heronun işləri arasında ən məşhuru onun müasir maşınqayırmanın yaranmasına və inkişafına təkamül vermiş “Pneumatika” əsəridir. Kitabın əvvəlində Heron da Ktesibios kimi təbiətdə boş məkan olmadığı haqqında fərziyyə söyləyir. Heron, görünür ondan qabaq pnevmatik problemlərlə məşğul olmuş Ktesibios və Filonun işlərinin təsirindən bu sahəyə müraciət etmişdir. Onun fikrincə təbiətdə olan məkan müxtəlif əşyalarla doludur. Boş qalan yerlər isə hava ilə tutulub. Bunu sübut etmək üçün Heron boş stəkanı suya batırmaqla apardığı sınağı nümayiş etdirir. Bununla o, sübut etməyə çalışır ki, su ilə doldurulmuş qabdan hava sıxışdırılaraq çıxardılır. Əgər stəkan ağzı üstə suya batırılsa onun içindəki hava çıxmağa macal tapmadığından oraya suyun girməsinə mane olur.

Ümumiyyətlə, təbiətdə olan boşluqların hava ilə dolu olmasını mülahizə edən Heron, işığın havada, suda və istiliyin cisimlərdən keçməsinə də bu cisimlərin tərkibindəki kiçik boşluqların hava ilə dolu olması kimi izah edir. Heron “Pneumatika” kitabında pnevmatika və hidravlikaya aid apardığı çoxlu sayda sınaqların nəticələrini təsvir etmişdir.

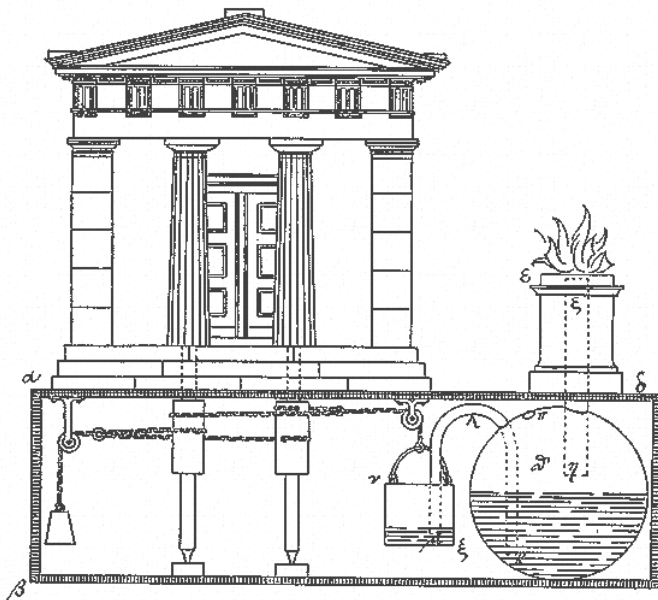
Əsərin əsas hissəsində o, öz xüsusi metoduna uyğun olaraq təzyiq altında işləyən qurğular haqqında yazmışdır. Onun pnevmatik qurğulardan olan məşhur ovsunlanmış su avtomatı, fit çalan quş, öz-özünə açılan qapılar və s. böyük maraq kəsb edən, mexaniki qanunları özündə əks etdirən mexanizmlər idilər. Bu qurğuların böyük əksəriyyəti o dövrdə böyük hakimiyyətə malik olan keşişlər üçün düzəldilmişdir. Məsələn, keşişlərin camaatdan ovsunlanmış su üçün pul yığmasını asanlaşdırmaq üçün Heron bizə



Şəkil 1.32. Su avtomatı.

hal-hazırda məlum olan samovara oxşar bir avtomat düzəltmişdir (şəkil 1.32). Bu su verən avtomata adamlar ovsunlanmış su üçün nəzərdə tutulmuş pulu atdıqdan sonra, lüləkdən nəzərdə tutulmuş miqdarda su axır. Avtomatın işləmə mexanizmi lüləyin tıxacına bərkidilmiş qolla (r) bağlıdır. Avtomatın üst deşiyindən atılan pul onun içərisindəki qola dəyərək qolu aşağıya hərəkət etdirir. Qol eyni zamanda lüləyin (m) deşiyini açır və suyun axmasına imkan yaradır. Sonra qol yavaş-yavaş öz əvvəlki vəziyyətinə qaydır. Müəyyən vaxtdan sonra lülək yenidən tıxanır. Suyun həcmi pulun çəkisi, qolun uzunluğundan asılı olaraq təyin olunur. Samovardan suyun öz-özünə axması o dövrdə adamlar arasında ilahi bir qüvvənin təsiri kimi qəbul edilirdi.

Daha maraqlı bir qurğu qurban verən zaman mehrabın qapılarının öz-özünə açılmasıdır. Bu mexanizmin təsviri şəkil 1.33–də verilmişdir. Qapı şaquli vəziyyətdə mehrabda yerləşdirilmiş iki silindrik dirəkdən asılır. Bu dirəklərin uzunluğu qapının uzunluğundan təxminən iki dəfə

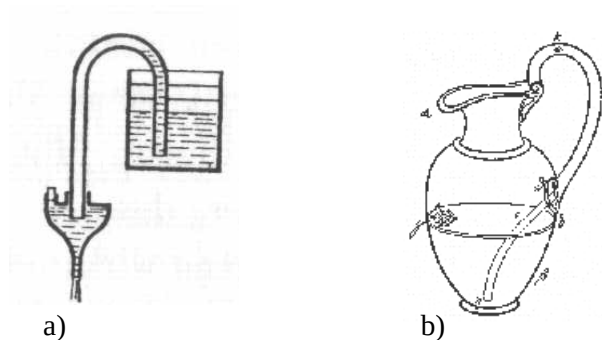


Şəkil 1.33. Tilsimli qapılar.

böyükdür. Dirəklərin artıq qalan hissəsi mehrabın altındakı boş otaqda yerləşdirilir və yerlə hərəkətli olaraq bərkidilir. Bu dirəklər kəndir vasitəsilə içərisi yarıya qədər su ilə doldurulmuş qabla birləşdirilir. Sonra bu qab $\cap$ formalı boru vasitəsilə onun yaxınlığında yerləşdirilmiş kürə (şəkildə sağ tərəfdə göstərilib) ilə əlaqələndirilir. Əyri borunun ucu kürənin içərisinə salınaraq onun dibinə qədər endirilir. Qapının bərkidildiyi dirəklərin yerin altındakı otağın içərisində qalan hissəsinə kəndirlər dolanaraq sol tərəfdə diyircəkdən asılmış yüklə əlaqələndirilir. Bu yükün məqsədi dirəkləri fırladaraq qapını bağlamağa çalışmaqdan ibarətdir. Digər tərəfdən bərkidilmiş kəndir isə su ilə doldurulmuş qabla əlaqəndirilir. Əgər qabda su yoxdursa onda, qab o biri tərəfdən asılmış yükdən yüngül olur. Bu halda qapı bağlı olur. Əgər mehrabdakı ocaq yandırılırsa, onda, alovun altındakı çəndə yerləşən hava istidən genişləndikdə kürədəki suyu sıxışdıraraq boru vasitəsilə kəndirdən asılmış qaba axmağa məcbur edir. Su ilə dolu qabın çəkisi əks tərəfdə təsir edən yükdən ağır olduqda dirəklər döndərilərək qapıları açır. Beləliklə, keşişlər onların ilahi quvvəyə malik olmalarını itaətkarlara sübut etməyə çalışırdılar. Alov söndükdən sonra soyuyan hava qabdakı suyu geriye soraraq qapıları bağlayırdı.

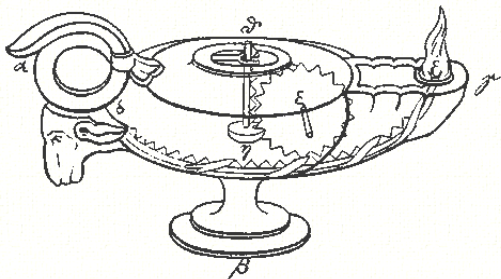
Onun “oyunçaq” adlandırılan qurğularından ikisi aşağıdakı şəkildə təsvir olunmuşdur. Şəkil 1.34, a-da bir-biri ilə boru vasitəsilə birləşdirilmiş iki qabdan ibarət sorucu qurğu göstərilmişdir. Borunun ucuna armuda bənzər qab keçirilir. Bu qabın aşağı tərəfindəki dəşik öncə əl ilə tutulur və su ilə doldurulur. Eyni zamanda yuxarıdakı qaba da su doldurulur. Sonra aşağıdakı qabın üst tərəfindəki dəşik əl ilə tutularaq aşağı tərəfi açılır. Bu zaman axan su yuxarıdakı qabda olan suyu da özü ilə çəkib aşağıya aparır. Şəkil 1.34, b - də “Prochyta” adlanan xüsusi qab göstərilmişdir. Bu qabın daxilində düzəldilmiş kanalların və ayırıcı divarın köməyi ilə qaba tökülmüş iki müxtəlif mayeni istənilən ardıcılıqla və ya da qarışıq şəkildə tökmək olur. Öncə sonuncu töküləcək maye qabın dibindəki kameraya doldurulur və bu zaman qabın qulpundakı dəşik açıq qalır ki, oradan hava çıxsın. Sonra

qulpdakı deşik barmaqla tutularaq, ilkin töküləcək maye qabın üst tərəfindəki kameraya tökülür. Əgər qulpdakı deşik barmaqla tıxanaraq saxlanarsa, onda qabdan yalnız üst tərəfdə olan maye axacaq. Bundan sonra barmaq götürülərsə, onda aşağıdakı hissəyə hava daxil olaraq mayenin axması üçün şərait yaradacaq və maye yuxarıdakının dalınca axacaq. Deşik başdan açıq olarsa onda mayelər bir birinə qarışaraq axacaq.



Şəkil 1.34. Hidravlik qurğular.

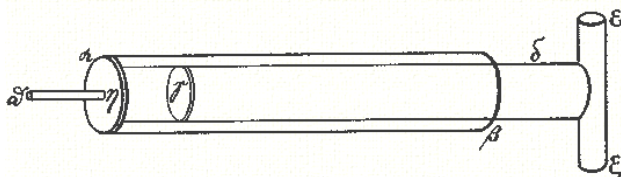
Daha maraqlı bir qurğu öz-özünə sazlanan neft lampasıdır (şəkil 1.35). Lampanın daxilində yerləşmiş mexanizm vaxt keçdikcə qısalan fitilin uzunluğunun avtomatik sazlanmasına xidmət edir. Bunun üçün lampanın daxilində, üzərində dişlər bərkidilmiş valın (η) ətrafına fitil dolanır. Bu val öz oxu ətrafında fırlana bilər. Sonra lampanın içərisinə öz oxu ətrafında dönmə bilən bir dişli çarx (ε) yerləşdirilir. Bu dişli çarx üzərində fitil olan dişli valla əlaqələndirilir. Belə ki, dişli çarxın dönməsi valda fırlanma



Şəkil 1.35. Öz-özünə tənzimlənən lampa.

yaradır. Lampaya neft tökmək üçün onun orta hissəsində qapaq vardır. Qapağın altında şaquli oxdan sərbəst asılmış kiçik qapalı qab elə bərkidilir ki, o dişli çarxla kontaktda olsun. Bu qab lampadakı neftin içərisində üzür. Neftin səviyyəsi lampanın daxilində aşağı düşdükcə o dişli çarxı döndərir, bu da eyni zamanda üzərində fitil olan valı döndərərək fitili lampanın ağzına tərəf itələyir.

