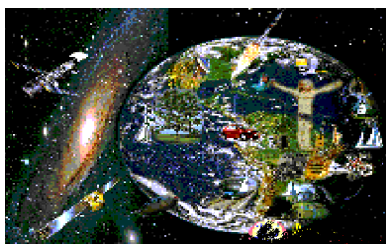


Revista TEHNOCOPIA



Revistă științifico-didactică

semestrială

2(13) 2015

Chișinău

Revistă științifico-didactică cu statut de publicație științifică de profil *pedagogie, tehnică.*

Revista apare în colaborare științifică cu Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți din Republica Moldova

Proces-verbal nr.11 al ședinței Senatului U.S. „Alec Russo” din 25.06.2008, proces-verbal nr.13 al ședinței catedrei Tehnică și Tehnologii din 23.06.2008

Colegiul de redacție:

Bocancea Viorel – dr., conf. univ., Universitatea de Stat din Tiraspol cu sediul în Chișinău

Briceag Silvia – dr., conf. univ., Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

Cantemir Lorin – dr. ing., prof. univ., Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași, Membru al Academiei de Științe Tehnice a României

Carcea Maria – dr., prof. univ., Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași,

Ciupan Cornel - dr. ing, prof.univ.,Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca

Dulgheru Valeriu – dr. hab., prof. univ., Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău

Enciu Valentina - conf. univ., Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

Fotescu Emil – dr., conf. univ., Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

Guțalov Lilia – dr., prof., gimnaziul Al. Ioan Cuza, Bălți

Hubenco Dorina – dr., conf. univ., Universitatea Pedagogică de Stat „Ion Creangă”, Chișinău

Kalițchii Eduard – dr., Institutul Învățământului Profesional, Minsk, Belarusia

Nițuca Costică – dr. ing, lector univ., Universitatea Tehnică „Gh. Asachi”, Iași

Paiu Mihail – dr., conf. univ., Universitatea de Stat din Moldova, Chișinău

Patrașcu Dumitru – dr. hab., prof. univ., Academia de Administrare Publică de pe lângă Președintele Republicii Moldova, Chișinău

Rumleanski Mihail - dr., conf. univ., Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

Sirota Elena - dr., conf. univ., Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

Șmatov Valentina - dr., conf. univ., Universitatea de Stat „Alec Russo”, Bălți

Director – **Emil Fotescu**

Redactor-șef – **Lilia Guțalov**

Redactor literar – **Valentina Enciu**

Procesare computerizată – **Maria Fotescu**

Adresa redacției: str. Pușkin, 38, 3100, Bălți, Republica Moldova

Tel.: GSM 068720108;

e-mail: emilfotescu@list.ru

Tipar executat: Tipografia „IROCART” S.R.L.

Revista poate fi abonată prin intermediul Întreprinderii de Stat „Poșta Moldovei”

Indexul de abonament PM31989

ISSN 1857-4904

Cuprins

Teorie: viziuni novatoare

- Valeriu CAPCELEA. Filosofia tehnicii – domeniu autonom de cercetare filosofică a impactului tehnicii asupra dezvoltării sociale** 5
- Василий МЕЛЬНИК. Электронская обработка полупроводниковых материалов** 16
- Lilia GUȚALOV, Emil FOTESCU. Activități orientate spre formarea și dezvoltarea gândirii divergente la elevii claselor primare în cadrul lecțiilor de matematică** 27
- Василий ШАРАГОВ. Использование особенностей стеклообразного состояния вещества для повышения физических и химических свойств промышленных стеклоизделий** 36

File din istoria tehnicii și tehnologiei

- Teodora-Camelia CRISTOFOR, Ana-Lăcrămioara LEON. Femei care au schimbat lumea** 45
- Mihail POPA. Istoria descoperirii termometrului și a scărilor de temperatură** 58

Didactică

- Mihail POPA. Trei variante diferite ale unei lucrări de laborator de fizică** 72
- Eugeniu Cibota Instruire asistată de calculator la orele de fizică și discipline tehnice** 79

Contents

Theory: new visions

- Valeriu CAPCELEA. The philosophy technic – autonomous area of philosophical research on technic impact of social development** 5
- Василий МЕЛЬНИК. The manufacture of semiconductor materiels through the electrical method** 16
- Lilia GUȚALOV, Emil FOTESCU. Activities directed to the formation and development of divergent thinking at the pupils of primary school during the mathematic lessons** 27
- The use of state peculiarities of the glass substance to improve the physical and chemical properties of the industrial objects** 36

Facts from history of Technique and Technology

- Teodora-Camelia CRISTOFOR, Ana-Lăcrămioara LEON Women that changed the world** 45
- Mihail POPA. The history of discovery thermometer and temperature scale** 58

Methodology

- Mihail POPA. Three different versions of a laboratory work of physics** 72
- Eugeniu Cibota. The instruction accompanied by computer to the lessons of physics and technical disciplines** 79

Teorie: viziuni novatoare

FILOSOFIA TEHNICII – DOMENIU AUTONOM DE CERCETARE FILOSOFICĂ A IMPACTULUI TEHNICII ASUPRA DEZVOLTĂRII SOCIALE

Valeriu CAPCELEA,

doctor habilitat în filosofie, conf. univ.,
secretar științific al Filialei Bălți a Academiei
de Științe a Moldovei m. Bălți,
tel: (373) 231-79-100;
email: vcapcelea@mail.ru

Abstract :

In this article problems concerning the philosophy of technique are approached , which represent a form of applied theoretical philosophy, because in the XX-XXI century, the development of the technique, it`s place and it`s role in society, it`s importance for the future of human civilization becomes an object of systematic research. At the beginning it is made a brief overview in the development of the concepts of the philosophy technique from the XiX-XX century through the analysis of the works of E. Kapp, Al. Espinas, Fr. Dessauer, M. Heidegger, K. Jaspers, Ortega y Gasset and N. Berdiaeff. Moving on, the author refers to the subject of the philosophy of technology, which researches : firstly, the phenomenon of the technique in general, secondly, not only the intrinsic development, but also the place and role of the technique in the general social development, thirdly it is taken into consideration a comprehensive historical perspective. Also, her two objectives are clarified: the design of the technique, the clarification of it`s nature and it`s essence which was generated not only by such a technique, but also the entire contemporary „technical civilization”, the search within the philosophy technique of ways to solve a technique crisis, and it`s impact over the post-modern society. In the end it is noticed the fact that the concepts of philosophy technique will give the opportunity to clarify not only the essence of the technique as a social phenomenon, but also the understanding the place of the technique in the culture and in the social existence, using the historical and structural approach in the studies dedicated to the technique.

Key-words: *philosophy, philosophy of art, technology, science, techno genic civilization.*

1. INTRODUCERE

În mod tradițional, filosofia timp de milenii a fundamentat și dezvoltat bazele teoretice ale concepției despre lume, a abordat problemele axiologice, a argumentat bazele logico-metodologice ale științei. Astăzi, în condițiile creșterii diferențierii

cunoașterii științifice, filosofia ia parte în mod activ la procesele de integrare, la sinteza realizărilor unor științe concrete în tabloul științific al lumii. Trebuie să remarcăm faptul că filosofia de la începuturile sale a avut și are un caracter practic (să ne amintim de filosofia practică a lui Aristotel).

În sec. al XXI-lea, pe fundalul proceselor de globalizare a lumii, a constituirii societății informaționale, a acutizării problemelor globale ale contemporaneității, este firesc ca filosofia ca orice altă formă tradițională a spiritului să treacă prin transformări profunde. Aceste transformări sociale cer ca să se producă schimbări temeinice și în cultura filosofării și anume: schimbarea scopului filosofării; formarea unui nou limbaj și stil de gândire; tratarea lumii în care noi trăim ca ea să fie înțeleasă. Pentru a îndeplini acest deziderat, trebuie să se producă o cotitură radicală în filosofie prin apariția unui nou mod de viziune spirituală, o nouă modalitate de dezvoltare și reprezentare a lumii, printre care și tratarea problemelor ce țin de esența științei și tehnicii, rolul lor în societatea contemporană. Actualmente, acest caracter practic a filosofiei se manifestă plenar prin apariția unor forme noi de filosofie care poartă un caracter aplicativ ce tratează diferite sfere și fenomene ale vieții sociale: filosofia tehnicii, filosofia socială, filosofia dreptului, filosofia istoriei, filosofia religiei, filosofia fizicii, biologiei, etica aplicată, deontologia profesională, etica ecologică etc.

2. CONȚINUTUL PROPRIU-ZIS

Astăzi sporirea forțelor tehnice ale umanității generează nu numai criza ecologică în natură, dar paralel, se produce o criză de proporții în sfera culturală și socială a existenței sociale. Odată cu apariția noilor posibilități tehnice are loc restructurarea relațiilor sociale deoarece tehnica și noile tehnologii propun noi forme ale interacțiunilor, care, în mod corespunzător, trebuie să conducă la un anumit consens, la formarea normelor și valorilor etice adecvate pentru aceste condiții.

În sec. al XX-lea dezvoltarea tehnicii, locul și rolul ei în societate și importanța ei pentru viitorul civilizației umane a devenit un obiect al cercetării sistematice. Nu numai filosofii, dar și inginerii încep să acorde o atenție sporită problemelor conceperii tehnicii [a se vedea: 1, 4].

Primul filosof care a abordat în mod concret problemele filosofiei tehnice a fost germanul *E. Kapp* (1808-1896), care a publicat în anul 1877 opera *Trăsăturile fundamentale ale filosofiei tehnicii* în care a unit două noțiuni care până atunci erau incompatibile „filosofie” și „tehnică”. Această operă este considerată piatra de temelie a filosofiei tehnicii, iar laitmotivul lucrării în cauză se fundează pe principiul „organoproiecției” conform căruia tot ce creează omul în mod inconștient reproduce organele sale cunoscându-se pe sine însuși, reieșind din aceste creații artificiale. După *E. Kapp*, uneltele, instrumentele și armele reprezintă o continuare (o proiecție) a organelor omului, idee care a fost promovată în filosofie începând cu Aristotel încă din antichitate și până la filosoful american din sec. al XIX-lea, *R. Emerson*. *Kapp* i-a conferit acestei concepții o dezvoltare sistematică. Ulterior, filosofia tehnicii a fost dezvoltată de mulți filosofi, printre care, trebuie să-i remarcăm pe francezul *Al. Espinas* (1844-1922), germanii *Fr. Dessauer* (1881-1963), *M. Heidegger* (1889-1976), *K. Jaspers* (1883-1969), spaniolul *Ortega y Gasset* (1883-1955), rusul *N. Berdiaeff* (1874-1948) etc.

Al. Espinas în lucrarea *Apariția tehnologiei*, formulează noțiunea de „tehnologie” care este interpretată în calitate de învățătură despre artele utile, care scoate la iveală caracterul ei istoric fundamental, ca mai apoi să ofere posibilitatea de a identifica legile fundamentale ale practicii umane pentru a le transforma într-o „praxiologie generală”. În opinia lui, tehnologia generală este o știință despre totalitatea regulilor practice ale artelor și tehnicii, care se dezvoltă în societățile mature la anumite trepte ale dezvoltării civilizației. După *Espinas*, tehnologia cuprinde trei tipuri de probleme, în dependență de cele trei puncte de vedere prin care poate fi examinată tehnica. În primul rând, este posibil de efectuat o descriere analitică a meșteșugurilor în dependență de faptul cum ele există la un anumit moment și într-o anumită societate, identificând diverse tipuri, iar apoi ele trebuie clasificate, ce corespunde punctului de vedere statistic asupra tehnicii, care oferă posibilitatea de a se constitui morfologia tehnologiei. În al doilea rând, se poate de studiat în ce condiții, în virtutea căror legi se identifică grupul de reguli și cum ele se manifestă în activitatea practică. Aceasta reprezintă punctul de vedere dinamic asupra tehnicii, rezultatul căreia se încheie cu fiziologia tehnologiei. În al treilea rând,

îmbinarea celor două puncte de vedere, dinamic și statistic, oferă posibilitatea de a cerceta apariția, apogeul și declinul fiecărui din aceste organe în societatea dată, sau poate fi concepută *evoluția tehnicii* umanității începând cu cele mai simple forme și finalizând cu cele mai complicate, prin alternanța tradițiilor și invențiilor care constituie ritmul acestei evoluții.

Filosoful *Fr. Dessauer* a studiat problema provenienței tehnicii și a esenței ei. În prima jumătate a sec. al XX-lea el a publicat un șir întreg de lucrări: *Cultura tehnică* (1908), *Filosofia tehnicii. Problema realizării* (1927), *Spiritul în sfera tehnicii* (1945), iar în 1956 a văzut lumina tiparului lucrarea *Polemica în jurul tehnicii*. În opinia lui, cunoștințele științifico-tehnice în virtutea dezvoltării industriei contemporane devin o modalitate de existență a omului în lume. Analizând actul creației tehnice, Dessauer a ajuns la concluzia, că ea se realizează într-o armonie perfectă cu legile naturii prin intermediul scopurilor umane, însă ele nu reprezintă condițiile suficiente ale invenției. El postulează existența unor idei tehnice supreme, care nu se nasc în rațiunea umană, dar numai sunt recepționate de oameni. Ideile tehnice, în opinia lui, reprezintă gândurile lui Dumnezeu, o manifestare a spiritului iluminat al creatorului.