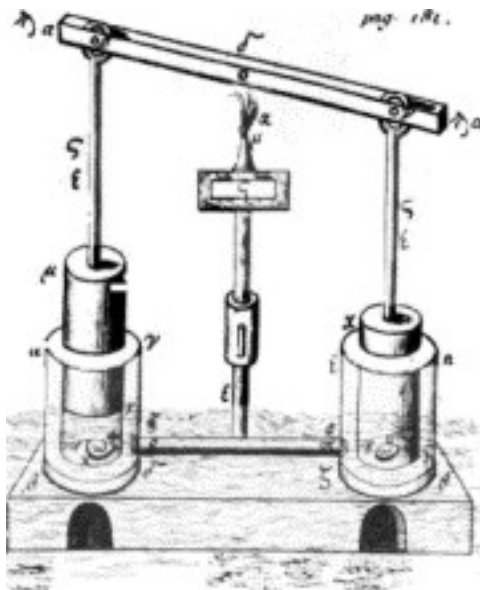
Bizə, bu günə qədər gəlib çatmış və tibbdə geniş tətbiq olunan şprisin ilk quruluşu və işləmə prinsipi də Heronun kitabında öz əksini tapmışdır. Heronun “Piuleus” adlandırdığı qurğu bir-birinin içərisinə keçirilmiş iki borudan ibarətdir (şəkil 1.36). Boruların diametrləri elə seçilir ki, biri o birinin içərisinə keçə bilsin. Kiçik diametrli borunun bir ucuna pardaqlanmış lövhə (γ) və digər ucuna tutqac bərkidilir. Eyni qayda ilə böyük diametrli borunun ucu tıxanır. Burada ancag bir deşik nəzərdə tutulur və bu deşiyə ucluq (ν) keçirilir. Əgər bu alətlə hər hansı maye götürülməsi lazım gələrsə, onda ucluq bu mayeyə batırılır və tutqac çəkilir. Əgər bunun əksinə, hər hansı bir mayeni püskürtmək lazım gələrsə, onda alətin içərisinə doldurulmuş maye tutqacı itələməklə püskürdülür.



Şəkil 1.36. Piuleus.

Bu oyuncaqlarla bərabər Heron məişət üçün lazımi texniki maşınlar da işləyib hazırlamışdı. Onun əsərlərində, ümumi də olsa küləklə işləyən çarxlar haqqında ilk dəfə olaraq mülahizələr söylənmişdir. Başqa maraqlı qurğu yangın söndürən su nasoslarıdır. Heron kitabının bu hissəsində Ktesibiosa məxsus olan su nasoslarının işləmə prinsipini təsvir edir. Su nasoslarının bu yaxınlara qədər Avropada yangın söndürmək üçün tətbiq olunduğu bizə məlumdur. Nasoslar əl ilə daşına-

bilən çənlərdən və çənin üzərində bərkidilmiş iki silindrdən ibarətdir (şəkil 1.37). Suyu püskürtmək üçün qabda silindrlərin köməyi ilə təzyiq yaradılır. Təzyiq altındakı su püskürdücülərin köməyi ilə yanğına tərəf yönəldilir. Tarixi dəlillərə əsasən, birinci əsrdə bu nasoslar böyük şəhərlərdə geniş yayılmışdır. O dövrdə quldarlıqdan azad edilmiş adamlardan ibarət yanğınsöndürən dəstələr mövcud idi. Bəzi şəhərlərdə bu işi əsgərlər görürdülər.



Şəkil 1.37. Su nasosu.

Heronun ən məşhur ixtirası, 18-ci əsrdə buxar maşının əsası sayılan buxar püskürdücü maşın olmuşdur (şəkil 1.38). O, öz “Pnevmatika” kitabında bu maşının işləmə prinsipini belə izah edir: “*Ocağın üstünə bir qazan qoy; iki tutqac arasında bərkidilmiş kürə fırlanacaq. İçərisində su olan və üstü qapaqla örtülmüş qazanın altında ocaq yandırılır. Kürə qazanla, əyilmiş boru vasitəsilə əlaqələndirilir. Boru-*

nun ucları tutqacda hərəkətli yerləşdirilir, onun digər ucu qazanla birləşdirilir. Kürəyə, bir- birinin əksinə yönəlmiş iki əyilmiş boru bərkidilir. Borular tutqacları birləşdirən müstəviyə perpendikulyar yerləşdirilir. Qazan qızdıqda görmək olur ki, borular vasitəsilə kürəyə daxil olan buxar əyilmiş borulardan xaricə püskürdüldür və kürə , rəqs edən fiqurlarda olduğu kimi fırlanmağa başlayır!”

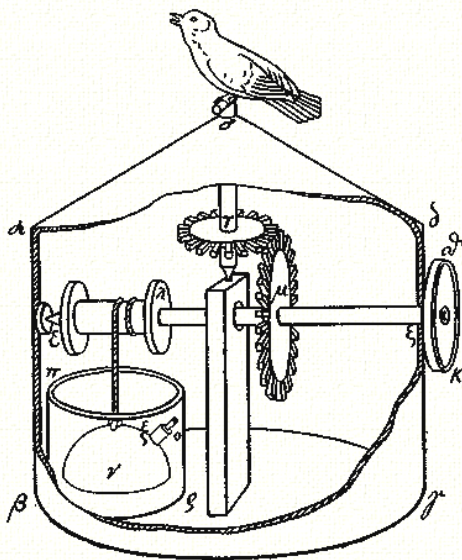
Heronun düzəltdiyi buxar kürəsi “Aeolipile” adlanan, bizə məlum olan buxar maşınının işləmə prinsipi ilə eyni olmuşdur. Heron malik olduğu bilik əsasında buxar maşınını düzəltməyə qadir olmuşdur. Ancaq onun düzəltdiyi bu qurğular oyunçaqdan başqa bir maraq doğurmamışdır. Onun işləri uzun müddət çox kiçik oxucu dairəsinə məlum olduğuna baxmayaraq bu günə kimi gəlib çata bilmişdir. Heron Orta əsrlərdə, Avropada renesans dövründə mühəndislər tərəfindən çox böyük



Şəkil 1.38. Buxar maşını.

maraqla öyrənilməyə başlamışdır. XVII əsrin 70-ci illərində, uzun müddət Çində, Pekində missioner kimi səyahətdə olmuş Ferdinand Verbiest 60 sm uzunluğunda buxar arabası hazırlamışdır. Onun arabası bir neçə santimeter olsa da yol qət edə bilmişdir. Vorçesterli Markiz (ingl. *Marquis of Worcester*) də Heronun buxar maşınının işləmə prinsipinə istinad edərək su üzərində hərəkət edə bilən buxar maşını düzəltməyə cəhd etmişdir.

Bir çox mühəndislərin apardığı təcrübələrdən sonra, nəhayət 1765-ci ildə ingilis mühəndisi Ceyms Vatta (ingl. *James Watt*) çoxlarının arzuladığı buxar maşınını düzəltmək nəşib olur. Heron öz qurğularında hidravlik və pnevmatik effektlərdən başqa, hərəkətləri bir müstəvidən başqa müstəviyə ötürən elementlərdən də istifadə etmişdir. Şəkil 1.39-da göstərilmiş qurğu çarxın (*J*) köməyi ilə qutunun üstündə yerləşdirilmiş quşun dönərək fit çalmasına xidmət edir. Qurğunun işləmə prinsipini Heron öz kitabında belə təsvir etmişdir. Qutuda, suyun içərisinə yarımkürə formasında qab yerləşdirilir. Kəndirin köməyi ilə bu

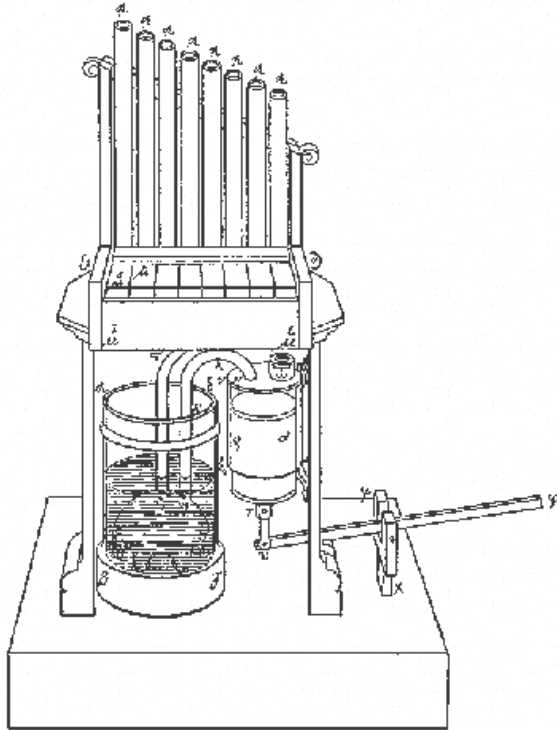


Şəkil 1.39. Fit çalan quş.

qab, üzərinə dişli çarx keçirilmiş valla əlaqələndirilir. Yarımkürənin üst tərəfinə kiçik diametrlı boru bərkidilir. Çarx fırlandıqda yarımkürə suya endirilir. Bu zaman onun içərisində qalan hava kiçik boru ilə çıxmağa cəhd göstərərək quş səsinə oxşar səs çıxarır. Eyni zamanda xaricdəki çarxdan ötürülən fırlanma hərəkəti dişli çarxların köməyi ilə üzərində quş bərkidilmiş şaquli valı fırladır və quş dönür.

Heronun musiqiyə olan marağını onun düzəltdiyi orqan musiqi alətində görmək olar. Bu alətin düzəldilməsi və işləmə prinsipi onun kitabında tam təsvir olunmuşdur (şəkil 1.40). Orqan aləti Herondan əvvəl b.e.ə. III əsrdə isgəndəriyyəli Ktesibios tərəfindən ixtira edilməsinə baxmayaraq, onun izahlı təsviri yalnız Heronun kitabında özünə yer tapmışdır. O dövrdə orqan varlı romalıları arasında ev musiqi

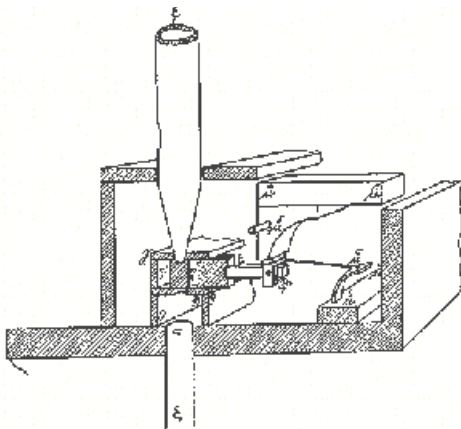
aləti kimi geniş yayılmışdır. Orqan aləti bir dəstədə yerləşən tütəklərdən və bu tütəklərə hava verən kompressordan ibarətdir. Nasos boru vasitəsilə suyun altında yerləşdirilmiş yarımkürə ilə birləşdirilir.