În lucrările sale, *M. Heidegger*, abordează un cerc amplu de probleme, care au o atribuție nemijlocită la tratarea problemelor legate de filosofia tehnicii, apariția și specializarea științelor, legătura științei și tehnicii, viitorul ei [a se vedea: 7]. În opinia lui, tehnica este o modalitate de autorealizare a omului, ce este primară față de societate. Filosoful german respinge concepția conform căreia tehnica este un mijloc în mâinile omului, ci dimpotrivă, anume omul este „dat” tehnicii, este „solicitat” de ea. În aceasta constă izvorul pericolului care îl paște pe om, însă, Heidegger consideră că soarta omului nu reprezintă o constrângere fatală, ci viceversa, deoarece descoperind esența tehnicii noi suntem copleșiți de responsabilitatea eliberatoare și avem posibilitatea să ne salvăm. Lupta decisivă cu esența tehnicii, în opinia lui, trebuie să se dea în domeniul artei, care reprezintă prin sine un fenomen istoric înrudit, dar cu o esență opusă în mod radical.

M. Heidegger arăta că consecințele invaziei tehnicii sunt multiple, iar într-o perspectivă mai îndepărtată, sunt chiar foarte greu de prognozat. Determinismul tehnologic poate fi fatal pentru om în acel sens, că el conține în sine ceva imprezicibil și preconcepțat în gândire, comportament și conștiință. Filosoful arăta că tehnica nu construiește pur și simplu „lumea tehnică”, dar supune dictatului său aproape tot spațiul existențial. Logica ce îi este proprie tehnicii pătrunde în dimensiunea socială și umană a istoriei, iar rațiunea ei instrumentală distruge toată conștiința epocii.

K. Jaspers în lucrarea *Izvoarele istoriei și scopul ei* tratează tehnica ca un factor nou în istoria mondială [8, p. 28, 288]. El cheamă spre conștientizarea epocii contemporane și ajunge la concluzia, că numai la scală istorică devine clar ce schimbări profunde au loc astăzi, ele fiind pregătite timp de două secole. Aceste schimbări nu pot fi comparate cu nimic ce este cunoscut de oameni în istoria a cinci milenii care au trecut [a se vedea: 9]. *K. Jaspers* separa în istoria mondială o etapă particulară – „era științifico-tehnică”: ea a fost pregătită la sfârșitul epocii medievale, iar în sec. al XVII-lea a obținut o fundamentare spirituală, în sec. al XVIII-lea – dezvoltare, iar în sec. al XX-lea un salt amețitor. Filosoful german separă și concepse tehnica ca un element important al epocii noastre, care influențează dezvoltarea mondială, evoluția istoriei civilizației umane. Odată cu apariția tehnicii contemporane totul se schimbă, fapt ce a marcat prin sine o sporire bruscă a dinamicii sociale.

Abordând locul și rolul tehnicii în epoca contemporană, *K. Jaspers* remarcă veacul tehnicii și consecințele lui, care se pare că nu va lăsa pe pământ nimic din ceea ce omul a creat în domeniul muncii, vieții, gândirii, simbolicii, timp de milenii. Natura își schimbă înfățișarea sub influența tehnicii și viceversa, asupra omului are o influență mediul înconjurător. În fața lumii care nu era cucerită omul era liber în mod relativ, însă în fața naturii a două, pe care el o creează prin intermediul tehnicii, el se poate sufoca. Tehnica, în opinia lui, a transformat tot ce există într-un mecanism tehnic, iar planeta în întregime, într-o fabrică unică. Astfel, s-a produs ruperea omului de la pământ, de la esența existenței sale autentice.

Ortega y Gasset tratând problemele tehnicii indica asupra duplicității omului – el se deosebește de natură și, în același timp, prin intermediul tehnicii el se contopește cu ea. În opinia lui, lumea contemporană a făcut posibilă apariția a trei factori: *democrația liberală, știința experimentală și industrializarea* (factorul doi și trei pot fi uniți prin denumirea de tehnică). El consideră că tehnica contemporană a apărut din combinația capitalismului cu științele experimentale. Totodată, el subliniază că nu orice tehnică are un caracter științific. Numai tehnica europeană contemporană, în opinia lui Ortega, se fundează pe știință, iar de aici se trage trăsătura ei specifică – posibilitatea dezvoltării ei infinite, deoarece tehnica altor țări și epoci anterioare (Mesopotamia, Egiptul antic, Grecia și Roma antică etc.) întotdeauna a atins limitele sale pe care nu le putea depăși, ce ducea, în mod inevitabil, spre declin.

Filosoful spaniol medita despre viitorul tehnicii, considerând că tehnica și știința sunt de aceeași natură. De aici, el scoate concluzia, că soarta lor este într-o legătură dialectică. Știința apune în cazul când oamenii de știință sunt interesați de ea pentru a obține anumite profituri și avantaje. În caz că acest proces are loc (ceea ce se întâmplă în epoca contemporană) – tehnica poate exista încă o perioadă mică de timp după inerție, până când se va epuiza impulsul transmis de către știința pură. Ortega y Gasset consideră că viața evoluează cu ajutorul tehnicii, dar nu din cauza ei. În opinia lui, tehnica nu poate să se alimenteze de la sine, să respire, ea nu reprezintă o cauză în sine, ci constituie o sedimentare practică a unor ocupații lipsite de o valoare utilă. El ajunge la concluzia că interesul față de tehnică nu poate, nici într-un caz, să asigure dezvoltarea sau chiar conservarea ei [a se vedea: 6, p. 164-232].

N. Berdiaeff a atras atenția asupra funcțiilor sociale ale tehnicii. În lucrările *Sensul Istoriei* [a se vedea: 2], *Omul și mașina* [a se vedea: 3] etc., el remarcă că problema tehnicii a devenit la începutul sec. al XX-lea un subiect despre soarta omului și culturii. Filosoful rus considera că dominația tehnicii deschide o nouă treaptă a existenței: „noua realitate”, întruchiparea căreia este mașina, care după esența sa se deosebește de realitatea naturală, atât de cea neorganică, cât și de cea anorganică. Caracterul specific al realității creat de tehnologia mașinilor se vede prin influența care

ea a avut-o, pe de o parte, asupra vieții omului, iar pe de altă parte, asupra mediului înconjurător. Această influență este rezultatul unui nou tip de organizare, pe care N. Berdiaeff o numea „tehnosistemă”, care era tratată ca o aglomerare friabilă a asociațiilor economice, industriale și tehnologice care își răspândesc influența lor asupra lumii întregi. Diverse elemente ale „tehnosistemei” nu au un centru comun de dirijare, acționând fragmentar într-o concurență și parțial, într-o concurență unul cu altul. Ele sunt conduse nu de personalități concrete, dar de forțe de conducere anonime, greu de sesizat. Activitatea „tehnosistemei” conduce la integrarea și unificarea pe scară mondială a diverselor moduri de viață, a aspirațiilor umane și a trebuințelor. Anume, în acest sens, în opinia lui N. Berdiaeff poate fi examinată „tehnosistemea” ca o „nouă treaptă a realității”.

În anii 60 ai sec. al XX-lea filosofia tehnicii a obținut un statut de disciplină filosofică, scopul căreia consta în trecerea de la analiza structurii și dinamicii cunoștințelor tehnice, de la problemele metodologiei științelor tehnice, pe de o parte și de la raționamente abstracte și metafizice despre tehnică, pe de altă parte, la o analiză transdisciplinară și complexă a tehnicii ca un factor contradictoriu cu multiple aspecte a dezvoltării civilizației umane. Spre sfârșitul sec. al XX-lea se conturează problematica contemporană a filosofiei tehnicii, sunt elaborate programele sintetice ale cercetării tehnicii în context social-politic, etic, estetic, axiologic. Totodată, una din sarcinile principale ale filosofiei tehnicii constă în a schimba reprezentarea care s-a învechit și care a ajuns în contradicție cu noua realitate, despre progresul tehnic ca un proces continuu, progresiv și revoluționar.

Prin urmare, filosofia tehnicii în sec. al XX-lea s-a delimitat într-un domeniu autonom de cercetare filosofică. În această ordine de idei, apare în mod inevitabil întrebarea: Ce reprezintă filosofia tehnicii? La această întrebare se poate de răspuns într-un mod duplicitar: *în primul rând*, definind, în mod special, obiectul de studiu al filosofiei tehnicii în comparație cu alte discipline științifice care studiază tehnica și, *în al doilea rând*, examinând esența tehnicii.

În literatura de specialitate, se remarcă faptul că filosofia tehnicii cercetează: *în primul rând*, fenomenul tehnicii în general, *în a-1 doilea rând*, nu numai dezvoltarea ei intrinsecă, dar și locul și rolul ei în dezvoltarea socială în general și, *în al treilea rând*, ia în calcul o perspectivă istorică cuprinzătoare.

Totodată, se insistă asupra faptului că filosofia tehnicii este orientată spre a rezolva două sarcini: *prima*, care ține de conceperea tehnicii, clarificarea naturii și esenței ei, ce a fost generată nu de tehnică ca atare, ci de întreaga „civilizație tehnogenă” contemporană. Treptat devine cert că crizele civilizației noastre – ecologică, escatologică, antropologică (degradarea omului și a spiritualității lui), criza culturii etc., sunt într-o legătură dialectică. În această ordine de idei, tehnica și tratarea tehnicistă față de tot ce ne înconjoară reprezintă un factor a crizelor globale. Anume din această cauză, civilizația noastră este denumită „tehnogenă”, avându-se în vedere influența tehnicii asupra tuturor aspectelor vieții sociale și umane. *A doua sarcină* este de natură metodologică: căutarea în cadrul filosofiei tehnicii a căilor de rezolvare a crizei tehnicii, mai ales, în cadrul sferei intelectuale a noilor idei, cunoștințe și proiecte.

În literatura de specialitate sunt elucidate două direcții în cadrul filosofiei tehnicii:

1. *Inginerească*, care atrage atenția, în primul rând, la cauzele formării lumii artificiale, a mediului tehnogen și la caracteristicile lui, care este dinamica corelației influențelor pozitive și negative asupra calității vieții oamenilor (posibilitatea activității tehnice a omului, legitățile ei etc.), subliniind esența artificială a obiectelor tehnice ca un rezultat al activității cu un scop bine definit al oamenilor, demonstrând lărgirea posibilităților omenerii odată cu progresul tehnic.

2. *Umanitară* – care atrage atenția în mod prioritar, la importanța factorilor tehnogeni în viața omului (influența dezvoltării tehnologice asupra structurilor sociale și a proceselor culturale), cercetează artefactele ca obiecte naturale, care nu sunt dirijate de oameni, înțelegerea teoretică și realizarea practică, ce conduce nu spre eliberarea oamenilor de la determinarea extrinsecă, dar spre schimbul unor forme de dependență cu altele.

Prin urmare, filosofia tehnicii rezolvă două probleme majore – conceperea naturii și esenței tehnicii și căutarea căilor și metodelor de ieșire din criza care a fost provocată de tehnică și civilizația tehnogenă.

Filosofii contemporani care abordează problemele filosofiei tehnicii susțin că ea rezolvă un șir întreg de probleme de ordin metodologic și aplicativ, iar prin aceasta ea reprezintă o filosofie care nu are un caracter clasic [a se vedea: 5]. Problema statutului și esenței filosofiei tehnicii poate fi rezolvată dacă vom lua în calcul faptul că ea include în sine obiective și subiecte de ordin aplicativ. De facto, filosofia tehnicii abordează și rezolvă astfel de probleme precum determinarea bazelor politicii științifico-tehnice, elaborarea metodologiei expertizelor științifico-tehnice și umanitar-tehnice, metodologia prognozării științifico-tehnice etc.

Așadar, filosofia tehnicii reprezintă o direcție a filosofiei contemporane, care are scopul de a studia legitățile generale ale dezvoltării tehnicii, tehnologiei, activității ingineresti și tehnice, locul și rolul lor în cultura umană și în societatea post-modernă.

În calitate de fenomen social specific, tehnica reprezintă nu numai mașinile și uneltele, dar și structurile tehnice, mediul tehnic. La caracteristicile tehnicii se referă nu numai cunoștințele care sunt utilizate în cadrul ei, dar și diverse „texte” culturale în care se discută tehnica și comportamentul tehnic al oamenilor. Conceperea esenței tehnicii constituie răspunsul la așa întrebări fundamentale precum: În ce constă natura tehnicii? Cum tehnica se raportează la alte sfere ale activității umane – știință, artă, inginerie, proiectare, activitate practică? Când apare tehnica și prin ce etape trece în dezvoltarea sa? Amenință oare într-adevăr tehnica civilizația noastră, după cum afirmă mulți filosofi? Care este influența tehnicii asupra omului și naturii? Care sunt perspectivele dezvoltării și schimbării tehnicii? etc. Aceste întrebări au intrat recent în vizorul gânditorilor. Caracterul filosofic al meditațiilor asupra filosofiei tehnicii vor oferi, în opinia noastră, posibilitatea de a clarifica ideile și esența tehnicii, a înțelegerii locului tehnicii în cultură și în universul social, a utiliza abordarea istorică în cercetările dedicate tehnicii. Prin urmare, tehnica, în primul rând, cunoașterea tehnică

sunt legate în mod indisolubil cu dezvoltarea științei. Însă, în istoria dezvoltării societății corelația științei și tehnicii se schimbă în mod permanent.

Prin urmare, o altă problemă foarte importantă pentru filosofia tehnicii este tratarea raportului dintre știință și tehnică. În literatura de specialitate sunt abordate un șir de modalități de rezolvare a problemei schimbării corelației dintre știință și tehnică:

a) tehnica este tratată ca știință aplicată;

b) procesele dezvoltării științei și tehnicii sunt interpretate ca procese autonome, dar, totodată, coordonate;

c) știința s-a dezvoltat orientându-se spre dezvoltarea aparatelor și instrumentelor tehnice;

d) tehnica științei tot timpul întrecea în dezvoltarea sa tehnica vieții de toate zilele;

e) până la sfârșitul sec. al XIX-lea aplicarea sistematică a cunoștințelor științifice în practica tehnicii nu a existat, dar ea este caracteristică pentru științele tehnice contemporane.