Şəkil 1.40. Heronun su orqanının umumi görünüşü.

Pedalı (*j*) aşağı basdıqda hərəkət kompressorun içərisindəki silindrə (*d*) ötürülür. Hava kompressoru boru ilə içərisində su olan qabla (*g*) birləşdirilir. Borunun kompressordan çıxan hissəsində bağlayıcı klapın (*m*) yerləşdirilir. Klapının vəzifəsi havanı kompressordan bir tərəfə tənzimləməkdən ibarətdir. Kompressorun silindrinin aşağıya hərəkətini təmin etmək üçün ikinci klapandan (*w*) istifadə edilir. İçərisində su olan qabda bir yarımkürə ağzı üstə suya elə endirilir ki, onun dodaqları qabın

dibinə toxunmasın. Kompressordan gələn boru bir başa yarımkürəyə birləşdirilir və verilən hava bu yarımkürənin içərisinə daxil olaraq oradan suyu sıxışdırıb qabın içərisinə çıxarır. Beləliklə, yarımkürənin daxilində təzyiq yaranır. Yarımkürə eyni zamanda boru ilə tütəyin ucunda yerləşdirilmiş mexanizmlə birləşdirilir. Tütəyin ağzındakı düyməni (şəkil 1.41, μ) basmaqla hava üfördülür və tütəkdən səs çıxır. Kürədən iri qaba sıxışdırılıb çıxarılmış su, kürədə təzyiqin aşağı düşməsinin qarşısını alır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bu qurğuda istifadə edilən klapanları Heronun özü ixtirə etmiş və onun hazırlanmasını da “Pneumatika” kitabında təsvir etmişdir.



Şəkil 1.41. Havanı tütəklərə verən açarın təsviri.

Bizanslı Filon (b.e.ə. 260–200)

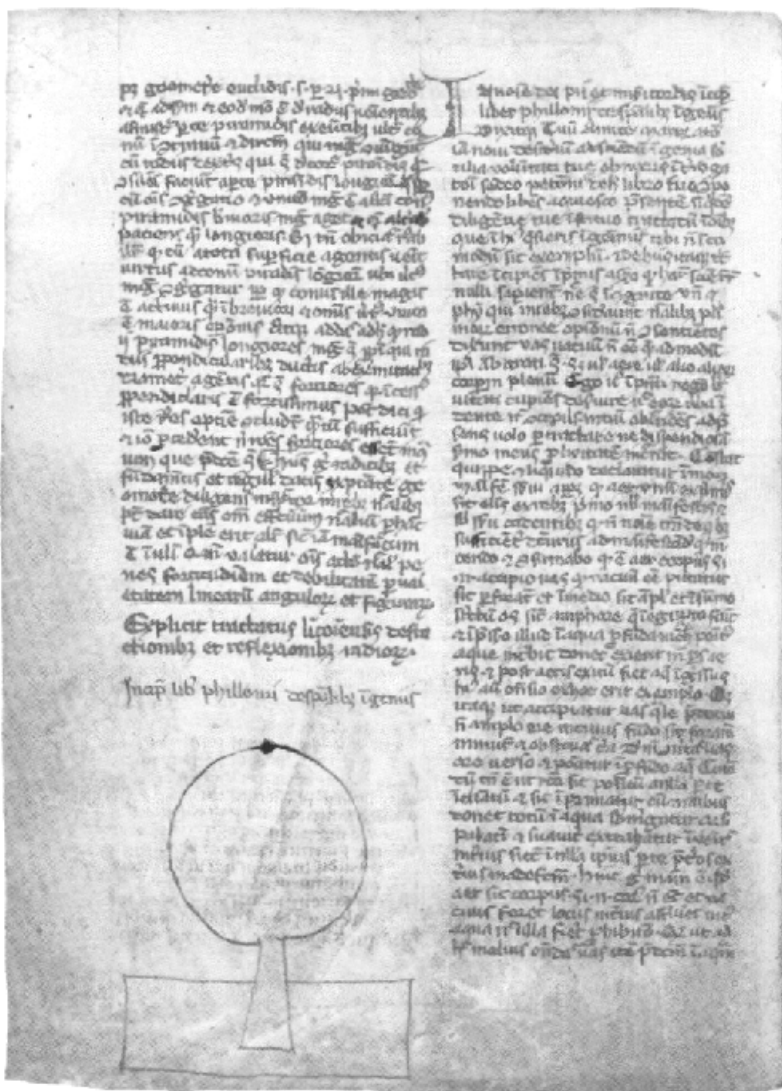
Bizanslı Filon (ingl. *Philon*) Arximedın dövründə yaşamış, İsgəndəriyyə məktəbində Ktesibiosun rəhbərliyi altında işləyib, yaradıcılıq fəaliyyəti göstərən yunan mühəndisi və ixtiraçısı olmuşdur. Filonun Ktesibiosun şagirdi olması, onun bizə gəlib çatan elmi işlərində dəfələrlə xatırlanmışdır. Bizansda anadan olan Filonun İsgəndəriyyəyə nə vaxt gəlməsi barədə dəqiq məlumat yoxdur.

Filonun mexanika sahəsində apardığı tədqiqatları “*Mexanikanın əsasları*” (yun. *Mechanike syntaxis*) adlı 9 kitabda öz əksini tapmışdır. Onun kitablarından yalnız bir neçəsi eramızın əvvəlində ərəb və daha sonra latın dillərinə tərcümə olunmuş fraqmentlər şəklində bizə gəlib çatmışdır (şəkil 1.42). O, kitablarında tarix haqqında məlumat vermədiyindən bu işlərin xronoloji ardıcılığını müəyyən etmək çətinlik yaradır. Yalnız yazı stilinə əsasən tarixçilər onun işlərinin b.e.ə. 200-cü illərdə görüldüyünü bildirirlər [1.45, 1.47, 1.48].

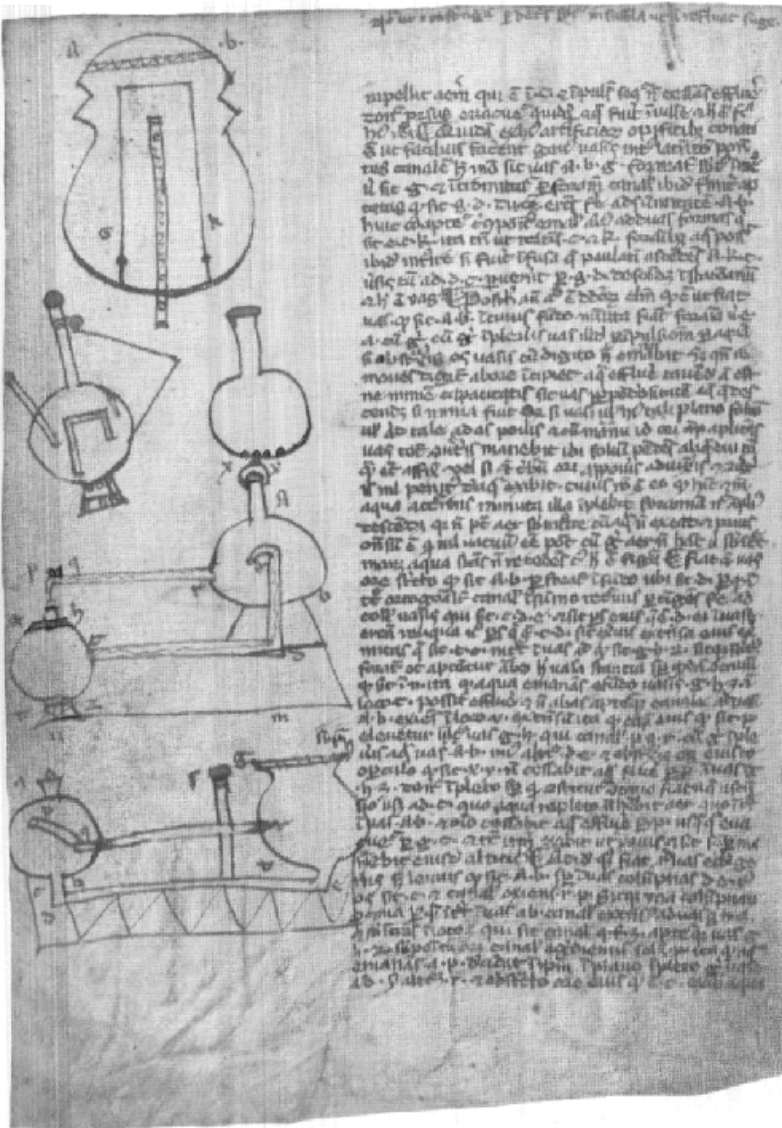
Filonun tədqiqat sahələri çoxşaxəli olub ling, pnevmatika (havanın elastikliyi və onun tətbiqi), avtomatlar, mürəkkəb alətlər, su saatları, muhasirə və başqa müharibə maşınları və başqa mexaniki problemləri əhatə edən sahələrdən ibarət olmuşdur. Hava sirenası, zəncirlə işləyən, hava və kolba nasosları onun ən vacib ixtiralarından sayılırlar.

Filonun işlərinin bir hissəsi İstanbulda St.Sofia kitabxanasında aşkar edildikdən sonra, o, Avropada ilk dəfə olaraq 1902-ci ildə Karra de Voks (fran. *Carra de Vauks*) tərəfindən fransız dilində çap olunmuşdur. 1911-ci ildə Filonun işləri alman dilinə tərcümə olunub. Burada təsvir olunmuş fraqmentlər alman tərcüməsinin bazasında təhlil olunur. Antik dövrdə yaşamış başqa mühəndislərdə olduğu kimi Filonun da işləri itmişdir. Onun 9 kitabından bizə yalnız ikisi və diqər ikisinin isə cüzi bir hissəsi gəlib çatmışdır.

“*Eisagoge*” adlanan ilk kitabında Filon, tətbiqi fizika və texnologiyada lazım olan riyazi biliklər haqqında məlumat verərək, Evklid həndəsəsinə munasibət bildirmiş və teoremlərin isbatı haqqında güclü sübut üsulları



Şəkil 1.42a. Pnevmatika kitabının latın dilində I fəslindən fraqment, Bavariya dövlət kitabxanası, Münxen.



Şəkil 1.42b. Pnevmatika kitabının latın dilində IX fəslindən fraqment, Bavariya dövlət kitabxanası, Münxen.

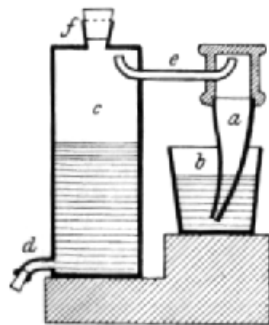
üzərində apardığı işlərdən yazmışdır. İkinci kitabında Filon linglər haqqında (yun. *Mochlica*), o dövrdə məlum olan ümumi bilikləri təsvir etmişdir. Bunun ardınca yazdığı başqa kitabında o, limanlar (yun. *Limenopoiica*) haqqında tətbiqi elmin nəticələrini təsvir etmişdir. Döyüş maşınları, onların quruluşuna düzəlişlər və istismarı Filonun “*Belopoiica*” kitabında öz əksini tapmışdır [1.49]. Bu kitabda Filon nizələri atmaq üçün qurğuların quruluşundan bəhs edir. O yeni bərkidici və atıcı döyüm ixtira edərək, katapultların hazırlanması üçün miqyas ölçülərini verir. Bu kitabda dəmir yaylardan və sıxılmış havadan istifadə etməklə oxların atılması ilə bərabər ilk dəfə olaraq, Filon “avtomatik” yüklənən katapult təklif edir. Bu katapult XVIII əsrdə Galtingin düzəltdiyi avtomatik tufəngə oxşayırdı.

Döyüş texnikasının hazırlanması texnologiyasından əlavə, o, atıcı maşınlar, qala divarları və qüllələrin tikilişi və mühasirədə döyüş taktikasından da yazmışdır. “*Parasceuastica*” kitabında Filon müdafiə və “*Poliorcetica*” kitabında isə mühasirə taktikalarını təsvir edir. Arxeoloqlar tərəfindən sonralar tapılmış, beş statik enerji haqqında yazılmış “*Automatopoiica*” kitabının da Filona məxsus olduğu sübut edilmişdir [1.48]. Bu kitabda onun işləri əsasən teatr səhnələri üçün düzəldilmiş “oyunçaqlar”a istinad edir.

Beşinci kitabında Filon “*Pneumatika*” haqqında yazmışdır. Bu kitabında o, hava və su ilə işləyən 78 qurğunun konstruksiyasını verir. Bu qurğulardan bir neçəsinin işləmə prinsipi aşağıda ətraflı araşdırılmışdır.

Filon bu qurğuların layihələndirilməsində öz müəllimi Ktesibiosun işlərinə istinad edir. Onun apardığı ilk sınaq Ktesibiosa görə havanın materiya olması anlayışına əsaslanırdı. Havanın bir “cism” olmasını sübut etmək üçün o boş qabı ağzı üstə suya salmaqla sınaq aparır. Qabı suya saldıqda onun içərisindən hava çıxmağa macal tapmadığından oraya su daxil ola bilmir. Hava çıxdıqda isə onun yerinə su dolur. Başqa bir sınaqda qabın dibində açılmış deşik mum ilə tutulur. Qab ağzı üstə suya salındıqda, yuxarıda olduğu kimi burada da qaba su daxil ola bil-

mir. Bunu qabın içərisinin quru qalmasından görmək olur. Əgər qab bütünlükdə suya batırılsa və sonra tıxac kənarlaşdırılsa, onda suyun tədricən qaba daxil olması və oradan sıxışdırılan havanın çıxması sudakı köpüklərdən aydın görünür. Havanın hansı gücə malik olmasını bir daha göstərmək üçün Filon, düzəltdiyi birləşmiş qablardan ibarət sınaq qurğusunda, havanın köməyi ilə suyu sormağı nümayiş etdirir. Qurğunun quruluşu şəkil 1.43-də verilmişdir. Uc hissəsində dəşik olan bir öküz buynuzu (*a*) götürülür. Onun enli hissəsinə ağızlıq keçirilərək qapanır. Buynuz içərisində su olan qaba (*b*) salınır. Bu qabın yanında aşağıda yerləşmiş başqa bir qab (*c*) qoyulur. Böyük qabla (*c*) buynuzun yuxarı hissəsi boru (*e*) ilə birləşdirilir. Böyük qabın (*c*) üst hissəsindəki deşikdən (*f*) qaba su tökülür. Bu qabın aşağı hissəsində yerləşmiş lüləkdən (*d*) istənilən miqdarda su buraxmaq olur. Lülək açıldıqda oradan axan su buynuzdakı (*a*) havanı sorur. Buynuzdan sorulan havanın yerinə *b* qabındakı su daxil olur. Bu qabdakı su qurtardıqdan sonra buynuzun aşağı hissəsindən qapalı sistemə hava daxil olur. Böyük qabdakı su axıb qurtardıqdan sonra oraya hava daxil olduğundan buynuzun içindəki su yenidən *b* qabına axır. Ancaq Filon bu sınaq zamanı havanın genişlənməsi və qablarda olan suyun səviyyəsi haqqında heç nə yazmır.



Şəkil 1.43. Sınaq qurğusu.

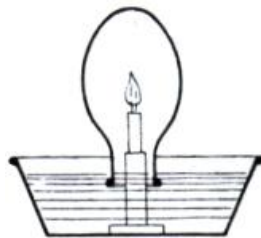
Filon havanın istiliyin təsirindən genişlənməsi haqqında da fikir söyləyir. Bu prosesin fizikasına varmadan o, belə bir sınaq aparır. Qurğusundan hazırlanmış yumurta formalı qabda dəşik açılaraq oraya boru keçirilir (şəkil 1.44). Boru yumurtanın içərisinə elə keçirilir ki, onun ucu qabın dibinə



Şəkil 1.44. Sınaq qurğusu.

qədər çatsın. Sonra boru keçən deşik lehimlənir. Borunun o biri ucu, içərisində su olan qaba salınır və sınaq qurğusu günəş altına qoyulur. Günəş altında müəyyən vaxt qaldıqdan sonra yumurtanın içərisindəki hava günəş istiliyinin təsirindən genişlənir və borudan xaric olmağa başlayır. Bu hadisəni sudan çıxan hava köpükləri əsasında müşahidə etmək olur. Yumurta soyuduqda isə onun içərisinə hava əvəzinə su daxil olur. Əgər yumurta yenidən günəş altına qoyularsa, onda onun içərisindəki su yenidən qaba çıxır. Bu sınağı günəş şüası əvəzinə, od və ya isti sudan istifadə etməklə də aparmaq olar.

Başqa bir sınaqda Filon içərisində su olan bir qabın ortasında yanan şam yerləşdirir (şəkil 1.45). Şamın üzərinə ağzı üstə şüşə qab elə keçirilir ki, yanan şam onun ortasında qalsın. Şüşə qabın ağzı suya batdıqda şam sönmür və qaba müəyyən miqdarda su sorulur. Filonun fərziyyəsinə görə qabdakı hava yanaraq “yox” olur və onun yerini su tutur. Bu prosesin fiziki mənası isə müasir texnikadan hamıya məlumdur.



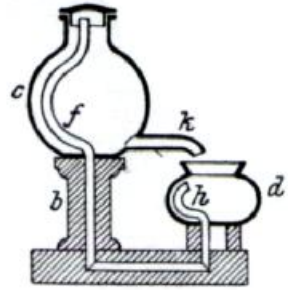
Şəkil 1.45. Su soran lampa.

Apardığı sınaqlar arasında Filon məişətdə tətbiq olunan qablarda da havanın gücündən istifadə etməyə çalışır. Bunu su çiləyən və şərab tökmək üçün nəzərdə tutulmuş qablarda görmək olar. Şəkil 1.46-da misdən hazırlanmış, xaricdən adi görünən bir qab götürülür. Bu qabın dib hissəsində çoxlu xirda deşiklər açılır. Sonra qabın dibindən bir az yuxarıda üzərində bir deşik olan arakəsmə yerləşdirilir. Bu deşikdən qabın içərisinə bir əyilmiş boru keçirilir. Borunun hündürlüyü qabın hündürlüyünün 2/3-ni təşkil edir.



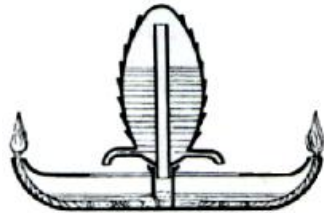
Şəkil 1.46. Qəhvədan.

Qabın içərisinə doldurulan suyun səviyyəsi borunun ən hündür nöqtəsindən aşağıda qalır. Əgər qabın aşağı hissəsindən suyun axması lazım gələrsə, onda qaba lüləkdən güclü hava üfürülür. Suyun axmasını kəsmək üçün isə havanı sormaqla lazımdır. Şəkil 1.47-də başqa bir qab–şərab qabı təsvir olunmuşdur. Ağzı kip bağlanmış şərabla dolu olan qabdan (*c*) maye lülək (*k*) vasitəsilə aşağıdakı *d* qabına o qədər axır ki, *hf* borusunun ucu maye ilə bağlansın. Ondan sonra *c* qabına hava daxil ola bilmir. Əgər *d* qabından bir kasa şərab götürülərsə, onda o qab yenidən götürülən miqdarda şərabla dolur. Burada Filon onu nəzərə almır ki, maye *d* qabında borunun ağzına qədər çatdıqda oradan *hf* borusunun içərisinə daxil olur və beləliklə *c* qabından axan mayenin həcminə uyğun tarazlığa gəlir.



Şəkil 1.47. Şərab qabı.

Filonun düzəltdiyi pnevmatik qurğulardan bir çoxu “avtomatlara” aid olaraq bu və ya digər prosesin tənzimlənməsi üçün istifadə olunurdu. Şəkil 1.48-də özü tənzimlənən bir lampanın konstruksiyası verilmişdir. Bunun üçün içinə neft tökülən bir qab götürülür. Qabın ortasında bir boru

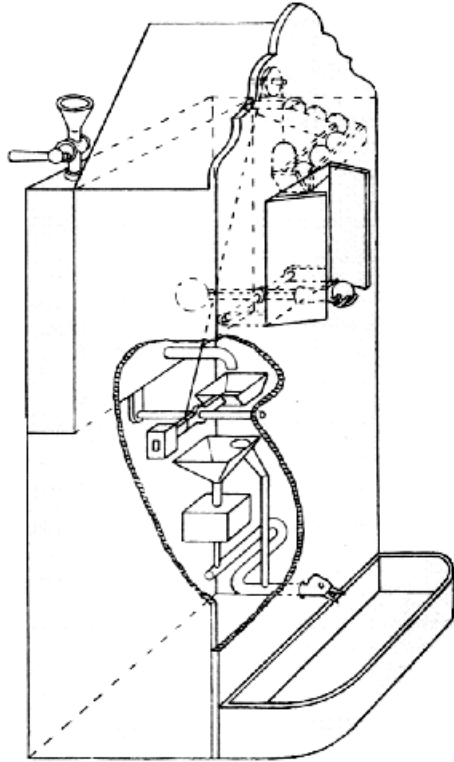


Şəkil 1.48. Lampa (en kəsiyi).

yerləşdirilir. Sonra qabın periferiyası üzrə tac şəklində lampalar quraşdırılır. Qabın ortasındakı boruya yumurta formalı bir çən keçirilir. Bu çəndən hər lampaya tərəf bir dəşik açılaraq oraya lüləklər taxılır. Çənə doldurulmuş neft böyük qaba o qədər axır ki, çənin aşağı hissəsindəki dəşik neftlə tutulur və çənə hava daxil ola bilmir. Lampalar yandıqda qabdakı neftin səviyyəsi aşağı düşür. Bu zaman çənin altındakı dəşik açılaraq çənə hava daxil olur və bunun nəticəsində lülələkdən

lazımı miqdarda neft axır. Bu proses, neft tamamilə yanana qədər davam edir.