O perioadă lungă de timp (mai ales, în anii 50-60 ai sec. al XX-lea) era răspândit modelul liniar al tratării raportului dintre știință și tehnică, care aborda tehnica în calitate de știință aplicativă. Însă, la sfârșitul sec. al XX-lea această opinie a fost supusă unei critici, fiind tratată ca una simplificată. În rezultat, a apărut un nou model de interpretare – evoluționistă, care consideră că știința la unele stadii ale dezvoltării sale folosește tehnica din punct de vedere instrumental pentru obținerea propriilor rezultate și viceversa, uneori tehnica utilizează rezultatele științifice în calitate de instrument pentru atingerea scopurilor sale. Totodată, se consideră că tehnica creează condiții pentru alegerea variantelor științifice, iar știința, la rândul său, a celor tehnice. În modelul evoluționist corelația dintre știință și tehnică sunt evidențiate trei sfere care se află într-o interdependență, dar, totodată, independente: știința, tehnica și producția.

CONCLUZII

Este cunoscut faptul că tehnica în plan intuitiv, de la bun început, este orientată spre binele oamenilor. Însă, în ultimele decenii, odată cu succesele obținute de tehnică,

tot mai des se încearcă a demonstra, că omul prin intermediul ei poate transforma esența lucrurilor și a ființelor vii, că el își poate crea o lume umană proprie. Însă, tehnologiile create de oamenii de știință au provocat diverse manipulări de ordin genetic, au creat arme care pot în câteva minute să distrugă tot ce este viu pe Pământ. Totodată, tehnologiile informaționale pot să creeze premise pentru intervenții ilegale asupra vieții private a omului, care este protejată de Constituție. Un șir de succese ale tehnicii și tehnologiilor precum clonarea, eutanasia, avortul etc., sunt inadmisibile din punct de vedere moral, sau, cel puțin, produc neliniște deoarece pot provoca mutații cu caracter imprezvizibil care nu sunt în stare să controleze impactul lor asupra ființei umane și a biosferei în viitorul apropiat.

Impactul tehnicii asupra dezvoltării sociale dă naștere unui șir întreg de probleme care nu sunt o consecință nemijlocită a acțiunilor ei, dar sunt în stare să producă, în același timp, urmări sociale de amploare care se resimt la nivelul mentalităților individuale și colective, la nivelul politic și economic. Ele presupun, în mod obligatoriu, anumite schimbări radicale ale valorilor sociale. Astfel, filosofia tehnicii are misiunea de a furniza un răspuns complex și adecvat la problemele cu care se confruntă societatea post-modernă: conflictele sociale și economice, crizele economice, politice și organizaționale care periclitează și pun în pericol progresul de mai departe a umanității. Prin urmare, astăzi este necesar de a conștientiza necesitatea de a supune în mod frecvent progresul cunoașterii științifice și forța în ascensiune a tehnicii unor judecăți permanente și sistematice, cu care trebuie să se ocupe filosofia tehnicii.

BIBLIOGRAFIE:

1. Perspectivă filosofică asupra tehnicii / coord. G.G. Constandache. București: Ed. Printech, 2006. 245 p.
2. Бердяев, Н. Смысл истории. Москва: Изд-во Мысль, 1990. 176 с.
3. Бердяев, Н. Человек и машина. В: Вопросы философии, 1989, с. 147-162.

4. Поносов, Ф.Н. Современные философские проблемы техники и технических наук: учебное пособие. Ижевск: ФГБ ОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2013. 262 с.
5. Степин, В.С. Философия науки и техники. Учебник для вузов / В.С. Степин, В.Г. Горохов, М.А.Розов. Москва: Гардарики, 1996. 400 с.
6. Хосе Ортега-и-Гассет. Размышления о технике. СПб, 2000. 252 с.
7. Хайдеггер, М. Вопрос о технике. В: Новая технократическая волна на Западе. Москва: «Прогресс», 1986, с. 45-78.
8. Ясперс, К. Смысл и назначение истории. Москва: Политиздат, 1991. 528 с.
9. Ясперс, К. Современная техника. В: Новая технократическая волна на Западе. Москва: Изд-во «Прогресс», 1986, с. 119-146.

ЭЛЕКТРОИСКРОВАЯ ОБРАБОТКА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Василий МЕЛЬНИК,
докторант,

Технический Университет Молдовы, Кишинев

***Abstract:** In this article decry electro spark processing of semiconductors, which refers to non-traditional methods of processing. There are illustrated different modes of processing by this method. The results of experimental investigations regarding the oxidation of semiconductors surfaces by applying electric discharges in impulse under normal atmospheric conditions.*

***Ключевые слова:** электроэрозионная обработка, полупроводники, электрод-инструмент, оксидирование.*

1. Введение.

Изобретение способа электроискровой обработки материалов является одним из выдающихся открытий 20-го века и являет собой яркий пример того, как «...можно действие отрицательных явлений (электрической эрозии) весьма эффективно использовать в промышленности». Этот способ основан на использовании разрушающего действия высококонцентрированных

кратковременных электрических разрядов, которые и являются «рабочим инструментом» этой технологии [1].

Электроискровая обработка в современных единичном, мелко- и среднесерийном производствах всё чаще и чаще получает приоритет в использовании, нежели другие способы обработки. Это вызвано совершенствованием и оптимизацией конструкций деталей, а также необходимой экономией дорогостоящего материала заготовки, применяемых в промышленности [1].

В настоящее время способ электроэрозионной (электроискровой) обработки ЭЭО развивается в двух направлениях [8]: размерная обработка с выборкой обрабатываемого материала и упрочнение поверхностного слоя (электроискровое легирование ЭИЛ). Если первое направление реализуется в среде жидкого диэлектрика, то второе – в воздушной среде, при этом перенесенный материал электрода легирует металл заготовки и, химически соединяясь с ионами азота воздуха, углеродом и материалом заготовки, образует износостойчивый упрочненный слой, состоящий из нитридов, карбонитридов и других закалочных структур.

К моменту появления электроискровой обработки в промышленности уже были освоены технологические приемы, позволяющие обрабатывать полупроводниковые материалы, например, резка алмазными дисками, фотолитографическое гравирование, ультразвуковое долбление и др. Однако эти способы обладают рядом существенных недостатков. Даже при разрезании весьма тонкими алмазными дисками (толщиной до 0,22 мм) отходы составляют от 50 до 80 %. Чрезвычайно высокая хрупкость или малые размеры некоторых интерметаллических полупроводников (SiC, GaP и т. д.) требуют виртуозных технологических приемов при вырезании из них механическими методами кристаллов, строго ориентированных относительно кристаллической решетки [1].

Использование электроискрового способа обработки полупроводниковых материалов существенно облегчает решение данной проблемы, а в некоторых случаях, например, при выделении активной области на переходах мощных транзисторов, она успешно конкурирует с фотолитографическим способом, отличаясь от него простотой и высокой точностью процесса.

Применение электроискрового способа для обработки полупроводниковых материалов развивается примерно в тех же направлениях, что и при обработке металлов, но имеет ряд характерных особенностей [1, 2]:

1) необходимость корректировки полярности в соответствии с типом легирования кремния;

2) отсутствие влияния кристаллографического направления полупроводниковой пластины на процесс ЭЭО [2];

3) отсутствие загрязнения поверхностных слоев кремния материалами электродов-инструментов и диэлектрических жидкостей;

4) полупроводники обладают меньшим по сравнению с металлами коэффициентом эрозионной стойкости, и, как следствие, на практике наблюдаются более высокие скорости обработки (в 2 раза выше по сравнению с металлами) и меньший износ электродов-инструментов (в 3 - 4 раза по сравнению с металлами).

Основным недостатком метода является возможность возникновения в поверхностных слоях полупроводника микротрещин и структурных изменений, что требует введения дополнительных операций для восстановления исходных свойств (химического травления и восстановительного отжига) [2].

2. Электроискровое формообразование полупроводниковых материалов.

Как известно, полупроводниковые материалы отличаются монокристаллическим строением, отсутствием пластичности и чрезвычайно высокой хрупкостью и ранимостью поверхности. Это обстоятельство приводит к образованию лунок специфической формы, изображенных на рис. 1 [1].

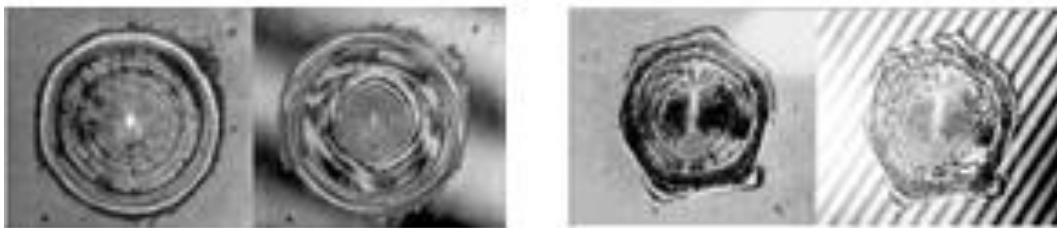


Рис.1. Внешние виды лунок, образованных на полупроводниковых материалах: а) кремний (удельное сопротивление $0,05 \text{ Ом}\cdot\text{см}$); б) германий (удельное сопротивление $0,05 \text{ Ом}\cdot\text{см}$)

Изучение лунок показало, что они имеют характерные особенности по сравнению с лунками, образующимися (при прочих равных условиях) на металлах. Лунки на кремнии с удельным сопротивлением $0,05 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ имеют почти идеальную форму конуса. Кроме формы, они отличаются от лунок на металлах наличием довольно широких валиков по периферии, образующихся в результате «выжимания» части расплавленного, но не выброшенного материала. Ширина этих валиков может достигать половины диаметра лунок.

Для лунок на кремнии характерно наличие конических выступов или углублений в их центре; от лунок на металле (медь, вольфрам) они отличаются большим диаметром.

Лунки на германии с удельным сопротивлением $0,05 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ можно разделить на три типа [1]:

- лунки первого типа имеют круглую форму, конусообразный профиль и отличаются от лунок на кремнии в основном меньшим диаметром (примерно в 1,4 раза);
- лунки второго типа имеют внешние контуры почти правильной шестигранной формы, но в остальном подобны лункам на кремнии;
- лунки третьего типа характеризуются наличием плоского дна, диаметр которого близок к диаметру лунок первого типа. Внешний контур лунок, как и во

втором случае, почти правильный шестиугольник, но несколько больших размеров.

На рис. 2 [2] показана схема процесса электроэрозионного формообразования фасонных элементов в пластинах кремния для изготовления полимерных микролинз в технологии литья под давлением.

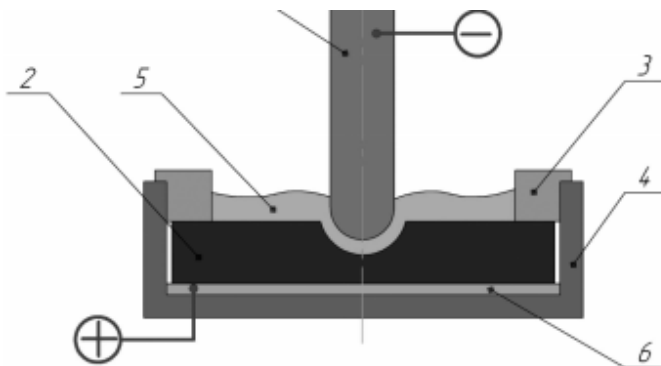


Рис. 2. Схема ЭЭО кремния:

1 – электрод-инструмент (катод); 2 – пластина кремния (анод);
3 – прижим; 4 – емкость; 5 – рабочая жидкость; 6 – токоподвод анода

3. Электроискровое разрезание проволочным электродом.

Монокристаллический кремний является одним из наиболее важных материалов в полупроводниковой промышленности. Технология производства кремниевой пластины (интегральной схемы) состоит из разных последовательных технологических операций обработки высокой точности, включающих выращивание монокристалла кремния, нарезки слитка, полировки пластин, фотолитографии и травления и так далее [3, 4]. При выращивании монокристаллических слитков наблюдается тенденция по увеличению их поперечного сечения с целью снижения стоимости чипов. Классические технологии разрезания таких слитков для этого трудно применимы и малоэффективны. Как показывают современные исследования, электроискровое разрезание проволокой позволяет успешно решать такие задачи, а загрязнение из-за адгезии и диффузии материалом проволоки-электрода, может быть снижено

обратной полярностью процесса. На рис. 3 показана схема и фото реализации электроискрового разрезания кремниевого слитка [3].

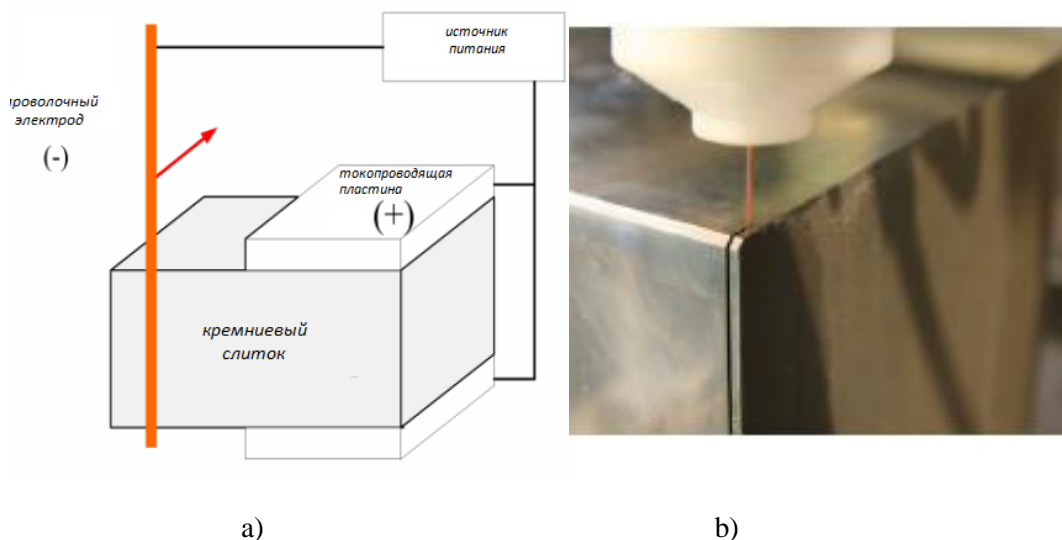


Рис. 3. Схема ЭЭО кремниевого слитка

4. Электроискровой метод нанесения металлов на полупроводники.

Электрическую эрозию можно использовать как для размерной обработки полупроводников, так и для нанесения на них локальных покрытий, подобно тому, как это осуществляется при ЭИЛ металлов [5].

Вольт-амперные характеристики контактов металл-полупроводник, сформированные при ЭИЛ, позволяют использовать этот способ как экспресс-метод создания омических контактов, которые по своим характеристикам близки к сплавным и применимы при электрических измерениях параметров полупроводниковых материалов.

Основными недостатками электроискрового легирования полупроводниковых материалов являются ограниченный круг металлов и полупроводников, дающих относительно удовлетворительные результаты, и трудности, возникающие при обработке высокоомных материалов.

5. Электроискровой способ геттерирования примесей в кремнии.

При электроискровой обработке в канале разряда имеет место достаточно высокая температура, достигающая до нескольких тысяч градусов Цельсия, приводящая к термической ионизации среды. Давление в канале искры также может возрасти до очень больших значений. Быстрое образование областей высокого давления и их передвижение в газе представляет собой явление взрывного характера и является причиной звуковых эффектов, сопровождающих искровой разряд [6].

Таким образом, ЭИО поверхности полупроводниковых подложек позволяет формировать локальные структурно – нарушенные области в подложках в различных технологических средах.

В зависимости от энергии электроискрового разряда происходят следующие виды структурных превращений в подложке кремния. ЭИО разрядами энергией $Q < 10^{-4}$ Дж способна приводить к быстрому разогреванию и охлаждению небольших объемов приповерхностного слоя кремниевой подложки практически без его расплавления. В результате закалки в кристалле формируется нарушенный слой, содержащий значительную термодинамически неравновесную концентрацию вакансий. Скапливаясь в виде дисков, вакансии участвуют в образовании отдельных дислокаций и малоугловых границ. Известно, что для обеспечения сегрегационного геттерирования в подложке необходимо наличие подобных дислокационных областей, как эффективных стоков для точечных дефектов. При ЭИО с высокими значениями энергий ($Q \geq 10^{-4}$ Дж) на поверхности кремниевой подложки образуются эрозионные лунки. В результате перекристаллизации расплавленного кремния на дне лунок, а также вокруг них возникает тонкий или, в зависимости от режимов обработки, толстый слой поликристаллического кремния, благодаря которому поверхность приобретает сильно развитый рельеф с повышенной плотностью оборванных связей. Эффект геттерирования в данном случае обуславливается наличием развитого рельефа, увеличивающего площадь поверхности, которая способна экстрагировать точечные дефекты, понижая при этом свою свободную энергию. Кроме того, ЭИО на воздухе может приводить к

насыщению приповерхностного слоя кремния кислородом и формированию на поверхности подложки пористого слоя SiO_2 [6, 7]. При дальнейшей высокотемпературной обработке увеличивается вероятность диффузии кислорода вглубь подложки и образования преципитатно – дислокационных комплексов, являющихся внутренним геттером.

Сочетание широких возможностей реализации наиболее эффективных механизмов геттерирования при ЭИО совместно с простотой технологического оборудования делает данный способ геттерирования одним из наиболее перспективных, а моделирование процесса позволяет определять его оптимальные температурно-временные режимы.

6. Применение ЭИО для модификации поверхности чувствительного слоя сенсора газа

Принцип действия многих полупроводниковых сенсоров газов основан на изменении их электрофизических свойств и характеристик в результате физико-химических процессов (сорбционные процессы, окислительно-восстановительных реакции и др.) на границе раздела чувствительный слой (ЧС) сенсора – газовая среда с участием анализируемого газа. Важную роль при этом играет явление газовой адсорбции, при котором частицы (молекулы, атомы, ионы) газа преимущественно накапливаются на поверхности ЧС и вступают с ней в связь [7].

В процессе ЭИО адсорбента могут происходить различные физико-химические превращения, обусловленные межэлектродной средой, режимами ЭИО и свойствами материала электродов. В частности, процессы, связанные с переносом материала электрода при электроискровом разряде на полупроводниковую подложку, а, следовательно, и появление обусловленных материалом электрода дополнительных глубоких энергетических уровней в запрещенной зоне полупроводника.

Появление анализируемого газа приводит к перераспределению свободных носителей заряда между разрешенными зонами и локальными поверхностными

энергетическими уровнями и, как следствие, к изменению электрофизических свойств ЧС, по характеру изменения которых можно судить о концентрации анализируемого газа в среде [7].

Для изготовления полупроводниковых сенсоров газов используются различные технологические методы модификации поверхностных свойств: электрохимического травления, электроннолучевой обработки, ионной имплантации, поверхностного легирования и др.

На рис.4 [7] показан результат анализа атомно-силовой микроскопии. Показано, что ЭИО существенно влияет на морфологию поверхности ЧС – высота неровности составляет величину порядка 400 нм. В свою очередь высота неровности для пластин, не проходивших ЭИО, составила величину порядка 50 нм.

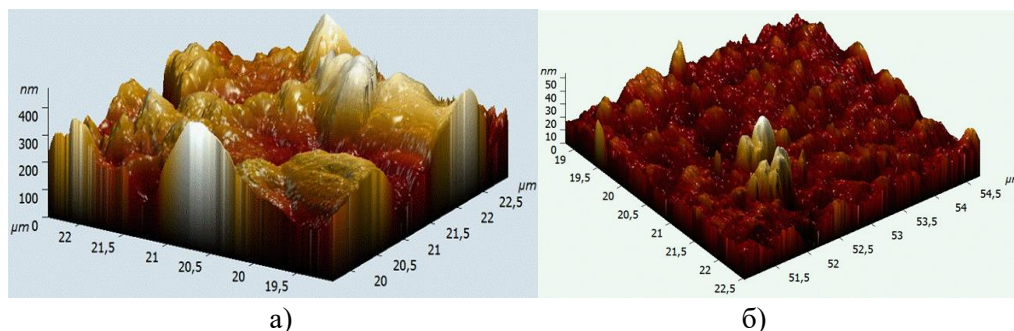


Рис. 4. Морфология поверхности кремния: а) прошедшего ЭИО; б) без ЭИО

Таким образом, электроискровая обработка поверхности чувствительного слоя приводит к увеличению эффективной площади его поверхности, увеличению плотности поверхностных состояний, а также к образованию в запрещенной зоне полупроводника глубоких энергетических уровней, обусловленных атомами материала электрода и дислокациями, что в совокупности позволит варьировать чувствительность и селективность сенсоров газов.

7. Оксидирование полупроводниковых поверхностей импульсными электроразрядами.

Электроимпульсная обработка металлов относится к одному из электроэрозионных методов. Во время проведения электроимпульсной обработки металлов получают дуговой разряд от применения электрических импульсов очень большой длительности (500 – 10 000 мкс). В отличие от искрового температура плазмы дугового разряда ниже (4000 – 5000 °С), что позволяет вводить в зону обработки значительной мощности (несколько десятков кВт), т.е. увеличивать производительность обработки.

Целью оксидирования кремния является процесс создания оксидной плёнки (диоксида кремния SiO₂) на поверхности кремниевой подложки. Оксидирование – одна из важнейших операций планарной технологии; создаваемые диэлектрические плёнки защищают готовые полупроводниковые структуры от внешних воздействий, изолируют активные области дискретных полупроводниковых приборов и интегральных схем [9].

Традиционно процесс оксидирования кремния реализуется путем нагревания кремниевой подложки в специально для этого оборудованных печах, обеспечивающих диффузию и окисление кислородом подложки их кислородсодержащей среды. Традиционная технология требует больших энергетических затрат и времени.

Более интенсивно процесс окисления происходит в среде плазмы [9]. Существует много вариаций реализации этого подхода. Одним из них является оксидирование полупроводниковых поверхностей плазмой электроимпульсных разрядов [10].

На рис. 5 показана схема реализации оксидирования плазмой импульсных разрядов косвенного действия. Оксидированная подложка включена в разрядную цепь катода через добавочное сопротивление. Электроды (анод и катод) изготовлены из вольфрамовой проволоки диаметром 1,5 мм, концы предварительно заострены.

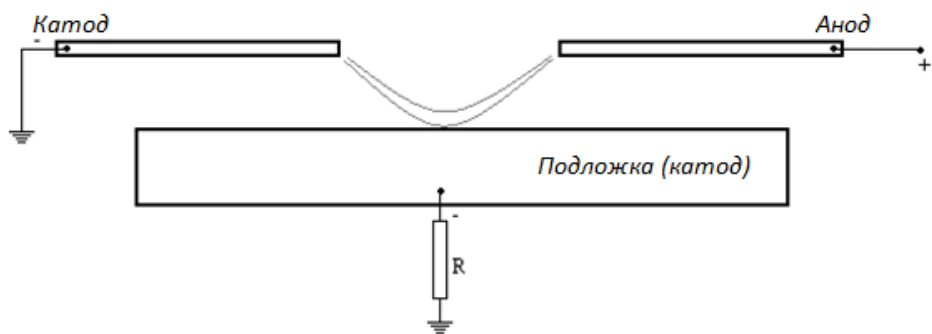


Рис. 5. Технологическая схема обработки полупроводниковых поверхностей

На рис. 6 показана морфология поверхности кремниевой подложки: материал основных электродов. Параметры обработки: межэлектродное расстояние $S_{б.э} = 2\text{мм}$, расстояние между электродами и подложкой $S_{б.п.} = 1,5\text{мм}$; $U = 100\text{В}$; $C = 100\text{мкФ}$).

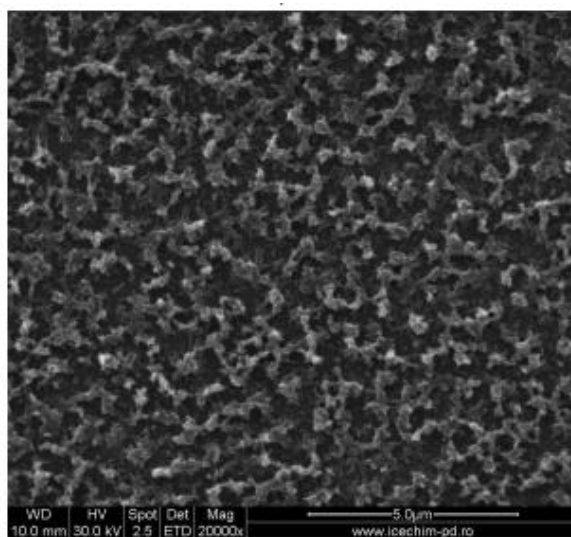


Рис. 6. Морфология обработанной поверхности

8. Выводы.

Анализ литературы показал, что метод электроискровой обработки с успехом применяется при обработке полупроводниковых материалов, порой выступая единственно возможным. На сегодняшнем этапе процесс ЭИО

находится в бурном развитии и находит свое применение в микроэлектронике, солнечной полупроводниковой технике и т.д.

Литература.

1. Ставицкий, Б. И. Из истории электроискровой обработки материалов. Самиздат, 113 с.
2. Абитов, А.Р. Формообразование фасонных элементов в пластинах кремния с применением электроэрозионной обработки. Известия ТулГУ. Технические науки, вып. 4. Ч. 1, 2010, с. 181-188.
3. Chao-Chuang Mai, Chih-Ping Cheng, Ming-Ji Chen and Hong Hocheng. High-efficiency slicing of silicon ingot by flat wire-EDM. DOI Number: 10.6567/IFToMM.14TH.WC.OS20.006, 2015.
4. Peng, W.Y. ; Y.S.Liao. Study of electrical discharge machining technology for slicing silicon ingots. Journal of materials processing technology, 140 (2003), pp. 274-279.
5. Электроискровое легирование металлических поверхностей. Гитлевич, А.Е., Михайлов В.В., Парканский Н.Я., Ревуцкий В.М. Кишинев: Штиинца, 1985, 198с.
6. Захаров А.Г., Котов В.Н., Филипенко, Н.А. Электроискровая обработка как перспективный способ геттерирования примесей в кремнии. Актуальные проблемы твердотельной электроники и микроэлектроники. Труды Девятой международной научно-технической конференции. Часть 1.
7. Богданов, С.А., Захаров А.Г., Писаренко И.В. Модификация поверхности чувствительного слоя сенсора газа электроискровой обработкой. Инженерный вестник дона. Номер 1, 2013 г.
8. Topala, P.; Stoicev P. Tehnologii de prelucrare a materialelor conductibile cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls, Tehnica Info, Chişinău, 2008, 265 p.
9. Hess, D.W. Plasma-assisted oxidation, anodization and nitridation of silicon / IBM Journal of Research and Development, 1999, vol. 43, nr.1/2, p.127–146.

10. Topala, P., V. Melnic, D. Guzman. Micro-oxidation of silicon surfaces by means of electrical discharges in impulse. Fizică și tehnică: Procese, modele, experimente, 2013, №2, p. 32-36.

**ACTIVITĂȚI ORIENTATE SPRE FORMAREA ȘI DEZVOLTAREA
GÎNDIRII DIVERGENTE LA ELEVII CLASELOR PRIMARE
ÎN CADRUL LECȚIILOR DE MATEMATICĂ**

**Lilia GUȚALOV, dr. în șt. pedagogice,
Emil FOTESCU, dr., conf. univ.,
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți**

Abstract: In this article is addressed the problem of formation and development of divergent thinking to the pupils of primary school. It describes a pedagogical experiment in the III form during the mathematic lessons. There are presented experimental dates.