Başqa bir avtomat əl yumaq üçün quraşdırılmışdır. Şəkil 1.49-da onun umumi quruluşu verilmişdir. Bu qurğu hündürlük istiqamətində iki qutudan ibarətdir. Yuxarıdakı qutunun arxa hissəsində eni və uzunluğu qutunun $\frac{1}{4}$ -ə bərabər olan çən yerləşdirilir. Çənin üst tərəfində qıf, qabaq hissəsinin alt tərəfində isə lülək bərkidilir. Lüləyin altında tərəzi oxuna bərkidilmiş qaşiq yerləşdirilir. Uc hissəsində qaşiq bərkidilmiş qolun o biri ucuna yük bağlanır. Bu yük qaşiq boş olduqda onu yuxarıya qaldırır. Qaşığa su dolduqda isə yük ona aşağı dönməyə imkan verir. Qaşiq aşağıya hərəkət etdikdə

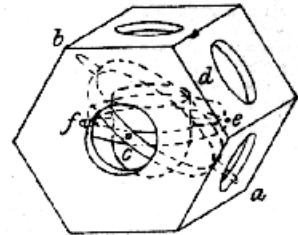


Şəkil 1.49. Əl-üz yuyan avtomat.

dönərək içərisindəki suyu altındakı qaba tökür. Yuxarıdakı qutuda, çənlə üzbuüz digər tərəfdə hərəkətli ox yerləşdirilir. Bu oxa ağac tir bərkidilir. Tirin bir ucuna ağacdan düzəldilmiş əl quraşdırılır. Tirin o biri ucuna əli həmişə yuxarı vəziyyətdə saxlamaq üçün yük bağlanır. Əlin üst hissəsində, onun bərabərində bir kanal yerləşdirilir. Kənlə sabun kürələr qoyulur. Kanalı sonunda sərbəst açıla bilən qapılar bərkidilir. Qapılar ipin köməyi ilə ucunda qaşiq olan tirin yük olan tərəfinə bağlanır. Qaşiq boş olduqda yük qolu döndərərək qaşığı yuxarıya qaldırır və qapıları

bağlı vəziyyətdə saxlayır. Qaşığa su dolduqda o, aşağıya hərəkət edir və qapılara bağlanan ip sərbəst buraxılır. Bu zaman sabun kürə ələ düşür, əl aşağıya hərəkət edərək qapıları itələyir və çölə çıxır. Sabun əldən götürüldükdə o yenidən yuxarı qalxaraq qutuya daxil olur və özü ilə iplə bağlanmış qapıları çəkərək bağlayır. Qaşıqdan tökülən su altıda yerləşdirilmiş qaba axaraq, oradan boru ilə hərəkət edərək aşağıdakı qutunun önündə yerləşdirilmiş iri qaba tökülür. Borunun ucundakı quş dimdiyinə oxşar olan başlıqdan su axaraq xaric olunur. Su aşağıya çatana qədər, adam əllərini sabunlamaq üçün, su qabdan qısa yolla nazik boru ilə tez ağızlığa axır. Təsvir olunmuş qurğunu dayandırmaq üçün çəndəki kranı bağlamaq kifayətdir.

Filonun işlərində bir çox maraqlı konstruksiyalara rast gəlinir. Məsələn, bizə bu gün Kardan ötürməsi kimi məlum olan konstruksiyaya oxşar olan mürəkkəbqabı hələ Filonun dövründə məlum idi (şəkil 1.50). Bu konstruksiyanı Filon belə təsvir edir: “*Biz mürəkkəb qabını səkkiz, altı, dörd, beş bucaqlı və ya başqa prizmatik formalı hazırlayırıq. Bu mürəkkəb qabının hər tərəfində mürəkkəb götürmək üçün bir yer vardır. Mürəkkəbqabı hansı üzünü üstə qoyulmasından asılı olmayaraq, həmişə bir deşik mürəkkəb götürmək üçün yuxarıya baxır. Bu deşikdən lələk mürəkkəbə batırılır və sonra bununla yazılır. Qabın daxilində a-b oxu üzrə bir üzük bərkidilir. Bu üzüyün üstündə c-d oxu üzrə başqa bir üzük yerləşdirilir. İkinci üzüyün daxilində e-f oxu üzrə qab bərkidilir və qab mürəkkəb üçün istifadə edilir. Bu qab ovsunlanmış su üçün istifadə edilən, tarazlıq halını almaq üçün avtomatik dönmə yəhudi qabı ilə oxşarlığı olduğundan, həm də yəhudi qabı adlandırılır...*” [1.45].

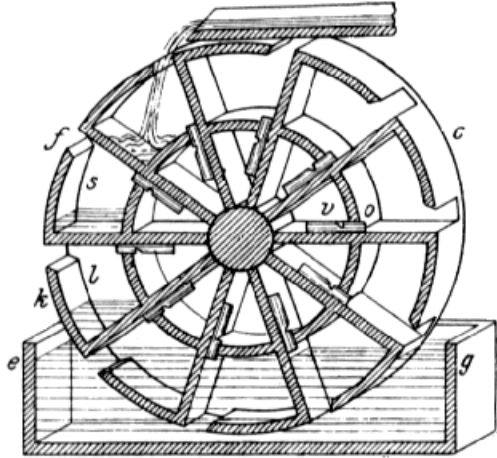


Şəkil 1.50. Mürəkkəb qabı.

Sıxılmış havadan istifadə edərək müxtəlif səslərin yaradılması üçün qurğuların hazırlanması da Filonu maraqlandıran məsələlərdən olmuş-

dur.

O "Pnevmatika" kitabında bunun üçün müxtəlif konstruksiyalar verir. Bu konstruksiyalardan ən maraqlısı fit çalan su çarxıdır (şəkil 1.51). Bunun üçün ağacdən və ya misdən müəyyən endə baraban formalı, suvarmada istifadə edilən çarxa bənzər bir çarx hazırlanır. Çarx diametri üzrə ikiqat doğuran səthdən (c) ibarətdir. Daxilində nəzərdə tutulan arakəsmələr çarxı 10 bərabər hissəyə bölür. Bu arakəsmə, xarici və daxili səthlər arasında kiçik kameralar əmələ gətirir. Kameralarda xarici səth üzrə kiçik dördküncdeşiklər (f) açılır. Şəkil



Şəkil 1.51. Fit çalan su çarxı.

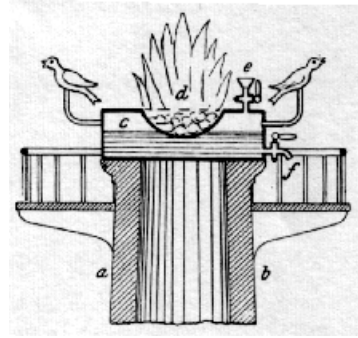
1.51-də v ilə işarələnmiş kamera ilə s kamerası arasında kiçikdeşiklər nəzərdə tutulur. Çarxın mərkəzi valının diametri xarici diametrin 1/3-nə bərabər olur. Çarxın alt hissəsində böyük su çəni yerləşdirilir (eg). Sonra çarxın üst tərəfində ağacdən hazırlanmış kanal qoyulur. Bu kanaldan axan su çarxın üstünə tökülürək, f deşiyindən kameraya daxil olur. Suyun həcmi müəyyən miqdara çatdıqdan sonra çarxı fırladır. Bu zaman içərisində su olan kamera (s) çarxı döndərir və böyük çəndə olan suya batır. Kameradakı hava tam çıxmağa macal tapmayaraq suda qapanır. Buraya iri çəndən daxil olan su havanı sıxışdıraraq, onu kameranın yuxarı hissəsindəki deşikdən çıxarır. Bu zaman kiçikdeşiklərdən püskürən hava fit səsi çıxarır. Çarx döndükcə fit çalma aramsız davam edir.

Şəkil 1.52-də qüllədə yerləşdirilmiş, buxarla işləyən başqa bir fit çalan qurğu təsvir olunmuşdur. Konstruksiyasından asılı olaraq bu qül-

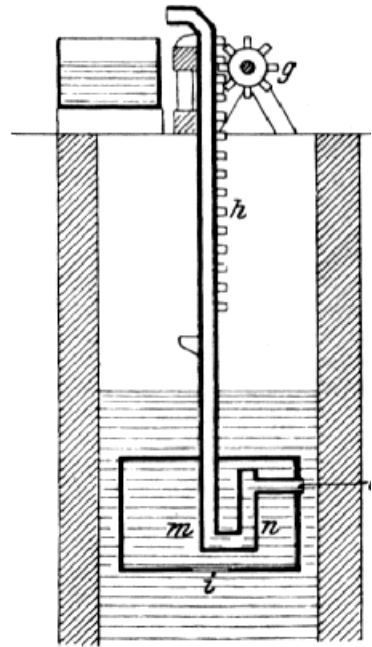
lələr ya fit çalır, ya da quş kimi cəh-cəh vurur. Bu şəkildə *ab* su qabı, *d* od, *e* su daxil olan yerdür. Bu yerdə su kranı yerləşdirilir. Qüllənin ətrafına su çənindən xaricə gedən borular bərkidilir. Bu boruların çıxışında müxtəlif fiqurlar, məsələn, quşlar yerləşdirilir. Su qaynadıqda, buxar borulardan keçərək quşların ağzından xaric olunur və burada səslər çıxarır.

Filonun quyudan su çıxarmaq üçün düzəltdiyi çarx öz orijinallığı ilə başqalarından fərqlənir. Şəkil 1.53-də bu çarx sxematik təsvir olunmuşdur. Bunun üçün ağacdan hər tərəfində çoxlu deşiklər olan qutu götürülür. Sonra onun ortasında dörd künc ağac boru yerləşdirilir. Bu borunun yuxarı ucu su quyusundan təxminən bir qol uzunluğunda xaricə çıxarılır və oraya çarx bərkidilir (*g*). Suyu yuxarıya qaldırmaq üçün çarxı fırlatmaqla qutu sudan yuxarıya qaldırılır. Sonra o, sərbəst aşağı buraxılır. Bu ağac qutu qurğuşunla örtülərək ağırlaşdırılır. Qutu suya batdıqdan sonra onun içərisindəki hava ağac boru ilə xaric edilir. Sonra bu əməliyyat yenə təkrar olunur. Borunun yuxarı hissəsində dişlər bərkidilir (*h*).

Qutunun aşağısında bir deşik (*i*) nəzərdə tutulur. Quyunun içərisinə uzanan ağac boru qutunun dibinə



Şəkil 1.52. Fit çalan qüllə.