Termeni cheie: gândire divergentă, gândire convergentă, elevi, clase primare

1. Introducere

Literatura de specialitate apărută în ultimele decenii reflectă diferite aspecte ale învățămîntului formativ [1,2,3]. Unul din aceste aspecte se referă la metodele, procedeele pedagogice prin care se formează și se dezvoltă competențele, adică capacitățile elevilor de a utiliza cunoștințele în diferite situații ce diferă de situații pedagogice tradiționale. Procesul de utilizare a cunoștințelor în diferite situații este legat în mod deosebit de gândirea divergentă [4,5].

În instituțiile de învățămînt gândirea divergentă a educațiilor se formează și se dezvoltă prin abordări și rezolvări de probleme didactice cu caracter divergent. Problemele didactice cu caracter divergent se deosebesc de problemele didactice cu caracter divergent prin aceea că:

- problema cu caracter convergent presupune numai o soluție corectă;

- problema cu caracter divergent presupune mai multe soluții, toate fiind corecte.

Practica pedagogică arată că în procesul de predare-învățare-evaluare predomină probleme didactice cu caracter convergent, ceea ce contribuie la formarea gândirii convergente a elevului. Viața contemporană, însă, îl impune pe elev în situații când se cere gândirea divergentă. Din acest motiv autorii au conceput un experiment pedagogic axat pe formarea și dezvoltarea gândirii divergente a elevilor clasei a III-a la lecțiile de matematică.

2. Descrierea activităților experimentale.

Experimentul pedagogic a avut loc în anul de studiu 2014-2015 în gimnaziul „Al. Ioan Cuza ” din municipiul Bălți, Republica Moldova.

Obiectivele activităților experimentale au fost:

- determinarea nivelului inițial de gândire divergentă a elevilor clasei a III-a experimentale în contextul rezolvării problemelor ce conțin elemente de geometrie;
- desfășurarea activităților experimentale de formare și dezvoltare la elevii grupului experimental a abilităților de gândire divergentă în contextul rezolvării problemelor ce conțin elemente de geometrie;
- determinarea nivelului gândirii divergente a elevilor clasei a III-a experimentale după finisarea activităților experimentale;
- analiza rezultatelor experimentale.

Experimentul pedagogic a fost desfășurat în 3 etape.

Etapa I. Pe parcursul etapei au fost efectuate lucrări de acumulare, analiză, selectare a materialelor didactice din perspectiva elaborării unui test cu caracter divergent ce conține elemente de geometrie. La această etapă a fost efectuat un experiment pedagogic de constatare, pe parcursul căruia a fost aplicat testul cu caracter divergent. Scopul experimentului de constatare a fost de a determina nivelul de gândire divergentă a elevilor clasei a III-a în baza rezolvării problemelor ce conțin elemente de geometrie.

Testul conținea 6 itemi ce se refereau la figurile geometrice pătrat, dreptunghi. Pe parcursul etapei, în diferite zile, elevilor se propuneau la sfârșitul lecțiilor câte 2 itemi pentru rezolvare. Fiecare răspuns corect a problemei era notat cu 1 punct. Calificativul *foarte bine* revenea elevilor care au obținut de la 33 de puncte pînă la 36 de puncte, calificativul *bine*: 23 puncte – 32 puncte, suficient: 10 puncte – 22 puncte, insuficient – 1 punct – 9 puncte

În continuare prezentăm itemii testului.

Itemul 1. Începînd cu orice punct de pe orice latură a figurii 1 trasați numai o linie frîntă pentru a obține cît mai multe pătrate. Respectați următoarele condiții:

- laturile pătratelor obținute trebuie să conțină cel puțin cîte o latură a figurii 1;
- laturile figurii 1 nu trebuie să fie intersectate.

Cîte pătrate ați obținut?

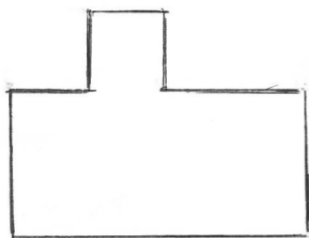


Figura 1

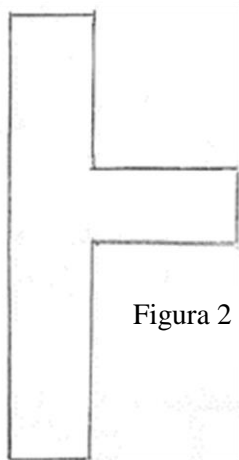


Figura 2

Itemul 2. Începînd cu orice punct de pe orice latură a figurii 2 trasați numai o linie frîntă pentru a obține cît mai multe dreptunghiuri. Respectați următoarele condiții:

- laturile dreptunghiurilor obținute trebuie să conțină cel puțin cîte o latură a figurii 2;
- laturile figurii 2 nu trebuie să fie intersectate.

Cîte dreptunghiuri ați obținut?

Itemul 3. Începînd cu orice punct de pe orice latură a figurii 31 trasați numai o linie frîntă pentru a obține cît mai multe pătrate. Respectați următoarele condiții:

- laturile pătratelor obținute trebuie să conțină cel puțin cîte o latură a figurii 3;
- laturile figurii 3 nu trebuie să fie intersectate.

Cîte pătrate ați obținut?

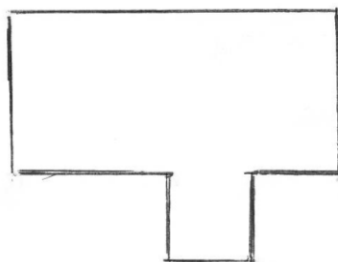


Fig.3

Itemul 4. Începînd cu orice punct de pe orice latură a figurii 4 trasați numai o linie frîntă pentru a obține cît mai multe dreptunghiuri. Respectați următoarele condiții:

- laturile dreptunghiurilor obținute trebuie să conțină cel puțin cîte o latură a figurii 4;
- laturile figurii 4 nu trebuie să fie intersectate.

Cîte dreptunghiuri ați obținut?

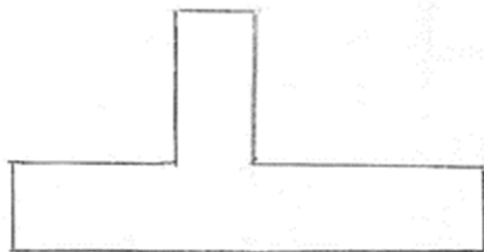


Fig.4

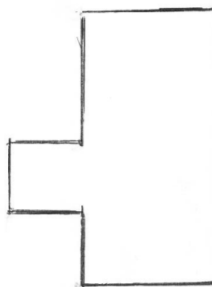


Fig.5.

Itemul 5. Începînd cu orice punct de pe orice latură a figurii 5 trasați numai o linie frîntă pentru a obține cît mai multe pătrate. Respectați următoarele condiții:

- laturile pătratelor obținute trebuie să conțină cel puțin câte o latură a figurii 5;
- laturile figurii 5 nu trebuie să fie intersectate.

Câte pătrate ați obținut?

Itemul 6. Începând cu orice punct de pe orice latură a figurii 6 trasați numai o linie frântă pentru a obține cât mai multe dreptunghiuri. Respectați următoarele condiții:

- laturile dreptunghiurilor obținute trebuie să conțină cel puțin câte o latură a figurii 6;
- laturile figurii 6 nu trebuie să fie intersectate.

Câte dreptunghiuri ați obținut?

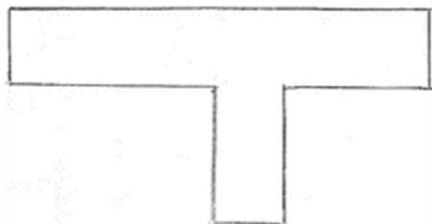


Fig.6.

Etapa a II. Pe parcursul etapei la lecțiile adăugătoare de matematică în afară de probleme cu caracter convergent elevii rezolvau și probleme cu caracter divergent. Învățătorul acorda o atenție sporită explicației esenței deosebirii dintre probleme cu caracter divergent de probleme cu caracter convergent. Problemele cu caracter convergent și divergent propuse elevilor porneau, în fond, de la aceleași date inițiale, formulările problemelor fiind puțin diferite.

De exemplu, în cazul când problemele pornesc de la aceeași figură (figura 1) problema cu caracter convergent are următoarea formulare:

Începând cu orice punct de pe orice latură a figurii 1 trasați o linie frântă în interiorul figurii 1 pentru a obține cât mai multe pătrate. Respectați următoarele condiții:

- *laturile fiecărui pătrat obținut trebuie să conțină cel puțin o latură a figurii 1;*

- *laturile figurii 1 nu trebuie să fie intersectate.*

Cîte pătrate ați obținut?

Problema cu caracter divergent (Itemul 1 din test) are următoarea formulare:

Începînd cu orice punct de pe orice latură a figurii 1 trasați o linie frîntă pentru a obține cît mai multe pătrate. Respectați următoarele condiții:

- *laturile fiecărui pătrat obținut trebuie să conțină cel puțin o latură a figurii 1;*
- *laturile figurii 1 nu trebuie să fie intersectate.*

Cîte pătrate ați obținut?

După cum se vede, la rezolvarea problemei cu caracter convergent elevul este limitat în acțiune de condiția *trasați o linie frîntă în interiorul figurii*. Problema cu caracter divergent se deosebește de problema precedentă (cu caracter convergent) prin aceea că elevul are posibilitate să efectueze trasarea liniei frînte și în afara figurii 1. În cazul problemei cu caracter divergent elevul are posibilitate să efectueze operații intelectuale atît ce ține de interiorul figurii cît și de exteriorul ei, apoi să compare rezultatele și să găsească varianta ce corespunde numărului maximal de pătrate obținute la trasare (în cazul nostru, la trasarea liniei frînte pe exteriorul figurii se obțin mai multe pătrate decît la trasarea pe interiorul figurii).

Pentru a obține mai multe pătrate prin operația de trasare a unei linii frînte începînd din orice punct de pe orice latură a figurii elevul trebuie să treacă peste stereotipul efectuării operațiilor de trasare în interiorul figurii (care este format, de regulă, în mod tradițional la lecțiile de matematică). Elevul trebuie să-și imagineze că mai este și altă soluție care diferă de cea tradițională (trasarea în interiorul figurii), care se reduce la trasarea unei linii frînte în afara figurii. Astfel, trasînd linia frîntă în afara figurii elevul poate să obțină un număr mai mare de pătrate decît în interiorul ei.

Pe parcursul etapei a doua se acorda atenție sporită metodelor demonstrării, problematizării. Elevii erau frecvent puși în situații de a găsi diferite soluții corecte a uneia și aceleiași probleme. La formularea problemelor cu caracter divergent erau luate ca bază problemele, desenele tradiționale frecvent întîlnite în manualele școlare;

problemele se modificau astfel ca să se obțină probleme cu caracter divergent. Elevii erau puși în situații de analiză a posibilelor variante de rezolvare a problemelor abordate. În timpul activităților erau încurajate în deosebi activitățile elevilor cu caracter de creativitate, ingeniozitate.

Etapa a III-a. Cînd a fost constatat că majoritatea elevilor au înțeles esența problemelor cu caracter divergent a fost aplicat testul cu caracter divergent expus anterior. Pe parcursul a trei săptămîni la diferite lecții se propunea elevilor cîte un item din testul cu caracter divergent utilizat la etapa I.

În perioada testării pe parcursul acestor săptămîni nu a fost discutată nici într-o formă modalitățile de rezolvare a problemelor, nu se sublinia că problemele testului au caracter divergent sau convergent. Lecțiile de matematică se desfășurau în mod tradițional conform subiectelor de studiu reflectate în curriculumul școlar.

Rezultatele analitice obținute la testare pe parcursurile etapelor 1 și 3 sunt prezentate în tabelul 1 și tabelul 2.

Tabelul 1. Rezultatele analitice obținute pe parcursul testării la etapa 1

Calificativul	Numărul elevilor	Procentaj %
Foarte bine		
Bine		
Suficient	23	100 %
insuficient		

Tabelul 2. Rezultatele analitice obținute pe parcursul testării la etapa 3

Calificativul	Numărul elevilor	Procentaj %
Foarte bine	8	34,78%
Bine	15	65,22%
Suficient		
insuficient		

Comparând rezultatele reflectate în tabelul 1 și tabelul 2 se vede că:

- 8 elevi care la etapa I acționau în câmpul gândirii convergente au progresat, dând dovadă totalmente de gândire divergentă;
- 15 elevi care la etapa I acționau în câmpul convergent după antrenările desfășurate pe parcursul etapei a II-a au trecut parțial în câmpul gândirii divergente; aceasta se explică prin faptul că necătfind la aceea că elevii au fost antrenați la rezolvarea problemelor cu caracter divergent la ei predomină gândirea convergentă.

3 Concluzii .

Rezultatele obținute în cadrul activităților de investigație arată că:

- în practica educațională tradițională la nivelul claselor primare se utilizează preponderent probleme cu caracter convergent, practicarea cărora contribuie la formarea gândirii convergente;
- gândirea divergentă poate fi formată și dezvoltată la elevii claselor primare prin utilizarea sistematică în procesul de predare-învățare-evaluare a problemelor cu caracter divergent.

Bibliografie:

1. Ionescu, Miron, Radu, Ioan (coord.). Didactica modernă. Cluj-Napoca: Ed. Dacia, 2001.
2. Neacșu, I., Găliceanu, M., Predoi, P. Didactica matematicii în învățământul primar. Craiova: Ed. Aius, 2001.
3. Păun, E., Potolea, D. Pedagogie. Fundamentări teoretice și demersuri aplicative. Iași: Polirom, 2002.
4. Piaget, J., Inhelder, B. Psihologia copilului. Chișinău: Cartier, 2005.
5. Zlate, M. Psihologia mecanismelor cognitive. Iași: Polirom, 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СТЕКЛООБРАЗНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТЕКЛОИЗДЕЛИЙ

Василий Шарагов,

*доктор хабилитат, главный научный сотрудник, доцент
государственный университет им. А. Руссо, Бэлць*

Abstract: *The article explains the notions of „glass” „glassy state” and „glass transition”. The author compares the graphics of cooling of crystalline and glassy substances melts. The features of the glassy state of substance are described. The article focuses on the examples when the features of glassy state substance have been used to improve the physical and chemical properties of industrial glassware by their thermochemical dealcalization with acid gases and treatment with electromagnetic fields.*

Ключевые слова: *стекло, стеклообразное состояние, стеклование, промышленное стеклоизделие, физическое и химическое свойство, выщелачивание, термохимическая обработка, кислый газ, электромагнитное поле.*

1. Введение

Стекло является одним из наиболее древних материалов, полученных искусственным путем. Сегодня стекло широко применяется во всех сферах человеческой деятельности, благодаря уникальным оптическим свойствам, долговечности, гигиеничности, наличию дешевых сырьевых материалов и другим преимуществам [1].

Что же тогда такое стекло? Несмотря на многовековую историю стеклоделия и огромное число научных публикаций охарактеризовать понятие „стекло” очень сложно. Обычно понятие „стекло” означает не только материал, но особое состояние вещества, называемое „стеклообразным состоянием” [1-7]. Общепринятым считается существование вещества в трех агрегатных состояниях: газообразном, жидком и твердом. Многие ученые к четвертому агрегатному состоянию относят также плазму.

В природе вещества и материалы находятся не только в вышеприведенных агрегатных состояниях, но и занимают промежуточные состояния. Рассмотрим следующий пример. К какому агрегатному состоянию относится кипящая вода? Такое состояние одновременно является и жидкостью и газом. А если более

строго, то это и не жидкость и не газ. Другой пример. Что собой представляет смола? Смола находится в промежуточном агрегатном состоянии: между жидким и твердым состояниями. Отсюда следует, что на природу агрегатного состояния вещества влияют условия, в которых оно находится. Например, большое влияние на природу агрегатного состояния вещества оказывают температура и давление. К промежуточному агрегатному состоянию можно отнести и стекло.

2. Стекло и стеклообразное состояние вещества

В научной литературе приводятся десятки определений понятия „стекло” [например, 1-8]. Много лет наиболее удачным определением понятия „стекло” считалась следующая формулировка, предложенная Комиссией по терминологии Академии Наук СССР в 1932 году: „Стеклом называются все аморфные тела, получаемые путем переохлаждения расплава независимо от их химического состава и температурной области затвердевания и обладающие в результате постепенного увеличения вязкости механическими свойствами твердых тел, причем процесс перехода из жидкого состояния в стеклообразное должен быть обратимым” [1]. Сущность данного определения справедлива до сих пор, но только для стекол, получаемых охлаждением расплавов. Например, промышленные стекла полностью соответствуют вышеприведенному определению.

По мере накопления экспериментальных данных для определения понятия „стекло” применялись во внимание различные аспекты: структурный, термодинамический, кинетический, релаксационный, химический состав, методы получения и др. Так, например, сегодня получают стекла из неорганических и органических веществ и даже из металлов [1, 5, 6, 8, 9, 10]. Освоены новые методы получения стекла: посредством золь-гель процессов, осаждением паров, в тлеющем разряде и многие другие [5, 6, 10, 11]. Все это свидетельствует о больших сложностях с определением понятия „стекло”.

В результате жарких дискуссий ученых, занимающихся проблемами природы стекла была предложена следующая трактовка понятия „стекло” [2]: „Стеклом называется материал, в основном состоящий из стеклообразного вещества”. Таким образом, термин „стекло” следует считать техническим термином в отличие от научного термина „стеклообразное состояние”. В стекле могут оказаться пузыри, мелкие кристаллики. В материале, в основном, состоящем из стеклообразного вещества, может быть даже специально образовано очень большое число мельчайших кристалликов, делающих материал непрозрачным или придающих ему ту или иную окраску. Такой материал называют „молочным” стеклом, окрашенным стеклом и т.д. [2].

Как и в случае с термином „стекло” существуют большие проблемы с определением понятия „стеклообразное состояние вещества”. Так например, М. М. Шульц и О. В. Мазурин такое состояние следующим образом охарактеризовали: „Веществом в стеклообразном состоянии (стеклообразным веществом) называется твердое некристаллическое вещество, образовавшееся в результате охлаждения жидкости со скоростью, достаточной для предотвращения кристаллизации во время охлаждения” [3]. В этом определении аналогично понятию „стекло” не учтены различные методы его получения.

Для понимания сущности понятия „стеклообразное состояние вещества” рассмотрим особенности перехода кристаллического и некристаллического вещества из жидкого в твердое состояние, используя графики, представленные на рис. 1.

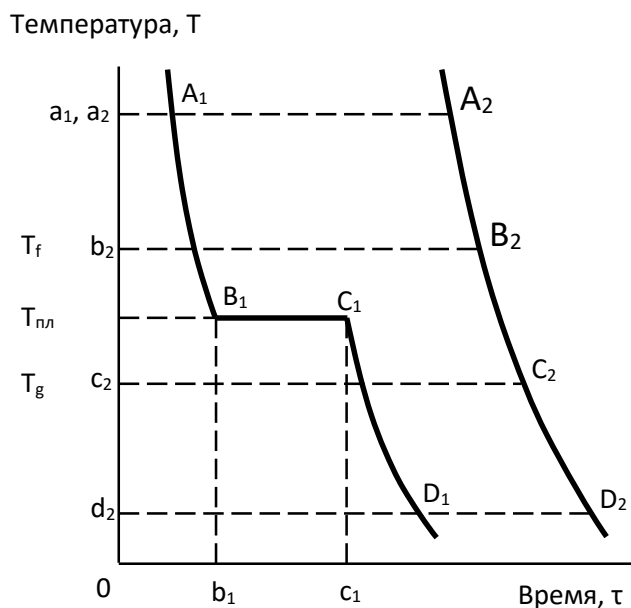


Рис.1. Графики охлаждения расплавов кристаллического и некристаллического вещества

Из рис. 1 видно, что при охлаждении кристаллизующегося расплава (кривая A_1D_1) температура изменяется со временем практически линейно до температуры плавления $T_{пл}$. Участок B_1C_1 характеризует процесс кристаллизации расплава, сопровождающийся выделением теплоты, вследствие чего понижение температуры приостанавливается и на графике появляется площадка постоянной температуры. В точке B_1 появляются первые кристаллы, а в точке C_1 весь расплав превращается в твердое кристаллическое вещество. Дальнейшее понижение температуры приводит к охлаждению кристаллического вещества (участок кривой C_1D_1).

По-иному при охлаждении ведут себя расплавы некристаллических веществ (кривая A_2D_2). При понижении температуры происходит постепенное увеличение вязкости расплава, причем без его кристаллизации. Участок графика A_2B_2 (до температуры T_f) характеризует жидкое состояние вещества, в то время как участок C_2D_2 (ниже температуры T_g) относится к его твердому состоянию.

Обозначения T_f и T_g введены Тамманом [12]. Подстрочные символы „g” и „f” являются первыми буквами в словах стекло (Glas) и жидкость (Flüssigkeit).

Процесс постепенного перехода переохлажденной жидкости в твердое стеклообразное состояние называется **стеклованием** [2]. В широком смысле термин „стеклование” означает замораживание любого конкретного вида движений составляющих вещество частиц [13].

При охлаждении расплава некристаллического вещества подвижность составляющих ее частиц постепенно снижается, вследствие чего возрастает его вязкость. Интервал температур, в котором происходит переход из жидкого в стеклообразное состояние, называется интервалом стеклования [1, 9, 13]. Интервал стеклования (иногда его называют аномальным интервалом) ограничен двумя температурами: со стороны более высоких температур – T_f (температура размягчения), со стороны более низких температур – T_g (температура стеклования). При температуре ниже точки T_g стекло обладает свойствами твердого упругого тела с хрупким разрушением. Температура T_f является границей пластического и жидкого состояний. При температуре выше точки T_f образуется расплав. Значения температур верхней и нижней границ интервала стеклования зависят от вязкости расплава и скорости его охлаждения

Все вещества, находящиеся в стеклообразном состоянии имеют следующие особенности [1, 3, 4, 7, 12]:

1. Стекла изотропны, т. е. их свойства одинаковы во всех направлениях, так как обладают однородной структурой.

2. Стекла при нагревании **постепенно** размягчаются, переходя из хрупкого в пластическое состояние, а затем из пластического в жидкое состояние.

3. Стекла не имеют определенной температуры плавления, так как не имеют кристаллическую структуру.

4. Стекла обладают большим запасом энергии, чем кристаллы того же вещества.

5. В интервале стеклования физические и химические свойства вещества изменяются более резко, чем в жидком и твердом состоянии.

6. Процесс перехода из жидкого в твердое состояние является обратимым.

7. Структура стекла характеризуется наличием ближнего порядка, т. е. существованием отдельных упорядоченных групп, размер которых незначительно превышает размер элементарной ячейки кристалла.

3. Использование особенностей стеклообразного состояния вещества для повышения физических и химических свойств промышленных стеклоизделий

Главными недостатками большинства видов промышленных стеклоизделий являются низкая механическая прочность на изгиб, плохая термостойкость и слабая химическая стойкость [14].

Для повышения физических и химических свойств стекла применяются разные методы изменения состава и структуры его поверхностных слоев. Существенным недостатком большинства методов упрочнения стекла является необходимость изменения технологии производства стеклоизделий. Это требует больших капитальных затрат и значительно повышает себестоимость выпускаемой продукции [14].

Эффективным методом повышения химической стойкости поверхности стекла является выщелачивание кислыми газами [15]. Сущность этого метода заключается в экстракции из поверхностного слоя стекла катионов Na^+ и K^+ , в результате он уплотняется. Модификация поверхности стеклянной тары кислыми газами повышает ее химическую стойкость в десятки раз, при этом также возрастает механическая прочность на 20-30 %, термостойкость и микротвердость – на 10-15 %. Для обработки стекла можно использовать оксиды серы, хлорид водорода, галогенопроизводные углеводородов и другие газы, а также газовые смеси [15].

Между концентрацией щелочных катионов, которые экстрагируются из поверхностных слоев стекла, их составом и структурой и физико-химическими свойствами промышленных стеклоизделий установлена тесная связь [15]. Чем интенсивнее выщелачивается стекло, тем больший эффект достигается в повышении его физических и химических свойств. В наших исследованиях интенсивность выщелачивания стекла кислыми газами характеризуется скоростью экстракции из него Me^+ (Na^+ , K^+ и др.) [16]. Исходя из особенностей стеклообразного состояния вещества можно заключить, что для достижения наибольшего эффекта в повышении физических и химических свойств промышленных стеклоизделий термохимическую обработку кислыми газами следует проводить в интервале стеклования.

Правильность такого предположения подтвердилась данными по определению скорости экстракции катионов щелочных металлов из поверхностных слоев промышленных стеклоизделий в широком диапазоне температур. В качестве примера на рис.2 представлены температурные зависимости скорости экстракции Na^+ из листового стекла, обработанного разными газовыми реагентами.

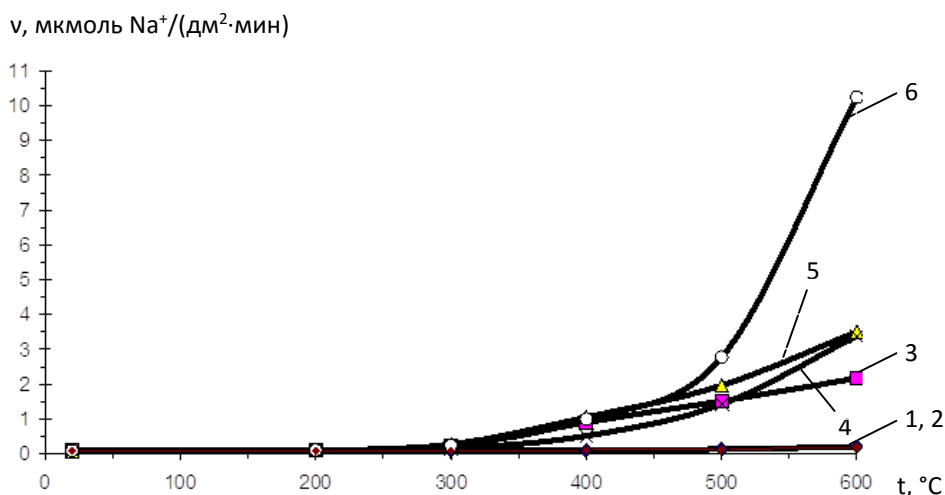


Рис. 2. Зависимости скорости выщелачивания Na^+ из листового стекла, обработанного CO_2 (2), SO_2 (3), HCl (4), CF_2Cl_2 (5), смесью CF_2Cl_2 и SO_2 в объемном соотношении 1:1 (6) и при дополнительной термообработке (1) от температуры

Приведенные результаты показывают, что выше температуры 500⁰С происходит более интенсивное возрастание скорости экстракции Na⁺ из листового стекла. Такая зависимость отмечалась при повышении температуры обработки стекла кислыми газами до 700 ⁰С, т.е. в интервале стеклования. Соответственно, также наибольший эффект в повышении физических и химических свойств выщелоченных стекол получен в интервале стеклования.

Аналогичного характера результаты получены при воздействии электромагнитных полей на промышленные стеклоизделия в интервале температур от 550 до 700 ⁰С. Наибольший прирост механических свойств и термостойкости стеклоизделий, обработанных магнитными полями, выявлен в интервале стеклования.