Şəkil 1.53. Su qaldıran qurğu.

qədər uzanaraq, sonra yana dönür və burularaq yuxarıya qaldırılır. Borunun bu ucunda yandan başqa bir boru birləşdirilir. Qutu suyun üstünə qaldırıldıqdan sonra o hava ilə dolur və suya atıldıqdan sonra qutudakı hava borunun uc hissəsindən boruya daxil olaraq, xaric olmağa cəhd edir. Amma eyni zamanda yan tərəfdəki deşikdən boruya su daxil olmağa başlayır. Bu qutu suda *l* dərinliyinə çatana qədər baş verir. Bu zaman qutudakı havaya su tərəfindən olan təzyiq artır və bunun nəticəsində suyun boruya dolması dayanır. Boruya artıq daxil olmuş su sonra qutuda artan hava təzyiqi nəticəsində yuxarıya püskürdülür və borunun uc hissəsindən çıxaraq oradakı qaba tökülür. Suyun axması qutudakı hava qurtarana qədər davam edir. Sonra qutu yenidən suya atılır və proses təkrarlanır.

Filonun düzəltdiyi bu mexanizmlər o dövrdə “oyunçaqlar” kimi baxılsa da, onlar sonralar ixtira edilən bir çox enerji maşınlarının əsasını qoymuşlar. Antik dövrdə Filonun işləri onun davamçıları tərəfindən yüksək qiymətləndirilmişdir. Belə ki, məşhur Yunan mexaniki Heron bir neçə əsr sonra yazır: “...biz *ondan əvvəlkilərin işləri arasında Filonun işlərindən yaxşısını tapa bilmədik...*” Filon bəzi sınaqlarını Ktesibiosun işlərindən götürərək təkmilləşdirilmiş formada təkrar etmişdir. O başqalarından fərqli olaraq ilk dəfə “qarşılıqlı asılılıq” (cisimlərin strukturunda) haqqında nəzəriyyəni irəli sürmüşdür. Burada cisimlərin kiçik hissəciklərdən ibarət olması və bu hissəciklər bir-biri ilə qarışdırıldıqda, onların arasında bir əlaqənin yaranması fərziyyə edilir. Filon səhv olaraq izah edir ki, hissəciklər bir-birinə qarışdıqda onlar arasında yaranan cazibə gücü kifayət edir ki, hava ilə suyun qaldırılmasını və Klepsidranın işləməsini izah etmək mümkün olsun. Buna baxmayaraq, Filon antik dövrdə mövcud olan platonik fikirlərdən fərqli olaraq öz ideyalarını praktikada sınaqdan keçirmiş və bununla “klassik” Yunanıstanda mövcud olan atom, vakuum və astronomiya əleyhdarlarına ilk dəfə olaraq açıq-aşkar cavab vermişdir.

Romalı Vitruvi (b.e.ə. 16-cı il)

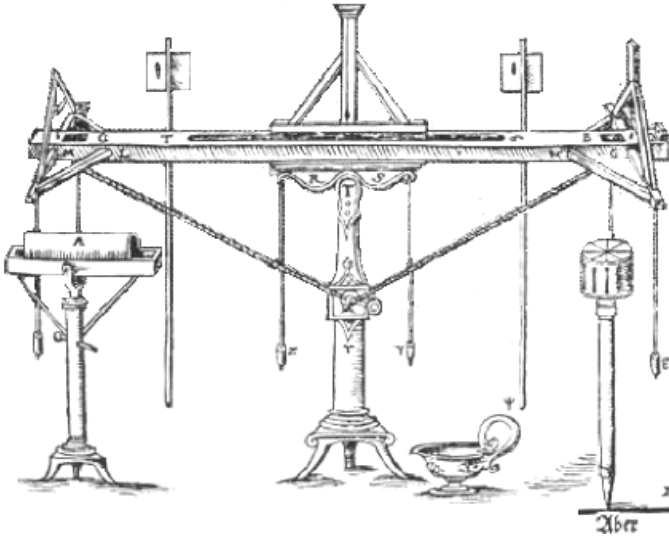
Bizim eranın əvvəlində yaşamış yunan yazıçıları onu sadəcə olaraq Vitruvius adlandırmışlar. XV əsrdən sonra onun tam adı ilə bağlı müxtəlif mülahizələr çap olunmağa başlamışdır. Ona görə də, onu çox vaxt Faventinin göstərdiyi kimi Vitruvius Pollio adlandırırlar. Roma imperatorları Sezar və Avqustun dövründə yaşamış Vitruvi böyük hökmdarlar üçün döyüş maşınlarının hazırlanmasına, vacib tikintilərin layihələndirilməsi və həyata keçirilməsinə rəhbərlik etmişdir. Ömrünün sonuna kimi Vitruvi sarayla yaxın münasibətdə olaraq imperatorun maliyyə yardımı ilə yaşayıb yaratmışdır. Onun yazdığı “Memarlıq haqqında on kitab” (yun. *De architectura libri decem*”) antik dövrdən bizə qədər gəlib çatan, öz dövrü üçün bu sahədə yeganə kitab olub, mühəndislik elminin əsaslarını müəyyən qədər özündə cəmləşdirən əsərdir [1.42]. O da məlumdur ki, Vitruvinin əlyazmasında onun tərtib etdiyi cizgilər toplusu itmişdir. Yalnız XV əsrdən sonra, onun işlərinə maraq artdığı dövrdə tərcüməçilər tərəfindən kitabda təsvir olunan qurğular mətn əsasında rekonstruksiya edilmişdir.

Vitruvi birinci kitabın III fəslində memarlıq haqqında yazır: “*Memarlıq üç hissədən ibarətdir: tikinti, saatların düzəldilməsi və maşınların qurulması*”. O, I–IX kitablarda tikinti sənətinin incəlikləri, su saatlarının düzəldilməsi və astronomiya haqqında öz fikirlərini təsvir etmişdir. Vitruvi X kitabda maşınların hazırlanmasından bəhs etdiyindən maşınqayıranlar üçün böyük maraq kəsb edir.

VII kitabda o yazır: ” ...*Maşınqayırma haqqında həmçinin Diades, Architas, Arximed, Ktesibios, Nymphodoros, Bizanslı Filon, Difiros, Democles, Karita, Polidos, Pirrhos, Aqesistaros (qədim yunan alimləridir) yazmışlar. Bunların kitablarından mən öz əsərim üçün gərəkli olan şeyləri götürərək, ümumi bir formada tərtib etmişəm, əsasən ona görə ki, yunanlardan mənim həmyerlilərimə nisbətən daha çox əsər çıxıb*”. Bununla o göstərir ki, romalılar o dövrdə maşınqayırma sahəsində heç bir orijinal şey ixtira etməmişlər, sadəcə olaraq bunları

yunanlardan öyrənmişlər.

VIII kitabında Vitruvi içməli suyun tapılması və su kəmərinin şəhərlərə çəkilməsindən bəhs etsə də, bizə onun V fəsildə təsvir ediyi nivelir cihazı haqqında informasiya maraqlıdır. O yazır: *“Mən indi Sizə su kəmərlərinin şəhər və evlərə necə çəkilməsindən bəhs edəcəyəm. İlkin iş nivelirləmədir. Nivelirləmə Diopter, su tərəzisi və ya da Korobatla (Chorobat) aparılır. Bunlardan ən dəqiqi Korobatdır, çünki, o biriləri qeyri dəqiq işləyirlər”*. Sonra kitabda Korobatin quruluşu təsvir olunur. 6 m uzunluğunda olan tarazlayıcı ağac əsas lövhə ştativ üzərində yerləşdirilir (şəkil 1.54).



Şəkil 1.54. Korobatin Valter Ruffa əsasən təsviri (1548).

Bu lövhənin hər ucunda perpendikulyar olaraq bir qol yerləşdirilir və əlavə çubuqların köməyi ilə əsas lövhəyə sərt bərkidilir. Şaquli vəziyyətdə olan qolların üzərinə yan tərəfdən əsas lövhəyə perpendikulyar olan xətlər çəkilir. Bu xətlər üzrə əsas lövhədən, iplər vasitəsilə hər iki tərəfdən qurğuşun yüklər asılır. Yüklərin ipləri çəkil-

miş xətlərlə üst–üstə düşən halda əsas lövhə taraz vəziyyətə gətirilir. Bu nivelirin küləkli havada tətbiqi üçün, qurğunun yüklərinin külək tərəfindən tərpənməsi zamanı xətalərin yaranmasını nəzərə alaraq, Vitruvi əlavə olaraq əsas lövhənin ortasında su tökmək üçün uzunluğu 1750 mm, eni 18,5 mm və dərinliyi 28 mm olan dördkünc yuva nəzərdə tutur. Bu yuvaya su tökdükdən sonra, suyun səviyyəsi əsasında lövhəni tarazlamaq olur.

Vitruvinin X kitabında sözü gedən “Maşınqayırmaya” keçməzdən əvvəl onu qeyd etmək lazımdır ki, o dövrdə “maşınların hazırlanması” bizə hal-hazırda məlum olan maşınqayırma qədər məhdud olmamış və ağacdan hazırlanmış maşınlarla bərabər, ağac karkaslar və başqa gövdə konstruksiyalarının hazırlanmasını özündə cəmləşdirən sahələri də əhatə etmişdir.

Kitabın girişində Vitruvi tikinti haqqında müqavilə bağlanması və onun uğurla həyata keçirilməsi üçün təlimatlar haqqında yazır və sonuncu abzasda maşınların bu müqavilələrin həyata keçirilməsində rolunu qeyd edir [1.42]: “ *Bu təkcə şəxsi evlərin tikilməsində yox, həm də məmurlar tərəfindən təşkil edilmiş, gecikmə hallarına yol verilməyən və hər şeyin tələsik şəkildə aparıldığı bayram oyunlarında, haradakı, qladiatorların forumda çıxışları və ya teatrda xalq üçün çıxışlar zamanı oturmaqları və çətiləri çəkmək üçün qurğuların düzəldilməsi və ümumiyyətlə səhnədə maşınların köməyi ilə xalqa təqdim olunan dekorativ qurğuların düzəldilməsi zamanı da belə olmalıdır. Bu işləri görmək üçün dərin düşüncəyə və savada malik bir şəxsə ehtiyac var, maşınların tətbiqi haqqında məlumatlara və xüsusi biliklərə malik olmadan bunların hazırlanması mümkün deyil...Və nə qanun, nə də vərdiş göstərişləri bunu məcbur edə bilər. Hər il Petarlar və Aedilen oyunları (döyüş səhnələri) maşınlarla düzəldilmiş qurğuların köməyi ilə hazırlandığından, mənə elə gəlir ki, nəhayət mən əvvəlki kitablarda binalar haqqında bəhs etdiyimdən, bu kitabda ümumi əsərin yekunu olaraq maşınqayırmanın əsaslarını uyğun ardıcılıqda göstərişlərlə izah edir”.*

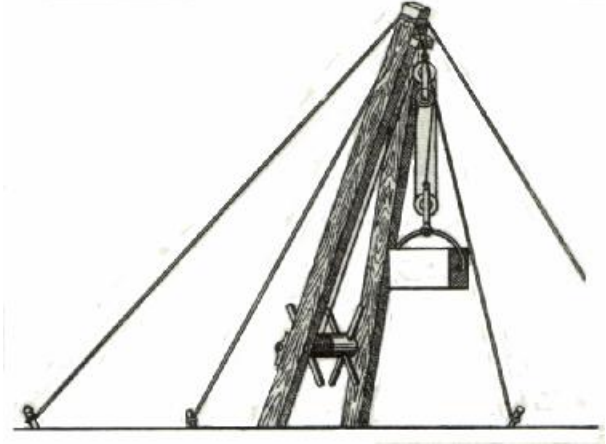
Vitruvi kitabın I fəslində o dövr üçün tipik olan, yalnız ağacdan hazırlanmış maşınlara tərif verməklə başlayır: *“Maşın bir-biri ilə əlaqədar olan, ağacdan düzəldilmiş və yüklərin qaldırılmasında böyük üstünlüyə malik olan yığımdır. O, yunanların Kiklə Kinesis adlandırdığı çevrə formalı süni fırlanma hərəkətinə gətirilir. Qaldırıcı maşınların ilkin forması yunanca “Akrobatikon” adlandırılır, ikinci növü yunanca “Pnevmatikon” adlanan hava ilə hərəkətə gətirilənlərdilər, üçüncü növ isə yunanca “Barilkon” adlanan yuk qaldıran maşınlardır”*.