Выводы

1. Понятия „стекло” и „стеклообразное состояние вещества” имеют разное толкование.
2. Характеризуются особенности стеклообразного состояния вещества.
3. Наибольший эффект в повышении физических и химических свойств промышленных стекол обработкой кислыми газами и магнитными полями достигается в интервале стеклования.

Использованная литература:

1. Артамонова, М. В. и др. *Химическая технология стекла и ситаллов*. Учебник для студентов вузов. Москва: Стройиздат, 1983. 432 с.
2. *О разработке научной терминологии по стеклу*. Стеклообразное состояние. Труды Пятого Всесоюзного совещания. Ленинград: Наука. 1971. С. 391-393.
3. Шульц, М. М., Мазурин О. В. *Современные представления о строении стекол и их свойствах*. Ленинград: Наука. 1988. 198 с.

4. Мазурин, О. В., Минько, Н. И. *Особенности стеклообразного состояния и строение оксидных стекол*. Учебное пособие. Москва: МИСИ, БТИСМ, 1987. 123 с.
5. Дембовский, С. А., Чечеткина, Е. А. *Стеклообразование*. Москва: Наука, 1990. 279 с.
6. Фельц, А. *Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела*. Пер. с англ. Москва: Мир, 1986. 558 с.
7. Шульц, М. М., Мазурин, О. В., Порай-Кошиц, Е. А. *Стекло: природа и строение*. Ленинград: Знание, 1985. 32 с.
8. Роусон, Г. *Неорганические стеклообразующие системы*. Пер. с англ. Москва: Мир, 1970. 312 с.
9. Гудимов, М. М., Перов Б. В. *Органическое стекло*. Москва: Химия, 1981. 216 с.
10. Бек, Г. *Металлические стекла: ионная структура, электронный перенос и кристаллизация*. Пер. с англ. Москва: Мир, 1983. 376 с.
11. Лихачев, В. А., Шедугов В. Е. *Принципы организации аморфных структур*. Ленинград: Изд-во СПб гос. Ун-та, 1999. 228 с.
12. Аппен, А. А. *Химия стекла*. Ленинград: Химия, 1970. 352 с.
13. Мазурин, О. В. *Стеклование*. Ленинград: Наука. 1987. 158 с.
14. Бутаев, А. М. *Прочность стекла*. Махачкала: Дагестанский государственный университет, 1997. 253 с.
15. Шарагов, В. А. *Химическое взаимодействие поверхности стекла с газами*. Кишинев: Штиинца, 1988. 130 с.
16. Шарагов, В. А., Бурковский, И. А. *Методика определения интенсивности выщелачивания неорганических стекол кислыми газами*. *Revistă Tehnoscopia*. 2013, 1(8), p. 8-14.

File din istoria tehnicii și tehnologiei

FEMEI CARE AU SCHIMBAT LUMEA

Teodora-Camelia CRISTOFOR

Muzeul Științei și Tehnicii "Ștefan Procopiu" Iași

email: cameliacristofor@yahoo.com

Ana-Lăcrămioara LEON

Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" din Iași

Facultatea de Textile-Pielărie

și Management Industrial

email: ana_leon@yahoo.com

Abstract: *The article brings on the first plan ten women that had the courage and the tenacity to publish – through a patent – the inventions. Of course the number of women that changed the world is much larger, but the study stopped on those that lived at the end of XIXth century and the beginning of the XXth century. Let's not forget in that historical period in the USA begin the first movements sustaining the women right. That's why these examples come from USA. It is certain that the creativity technic of the women must not be neglected, but appreciated and pinpointed.*

Cuvinte cheie: *creativitate tehnică, invenții, femei*

1. **Introducere**

Omul poate fi considerat un sistem dinamic, pus în mișcare de factori fiziologici și emoționali. Totuși, deși în multe privințe sunt la fel, femeile și bărbații nu percep la fel ceea ce se întâmplă, răspund la stres diferit, lucrează cu oamenii altfel, își exprimă emoțiile în moduri specifice etc.

Studiul creativității a evidențiat diferențe între femei și bărbați, deoarece creierul lor prelucrează informațiile și stimulii fie cu ambele emisfere (la femei), fie preponderent cu emisfera stângă (la bărbați). Cercetătorii au evidențiat că fetusul prezintă diferențe în ceea ce privește structura creierului în săptămâna 26 de sarcină, fetițele având zona care leagă cele două emisfere mult mai groasă - zonă numită *corpus callosum*. Este important de menționat acest fapt deoarece zona respectivă joacă rolul unui "pod" de legătură, în care se găsesc multe terminații nervoase și care facilitează activarea rapidă a celor două emisfere cerebrale.

Copiii și apoi adulții păstrează această diferență în grosime a zonei de legătură, deși creierul bărbaților este în medie cu 10% mai mare decât cel al femeilor. Volumul materiei cenușii - numită și materia care gândește - este de 6.5 ori mai mare la bărbați decât la femei, dar la femei se constată de 9.5 ori mai multă materie albă, cea care este responsabilă cu conexiunile dintre diferite părți ale creierului. De asemenea, la femei lobul frontal și cel temporal sunt mai mari și mai bine organizați.

Folosind *tehnologia imagistică* de analiză, care pune în evidență irigarea cu sânge a zonelor din creier, pe un eșantion compus din adulți (femei și bărbați) s-a constatat faptul că procesarea limbajului și înțelegerea mesajului verbal se efectuează diferit la cele două sexe. Astfel, eșantionul a fost supus unui test simplu: ascultarea unui text. Înregistrările au arătat că femeile utilizează ambele emisfere ale creierului, pe când bărbații folosesc mai ales *emisfera stângă*, cea responsabilă cu logica, raționamentul, gândirea abstractă, simbolistica, obiectivitatea, observarea detaliilor, calcule numerice și geometrie, orientarea spațială, succesiunea ideilor etc. Aceasta este explicația faptului că femeile au un limbaj mai bogat, se exprimă mai ușor, le place să povestească, fac conexiuni și asocieri mai rapide decât bărbații.

Studiul de față dorește să aducă în atenție *zece femei*, care au avut idei valoroase și au reușit să le valorifice, intrând astfel în istorie. Puțini însă cunosc invențiile lor și aportul acestora la dezvoltarea societății de azi.

2. Creativitate la genul feminin.

Industria auto este dominată de bărbați, dar reprezentantele sexului feminin au oferit soluții spectaculoase pentru îmbunătățirea unor soluții tehnice. Un lucru indispensabil în dotarea mașinilor este ștergătorul de parbriz. Puțini știu că acest dispozitiv, denumit inițial „dispozitiv curățat fereastra pentru mașini electrice și alte vehicule”, a fost inventat de **Mary Anderson** (1866-1953) pentru care obține brevetul nr. 743.801 în *10 noiembrie 1903*¹.

¹ <http://www.amazingwomeninhistory.com/mary-anderson-inventor/>

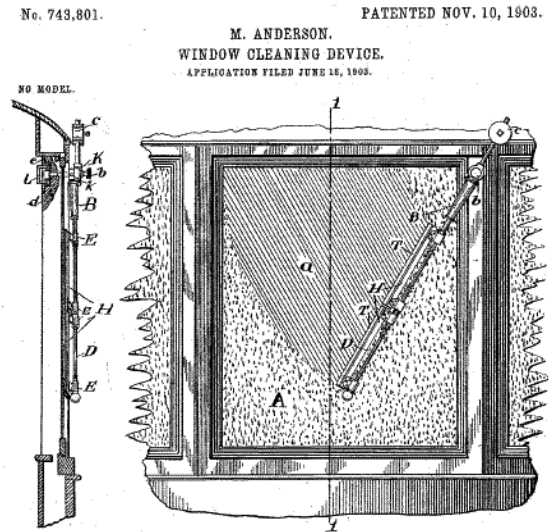


Fig. 1. Mary Anderson și schița invenției sale

Idea necesității unui astfel de dispozitiv a încolțit în mintea inventatoarei cu prilejul unei excursii la New York, care a observat că într-o zi cu lapoviță șoferii de mașini cu cai erau nevoiți să deschidă ferestrele pentru a vedea drumul din fața lor. Pentru a veni în întâmpinarea acestui neajuns, Anderson concepe un braț oscilant, terminat cu o lamă de cauciuc, operat cu ajutorul unui levier din interiorul vehiculului. Mulți conducători auto au fost ezitanți față de noua invenție, fiind convinși că noul dispozitiv ar fi distras atenția de la condus. Pentru majoritatea vehiculelor, ștergătorul de parbriz devine un echipament standard începând cu anul 1916.

Perfecționarea acestuia vine tot de la o femeie, americanca **Charlotte Bridgwood** (1861-1929), care inventează primul ștergător automat de parbriz, brevetat în anul 1917. Inventator și antreprenor, Charlotte Bridgwood a fost președinta *Bridgwood Manufacturing Company* din New York. Invenția ei nu a înregistrat succes comercial la vremea respectivă. A fost mai mult cunoscută ca fiind mama actriței Florence Lawrence, care la rândul ei a pus la punct primul semnalizator, montat la aripa din spate a mașinii și un sistem de frânare. Cele două nu au primit o recunoaștere din timpul vieții pentru ideile lor, acestea nefiind brevetate.

Extrem de utilă în activitatea casnică este și mașina de spălat vase. **Josephine Cochrane** (1839-1913) din Ohio, o femeie bogată care organiza adesea dineuri și-a dorit în gospodărie un dispozitiv care să ușureze munca în bucătărie și să nu se mai producă pagube în ceea ce privește vesela. Consecventă cu ideile sale, stimulată de convingerea că ”dacă nimeni nu are de gând să inventeze o mașină de spălat vase, atunci o fac eu singură”, Josephine Cochrane construiește cu îndemânare prima mașină de acest tip. Pentru început a măsurat toate categoriile de farfurii, apoi din sârmă construiește câteva compartimente special adaptate în care să fie introduse farfuriile, ceștile și farfurioarele. Compartimentele au fost incluse în interiorul unei roți plasată într-un cazan de cupru, iar un motor învârtea roata, în timp ce jeturi de apă fierbinte și săpun erau introduse prin partea inferioară a cazanului. Pentru clătire, utilizatorul turna direct apă curată peste rastelul cu veselă. Denumită ”mașina de spălat vase Cochrane”, inventatoarea obține brevetul nr. 355.139 din 28 decembrie 1886². Vestea invenției se răspândește repede, J. Cochrane obținând comenzi numeroase de la restaurante și hoteluri.

În 1893, la *Expoziția Internațională de la Chicago* câștigă marele premiu pentru ”cel mai bun dispozitiv mecanic, durabilitate și adaptare în lucru”. Cu spirit comercial, inventatoarea înființează în 1897 *Garis³-Cochrane Manufacturing Company*. După decesul ei din anul 1913, compania este cumpărată de Hobart Corporation⁴, renumită pentru fabricarea echipamentelor comerciale utilizate în industria alimentară. Modelele ulterioare ale mașinii de spălat vase vor fi dotate cu un motor cu aburi, și cu posibilitatea de autoclătire.

² <http://www.google.com/patents/US355139>

³ Numită și Garis după numele tatălui ei.

⁴ Companie înființată în 1919

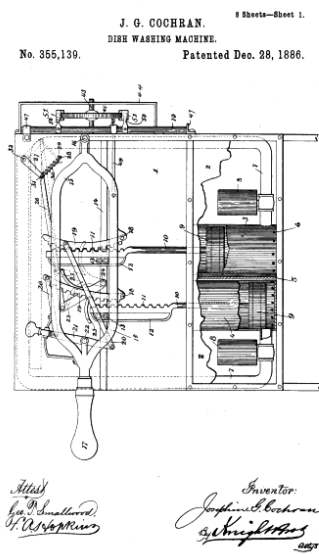


Fig. 2. Josephine Cochrane și invenția sa - mașina de spălat vase.

Un prim model al telescopului datează din 1608, iar Galileo Galilei construiește în 1609 primul telescop utilizat în astronomie pentru cercetarea corpurilor cerești. Peste două secole, în 1845, **Sarah Mather**⁵ inventează un prim telescop subacvatic, care a permis navelor maritime studierea adâncurilor oceanului, fiind un dispozitiv deosebit de important pentru navigație. Patentul cu nr. 3995 înregistrat la *16 aprilie 1845* pentru "examinarea obiectelor aflate sub apă" consta în construirea unui tub care la un capăt avea atașat o lampă, care în momentul scufundării în apă ilumina zona înconjurătoare, precum și un telescop pentru vizualizare și examinarea subacvatică. Sarah Mather îmbunătățește invenția și la 5 iulie 1864 obține patent pentru detectarea submarinelor de război.

Epopoea invențiilor cu aplicabilitate maritimă continuă pe tărâm american cu **Martha Coston** (1826-1904). Născută Martha Jane Hunt, inventatoarea se căsătorește la vârsta de 14 ani cu un om de știință, Benjamin Franklin Coston, aflat în Serviciul Naval al Statelor Unite din Washington D.C. Soțul ei supraveghea activitatea de cercetare a laboratorului Marinei, fiind implicat în numeroase proiecte. Moartea

⁵ Despre Sarah Mather nu se cunosc multe date privind biografia ei.

prematură a acestuia datorată lucrului cu substanțele chimice toxice, o lasă pe tânăra văduvă de doar 22 de ani și cu patru copii fără mijloace substanțiale de existență.

În următorii ani va suferi pierderea mamei și a doi dintre copii, situația ei financiară agravându-se foarte mult. Determinată în a continua munca soțului ei, Martha descoperă printre lucrările rămase de la soțul ei însemnări privind *racheta de semnalizare*, ce ar fi putut fi utilizată de către navele maritime. Sistemul lăsat de Benjamin Coston nu funcționa, dar după ce Martha lucrează mai mulți ani pentru punerea la punct a acestui dispozitiv în vederea comercializării, în 1859 este gata cu toată documentația pentru obținerea brevetului.