Maşınların qısa tərifindən sonra bu fəsildə daha yeni bir tərifə, “alət”in tərifinə rast gəlinir. Burada maşınların daha mürəkkəb olması və bir neçə mexaniki hərəkəti yerinə yetirə bilməsi və bunun üçün bir neçə işçi qüvvəsinin tətbiq olunması qeyd olunur, məsələn, ballistlər, preslər və s. Alətlər isə mütəxəssislər tərəfindən yalnız bir işçi qüvvəsinin təsiri ilə məqsədli tətbiq edilir. Alətlərin tətbiqi kimi, torna dəzgahında çarxın tətbiqi, kotan, araba və gəmi misal gətirilir.

II fəsil qaldırıcı maşınların təsviri ilə başlayır. Öncə o, qaldırıcı maşınların düzəldilməsi ardıcılığını izah edir. *“Qaldırılan yükə uyğun olaraq yuxarıya iki ağac tir qaldırılır, bunların yuxarı ucları bir-biri ilə birləşdirilir. Tirlərin aşağı ucları bir-birindən müəyyən qədər aralanaraq, ayaq üstə qoyulur və kəndirlərin köməyi ilə yuxarı ucundan bağlanaraq dörd istiqamətdə yerlə bərkidilir (şəkil 1.55). Yuxarıdan dördkunc çərçivənin içərisində oxda hərəkətli yerləşən diyircəklər (polipast) asılır. Kəndir ortadakı diyircəyə dolanaraq aşağıdakı diyircəyə keçirilir. Sonra kəndir yuxarıdakı diyircəyə dolanaraq sərbəst ucu tirlər arasından aşağıya dartılır. O biri ucu isə yükü bərkitmək üçün nəzərdə tutulan üzüyə bağlanır. Dördkuncü tirlərin arxa tərəfində ayaqların bir-birindən çox aralı olan yerində sağanaq bərkidilir və bu sağanaqda val oturdulur. Valda kəndiri keçirmək üçün iki dəşik nəzərdə tutulur. Kəndirin digər ucuna ikibaşlı metallik çəngəl, onun dişləri isə öz növbəsində qaldırılacaq daşın üzərindəki dəşiklərə keçirilir. Əgər kəndirin o biri ucu vala sərt bağlanaraq val əl ilə fırladılsa, onda kən-*

dir vala dolanaraq gərilir və yükü yuxarıya lazım olan yerə qaldırır. Bu növ, 3 diyircəklə işləyən qaldırıcı maşınlar Trispastos (üç pilləli) adlanır. Əgər aşağı tərəfdə iki diyircək və yuxarıda üç diyircək bərkidilərsə, onda belə maşınlara “Pentaspastos” (beş pilləli) deyilir.”

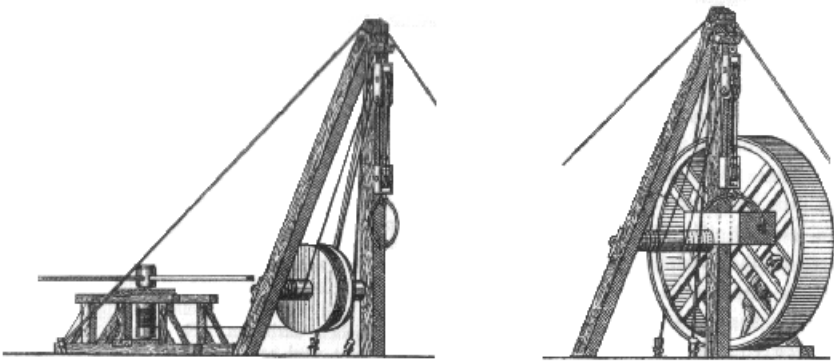
Sonra Vitruvi iri həcmli yükləri asanlıqla qaldırmaq üçün işlənən maşınların sazlanması metodunu təsvir edir. Bunun üçün yuxarıda təsvir olunmuş krandan fərqli olaraq ucundan yük asılmış kəndir əl ilə fırladılan vala yox, onun üzərindəki



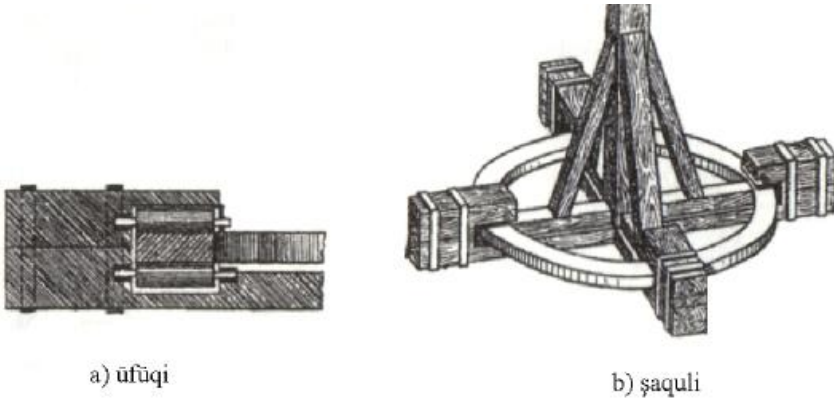
Şəkil 1.55. Qaldırıcı kran.

çarxa bağlanır (şəkil 1.56). Yunanlar bunu Ampirion adlandırırlar. Bu çarx öz növbəsində kəndirin köməyi ilə iri qolu olan vala bağlanır.

Birincidən fərqli olaraq Vitruvi burada qoşa diyircəklərdən istifadə olunmasını təsvir edir. Kəndiri 3 cərgədə yerləşmiş qoşa diyircəklərdən müəyyən ardıcılıqla keçirdikdən sonra, ağır yükün qaldırılmasına tətbiq edilən işçi qüvvəsini bir neçə dəfə azaltmaq mümkün olur (şəkil 1.56). Daha bir variant yüklə bağlanmış kəndirlə əlaqədə olan valı fırlatmaq üçün bu vala iri diametrli barabanın bərkidilməsindən ibarətdir. Barabanın içərisindəki adam irəliyə hərəkət etdikdə, onun ağırlığının təsirindən baraban fırlanır və nəticədə kəndir vala dolanaraq diyircəklərin köməyi ilə ağır yükü asanlıqla qaldırmağa imkan verir (şəkil 1.56). Bundan əlavə Vitruvi konstruksiyaca sadə olan qaldırıcı qurğunun təsvirini verir. Burada bir tirdən və 4 ötürməli diyircəklərdən istifadə edilərək nisbətən kiçik həcmli yükləri qaldırmaq olur.



Şəkil 1.56. Ağır yüklərin qaldırılması üçün kranlar.

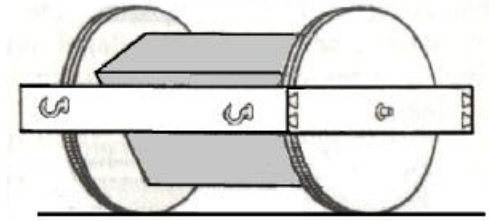


Şəkil 1.57. Dönən kranlar.

Bu maşınların tətbiqinə gəlincə Vitruvi yazır:” *Yuxarıda təsvir edilən maşınlar yalnız qeyd olunan formada yox, həm də bəzən şaquli, bəzən isə üfüqi vəziyyətdə kran döndərən lövhənin üzərinə bərkidilərək gəmilərin yüklənilib- boşaldılmasında istifadə olunur. Göstərilmiş mexanizmin köməyi ilə gəmilərin quruya çıxarılması da əhəmiyyət kəsb edir*”.

Buradan göründüyü kimi o dövrdə kranlar yalnız tərpənməz şəkildə yox, həm də döndən lövhə üzərində bərkidilərək, onların çevikliyi artırıl-

mişdir. Müxtəlif mənbələrin verdiyi cizgilərə əsasən bu lövhələr şəkil 1.57-dəki kimi 4 yastıqda yerləşdirilir. Üfiqi vəziyyətdə yerləşmiş kranın sxematik təsviri şəkil 1.57, a-da verilmişdir. Gövdə tərpənməz olaraq gəmilərdə və ya divarlar üzərində bərkidilir. Kran başlığı isə üfiqi müstəvi üzrə dönmək imkanına malikdir. Vitruvi fəslin sonunda iri diametrli diyircəklərin yüklərin daşınmasında tətbiqindən bəhs edir. Döyüş meydanlarındakı kələ-kötürlüklərin hamarlanmasında tətbiq edilən diyircəklərə istinad edərək, o ağır

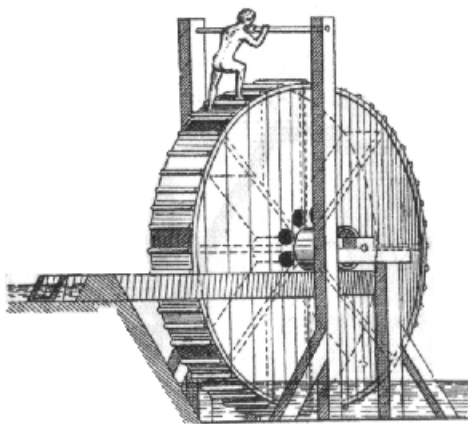


Şəkil 1.58. Yüklərin daşınması.

yüklərin nəqlində tətbiq olunan diyircəklərin təsvirini verir. Məsələn, böyük daşları daşımaq üçün onun hər iki tərəfinə çarxlar birləşdirilərək xüsusi çərçivəyə keçirilir (şəkil 1.58). Çərçivənin önündəki çəngəllərə ölkülər qoşularaq çəkilir. Beləliklə, öz oxu ətrafında fırlanan daş asanlıqla bir nöqtədən başqa nöqtəyə nəql edilir. Vitruvinin işlərindən həm də məlum olur ki, o dövrdə küçələrin diyircəklərlə hamarlanması geniş yayılmış.

III fəsildə Vitruvi Aristotelin “*Mexaniki problemlər*” əsərinin bir hissəsini “Bütün hərəkətlərin elmindən, düz xətt və çevrə” adı altında yenidən araşdırdıqdan sonra IV fəsildə su nəql edən maşınlardan bəhs edir. O yazır: “*Mən indi su nəql etmək üçün ixtira edilmiş maşınları təsvir etmək istəyirəm. Öncə su götürən maşın haqqında danışmaq istəyirəm. Bu maşın suyu yuxarı qaldırmasa da, suyu tez və böyük miqdarda götürür. Ağac val torna dəzgahında yonulur və hər iki tərəfinə dəmir ox keçirilir. Bu valda, üzərinə bir-birinə taxılmış hücrələrdən ibarət olan baraban oturdulur (şəkil 1.59). Ağac val dirəklərin üzərinə qoyulur və dəmirlə örtülür. Barabanın içərisinə, valdan barabanın doğurana qədər uzanan arakəsmələr keçirilərək onu 8 bərabər hissəyə bölürlər.*

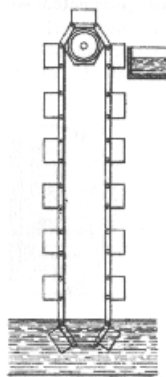
Barabanın silindrik doğurunu əmələ gətirən hücrələrin dibi yarım ayaq ölçüsündə açıq olur ki, buradan barabanın içərisinə su keçə bilsin. Sonra mərkəzi oxun ətrafında, barabanın daxilindəki arakəsmələrə uyğun olaraq 8 dəşik açılır. Barabanlar gəmilərdə olduğu kimi, insanların ayaqları ilə fırladılır və silindrin xarici səthindən daxilə dolan su



Şəkil 1.59. Su götürən çarx.

ox ətrafındakı dəşiklərdən çıxaraq lazım olan yerə axır. Beləliklə, bağların suvarılması üçün böyük miqdarda su verilir.

Əgər suyu hündür yerə qaldırmaq lazımdırsa, onda həmin üsul aşağıdakı kimi dəyişikliyə məruz qalır. Aparıcı valın ətrafına lazım olan hündürlüyə uyğun olaraq baraban bərkidilir və onun yan tərəfində ağız aşağıya yönələn, mumla kipləşdirilmiş kub formalı qutular bərkidilir. Çarx ayaqla fırladılan zaman su ilə dolu qutular yuxarıya qaldırılır və su tökülür, qutular yenidən aşağıya hərəkət edərək su çənindən suyu götürür.



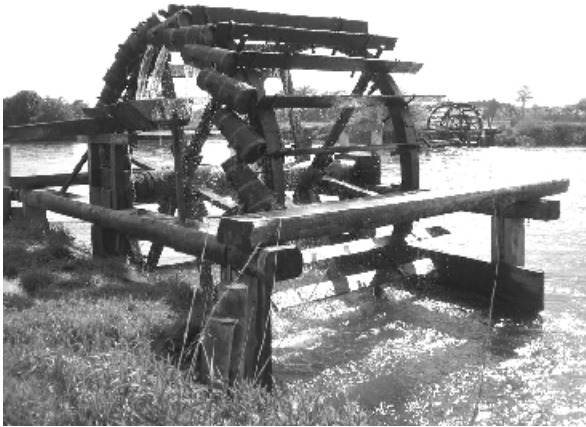
Şəkil 1.60. Zəncirli su maşını.

Əgər suyu daha hündür yerə qaldırmaq lazım gələrsə onda vala iki cüt dəmir zəncir bağlanır və aşağıya, suya qədər sallanır (şəkil 1.60).

Bu zəncirdən bürüncdən, hər birinin həcmi 3,28 l olan vedrələr asılır. Val fırlandıqda zəncirdə bağlanmış vedrələr suya bataraq dolur və yuxarıya qaldırılır. Bu vedrələr valın üzərindən keçdikdə aşmağa məcbur edilir və onun

içərisində olan su yuxarıda yerləşdirilmiş çənə tökülür.”

V fəsildə su çarxı belə təsvir olunur: *”Çaylarda, yuxarıda təsvir olunmuş üsulla su götürən çarxlar qurulur. Bu çarxların xarici səthində axar su tərəfindən hərəkətə gətirilərək çarxı fırlanmağa məcbur edən pərlər bərkidilir. Beləliklə, onlar qutularla suyu götürərək, işçilər tərəfindən hərəkətə gətirilməsi lazım olmadan yuxarıya qaldıraraq lazım olan miqdarda suyu verir (şəkil 1.61).*



Şəkil 1.61. Mörendorf (AFR) yaxınlığında rekonstruksiya olunmuş qədim su götürən maşın.

Bu üsulla, həmçinin su dəyirmanları hazırlanır, haradakı hər şey yuxarıda olduğu kimi qalır, yalnız valın bir ucuna dişli çarx keçirilir (şəkil 1.62). Sonra bu dişli çarxa ikinci, üfiqi yerləşdirilmiş çarx ilişdirilir. Beləliklə, su ilə fırlanan vala keçirilmiş çarx üfiqi yerləşmiş çarxın dişlərini hərəkətə gətirməklə dəyirmanın daşlarını fırladır. Bu maşınlarda taxıl yuxarıda asılmış ağızlıq vasitəsilə daşların altına verilir və onun fırlanması nəticəsində üyüdülmür”.

Vitruvinin təsvir etdiyi bu dəyirmanlarda yenilik ondan ibarətdir ki, o dövrdə artıq məlum olan heyvanlar və ya qullar qoşulmaqla fırladılan

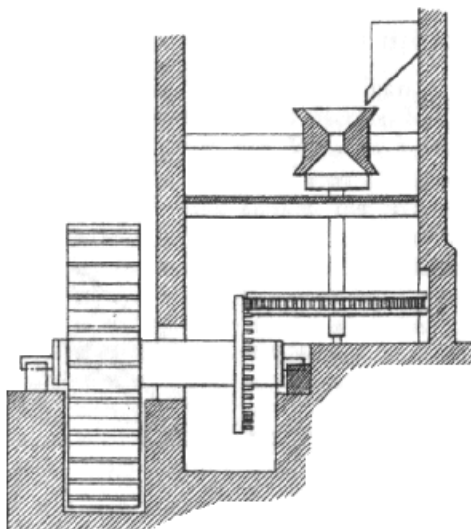
dəyirman daşlarından fərqli olaraq, burada axar suyun enerjisindən istifadə olunmuşdur.

VI fəsildə Vitruvi su nəql etmək üçün istifadə edilən “su vinti” və ya Arximed vinti (bax s. 54) adlanan qurğunun hazırlanmasından bəhs edir. O, vintlərin ağacdən kəsilməsini ətraflı izah edəndən sonra, fəslin sonunda düzbucaqlı üçbucağın tapılmasında Pifaqora istinad etdiyi qeyd edir: “*Pifaqor bizə göstərir ki,*

düzbucağı hər hansı bir ustanın əl işinə ehtiyac olmadan tapmaq olar və ustaların bucağın qiymətini dəqiq təyin edə bilmədikləri halda, düzbucaq, əgər verilən göstərişə uyğun hesablanarsa asanlıqla və xətasız təyin edilə bilər. Bunun üçün birinin uzunluğu təxm. 90 sm, o birininki 120 sm və üçüncününkü 150 sm olan 3 xəttkeş götürülür. Bu xəttkeşlər bir-biri ilə üçbucaq formasında birləşdirildikdən sonra tam xətasız düzbucaq əmələ gələcək.”

Sonra Vitruvi VII və VIII fəsillərdə Ktesibiosa məxsus olan, Heronun işlərindən məlum olan su nasosunun və orqanın quruluşunu və işləmə prinsipini verir. Bu konstruksiyalar haqqında məlumatlar Heronun işlərində verildiyindən burada bir daha baxılması məqsədəuyğun deyil.

IX fəsildə Vitruvi məsafəni ölçmək üçün istifadə edilən bir qurğunu təsvir edir. Bu qurğu Taksameter (yun. *Taxameter*) adlanır (şəkil 1.63). Onun Heronun Odometrindən fərqi ondan ibarətdir ki, bu qurğunun köməyi ilə gədilən məsafəni həm quruda, həm də suda ölçmək müm-



Şəkil 1.62. Su dəyirmanının sxemi.

kündür.

Bu haqqda Vitruvi yazır: “ Əgər söhbət arabadan gedirsə onda təkərin diametri 1,2 m olmalıdır, belə ki, bir dövrdə təkər 3,5 m yol qət edir. Təkərin oxuna içəri tərəfdən bir dişli olan və oxla birlikdə fırlanan çarx tərpnəməz keçirilir.

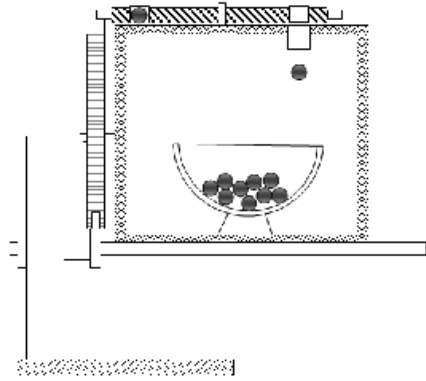
Bundan əlavə arabanın üzərinə qutu qoyulur.

Qutunun yan tərəfinə öz oxu ətrafında fırlana bilən 400 dişli olan çarx yerləşdirilir. Bu dişli çarx arabanın oxuna keçirilmiş dişli çarxla birləşdirilir. 400 dişdən əlavə bu çarxa yan tərəfdən bir diş bərkidilir. Qutunun üst

tərəfində üfqi vəziyyətdə üçüncü bir dişli çarx

yerləşdirilir və o yan tərəfdəki çarxın tək dişinə ilişdirilir. Üst tərəfdəki çarxda hər dişin arxasında bir deşik açılır və bu deşiklərin içərisinə kiçik daşlar qoyulur. Qutunun üst tərəfində bir deşik açılır və buradan boru keçirilir. Bu boru çarxın deşiyi ilə üst-üstə düşdükdə çarxa qoyulmuş daş bu deşikdən keçərək qutunun içərisindəki bürünc qaba düşür....Oxdakı kiçik dişli çarx 400 dəfə döndükdə üst tərəfdəki çarx bir dəfə dönür, beləliklə 1 Mil (1 Mil =1,48 km) yol qət edilmiş olur. Arabanın içinə düşən hər daşdan hər qət edilmiş Mil bilinir. Qutuya tökülmüş daşların ümumi sayına əsasən bir gündə qət edilmiş yolu hesablamaq olur.

Gəmilərdə də gedilən yolun tapılması bu üsula kiçik bir dəyişiklik etməklə həyata keçirilir. Bunun üçün ağac valın ucuna üzərində pərlər olan çarx keçirilir. Bu çarx suya bataraq hərəkət zamanı fırladılır”. Bu çarxla isə yuxarıda, quruda məsafəni ölçmək üçün təsvir olunmuş aparat birləşdirilir.



Şəkil 1.63. Taksameterin quruluşu.

DAVAMI