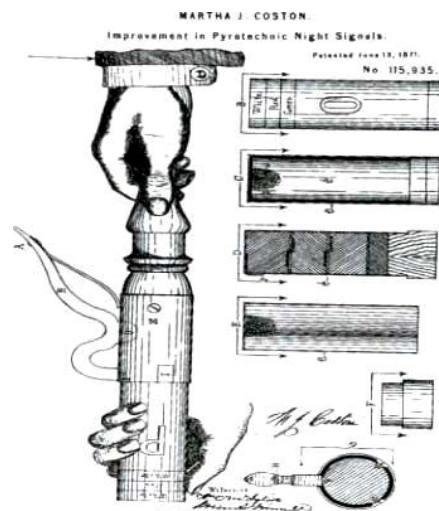


Fig.3. Martha Coston - inventatoarea rachetei de semnalizare

Datorită prejudecăților acelor vremuri, ea depune cererea de brevet pe numele soțului decedat cu 10 ani în urmă și la data de 5 aprilie 1859⁶ obține brevetul cu nr. 23536. Invenția înregistrată sub denumirea de *sistem de semnalizare pirotehnic nocturn*, folosea rachete de culoare albă, roșie și verde cu o vizibilitate de la 15 până la 20 de km. Negocierile cu Guvernul S.U.A. în vederea vânzării drepturilor asupra brevetului de invenție eșuează, moment în care Martha Coston traversează oceanul, negociază cu Marea Britanie, Danemarca, Franța, Italia și Olanda și rămâne în Europa până la

⁶ <http://www.engineergirl.org/Engineers/HistoricalEngineers/4395.aspx>

izbucnirea Războiului Civil din 1861. Revine în SUA și Marina S.U.A. achiziționează brevetul.

Rachetele de semnalizare Coston au contribuit la câștigarea a numeroase bătălii pe mare și la salvarea a multor naufragiați. După război îmbunătățește racheta de semnalizare, în 1871 obține un brevet (nr.115.935) pe numele ei. Cererea rachetelor Coston a fost foarte mare pe întreg mapamondul, pentru dotarea navelor, bărcilor, iachturilor, dar și pentru firme de asigurări maritime sau linii maritime comerciale. Martha Coston a fost o luptătoare consecventă cu ideile șoviniste ale unora dintre contemporanii săi.

Tot în S.U.A., o altă femeie energică și inventivă a schimbat soarta a milioane de femei din lume. Călcatul a fost una dintre cele mai vechi îndeletniciri din gospodărie. În acest scop, de-a lungul timpului au fost folosite diverse ustensile, în numeroase variante și tipuri constructive. Cele mai multe fiare de călcat erau construite din materiale grele, precum fonta (denumite “sadiron”), ceea ce necesita un efort fizic apreciabil din partea femeilor. Mai mult, așezate direct pe o sursă de căldură, mânerele acestora se încingeau devenind extreme de incomode.

Mary Florence Potts (cca.1853-?) din Ottumwa, statul Iowa, la vârsta de 18 ani, rezolvă această problemă și la 4 aprilie 1871 obține brevet pentru fierul de călcat cu mâner detașabil din lemn.



Fig. 4. Mary Florence Potts și fierul ei de călcat cu mâner detașabil din lemn
(în dreapta este prezentată o reclamă la acest fier de călcat)

Acest sadiron a fost produs de numeroase companii din Statele Unite, Canada și Europa, devenind *cel mai popular fier de călcat făcut vreodată*. La început, fierul de călcat era vândut sub forma unui set care conținea trei piese cu baze solide, goale în interior și cu un singur mâner detașabil, iar pe cutie era imprimată imaginea doamnei Potts. Mai târziu, corpul metalic al fierului este umplut cu ipsos, ciment sau lut pentru a menține căldura o perioadă mai mare de timp.

Pentru iubitorii de cafea, ideea revoluționară a **Melittei Benz** (1873-1950) din Dresda, Germania, a schimbat total modul de preparare a cafelei⁷. Ea improvizează *primul filtru de cafea* prin practicarea unor mici orificii cu ajutorul unui cui la baza unui vas de alamă, pe care îl căptușește cu o foaie de sugativă, filtrând perfect, în acest mod, cafeaua.

La 20 iunie 1908 obține brevetul, iar la 15 decembrie înregistrează firma care-i poartă numele "*M. Benz*"⁸. Antreprenoare de succes, Mellita Benz colaborează cu un tinichigiu pentru fabricarea noii sale invenții și în 1909, la târgul de la Leipzig vinde 1200 filtre de cafea. Din 1925, filtrele Melitta sunt personalizate și comercializate în pachete specifice în culorile roșu-verde. Filtrul obișnuit este schimbat cu unul în formă de con în 1930, ce are avantajul unei zone de filtrare mai mare.



Fig.5. Reclame la filtrul de cafea inventat de Melitta Benz

⁷ <http://incomemagazine.ro/articole/descoperiri-intamplatoare-care-ne-au-schimbat-viata>

⁸ <https://www.melitta.com/en/Melitta-Journey-through-time-1703.html>

De peste 100 de ani, filtrele *Melitta* sunt vândute peste tot în lume, perfecționările privind îmbunătățirea formei și calității hârtiei contribuind la savoarea cafelei obținute. La nivel mondial și cu filiale și în mai multe țări, compania Melitta produce și comercializează atât filtre de cafea, dar și alte produse de consum, purificatoare și umidificatoare de aer, pungi alimentare pentru vidat, produse pentru menaj.

Sarah Breedlove Walker⁹ (1868-1919), prima femeie de culoare milionară, care a intrat în *Cartea Recordurilor*, viața ei fiind o legendă, un adevărat best-seller. Invenția ei, simplă și genială, care a făcut-o milionară, a fost pentru multe femei salvatoare în ale frumuseții, constând în confecționarea unui *dispozitiv de îndreptare a părului*.

Născută pe o plantație din localitatea Delta, Louisiana, SUA, în familia unor foști sclavi, Sarah Breedlove își pierde părinții la vârsta de numai 6 ani și la 14 ani se căsătorește la Vicksburg cu Moses McWilliams pentru a scăpa de abuzurile crude din partea soțului sorei sale. La 19 ani are o fiică, Lelia, iar după un an soțul ei moare într-o răzmeriță rasială. Se mută cu fiica la St. Louis și mulți ani a avut o viață destul de grea, lucrând la o spălătorie în timpul zilei pentru 1,50 dolari/zi.

La vârsta de 36 de ani rămâne în scurt timp fără păr, iar toate tratamentele de îngrijire a părului nu au avut niciun efect. După ce rețeta ”leacului miraculos” îi apare în vis, Sarah Breedlove începe în 1905 metoda proprie de refacere a părului cu care obține, în scurt timp rezultate foarte bune. Această metodă folosea o cremă obținută după propria formulă, un periaj des al părului și utilizarea de piepteni încălziți. Stimulată de succesul obținut cu metoda ei, începe propria afacere cu invenția sa și se mută la Denver, Colorado, unde se recăsătorește în 1906 cu jurnalistul *Charles J. Walker*, care o sprijină promovându-i produsul.

Ea călătorește prin țară făcând demonstrații, iar afacerea are un mare succes. În 1908 Sarah Walker deschide un birou la Pittsburgh lăsat în administrare fiicei sale. Se stabilește la Indianapolis în 1910, unde înființează *Madame C.J.Walker Laboratories* pentru fabricarea de produse cosmetice destinate îngrijirii părului și instruirea propriilor

⁹ *African American Women: A Biographical Dictionary*. Dorothy C. Salem, editor. (New York, NY: Garland Publishing), 1993.

cosmeticieni și agenți de vânzări denumiți ”agenți Walker”. Toți angajații ei erau de culoare și filosofia companiei stătea sub deviza ”schimbarea statutului social pentru populația afro-americană”.



Fig. 6. Madame C.J. Walker și reclama la linia sa de produse cosmetice

În ultimii ani de viață a inițiat o serie de procese împotriva discriminării rasiale, iar în 1917 a militat la Washington în fața președintelui *Thomas Woodrow Wilson* împotriva segregăției rasiale. Spirit inovator, director de succes și unic administrator al averii sale, Sarah a avut o activă participare filantropică ajutând orfeline, școli și biserici din Indianapolis, St. Louis, Carolina de Nord, Florida, Georgia. La moartea sa, afacerea a fost evaluată la peste 1 milion de dolari, din care propria avere era de 600-700.000 dolari.

Născută sub numele de **Mary Phelps Jacob** (Polly pentru familie și prieteni) la 20 aprilie 1891 în New Rochelle, New York, inventatoarea sutienului modern, a fost cunoscută mai mult sub numele de *Caresse Crosby*¹⁰, nume purtat după al doilea soț, scriitorul și poetul Harry Crosby (1898-1929).

În 1910, la vârsta de 19 ani, pe când se pregătea să participe la o seară dansantă, Polly Jacob își pune, conform modei și obiceiului, un corset strâns, întărit cu fanoane,

¹⁰ http://www.phelpsfamilyhistory.com/bios/mary_phelps_jacob.asp

incomod și inestetic pentru bustul ei. Cu ajutorul a două batiste de mătase, o panglică roz, ac și ață, ea modelează pe loc o lenjerie nouă, simplă și comodă, care i-a permis să se miște cu mult mai multă ușurință în rochia de bal. Prietenele sale au fost imediat cucerite de piesa de lenjerie confecționată atât de simplu și toate și-au dorit s-o aibă în garderobă. Când primește o comandă mai mare, pentru care este plătită cu un dolar pe bucată, Polly realizează că invenția ei îi poate aduce și profit.

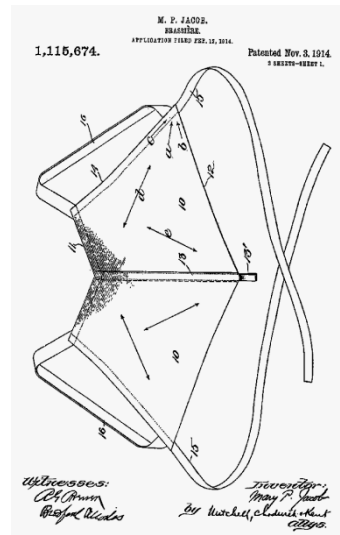


Fig. 7. Mary Phelps Jacob și ilustrație din brevetul său

Astfel, M.P. Jacob a revoluționat unul dintre cele mai importante articole de vestimentație feminină confecționat din materiale, moi, ușoare și confortabile. Oficiul de Patente a SUA emite brevetul nr.1115674 din 3 noiembrie 1914, primul acordat pentru această categorie. Noul sutien era reglabil prin intermediul bretelelor atașate, fiind ”bine adaptat femeilor cu diferite dimensiuni ale bustului și eficient pentru a fi purtat de către persoane angajate în exerciții sportive, precum tenisul”, după cum a specificat chiar inventatoarea.

În 1920 înființează la Boston *Fashion Form Brassière Company*, deschide două magazine și își vinde produsele până în 1922. Afacerea nu îi aduce succesul scontat, așa încât vinde patentul sutienului *Companiei Warner Brothers Corset* din Bridgeport,

Conneticut pentru suma de 1.500 \$, care-l va produce în cantități apreciabile, compania câștigând în 30 de ani peste 17 milioane de dolari de pe urma acestui brevet.

Editoare de succes, ocrotitoare a artelor și pacifistă, Caresse Crosby fondează împreună cu soțul ei *Black Sun Press*, o editură care a publicat lucrări de referință ale unor autori celebri ai vremii, precum Ernest Hemingway, Robert Duncan, Anaïs Nin, Charles Bukowski, Archibald MacLeish și Henry Miller. Moare de pneumonie la Roma, pe 24 ianuarie, în vârsta de 78 de ani.

Nu se putea încheia acest studiu fără a aminti de celebra "femeie Edison", **Margaret Knight** (1838-1914). Ea a fost un inventator foarte prolific în a doua jumătate a sec. al XIX-lea. S-a născut în York, Maine, SUA și de copil a început să lucreze într-o fabrică textilă din New Hampshire. După ce a văzut o muncitoare rănindu-se în timpul lucrului, M. Knight a inventat un dispozitiv de protecție instalat pe mașina de țesut. Dar primul brevet a fost înregistrat în 1879 pentru o mașină care tăia, împăturea și lipea hârtia, automatizând fabricarea sacoșelor pentru cumpărături, care până atunci se confecționau manual. Sacoșele de hârtie ale doamnei Knith sunt și azi pe piața din întreaga lume. În 1870 înființează *Eastern Paper Bag Company*.

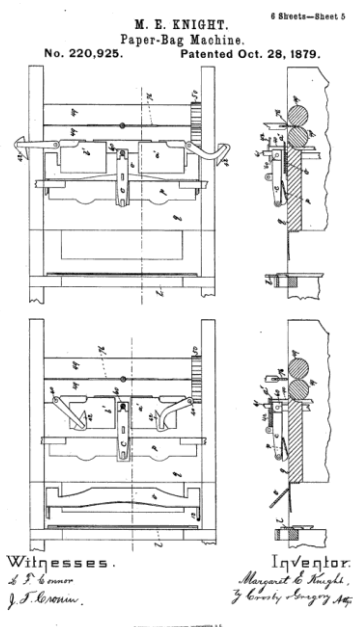


Fig. 8. Margaret Knight și primul său brevet din 1879

Margaret Knight a brevetat 27 de invenții, din care se remarcă mașina de confecționat pantofi, un "scut pentru rochie", care proteja produsele vestimentare de transpirație, un motor rotativ și un motor cu combustie internă.

Concluzii

Atunci când cineva este rugat să dea un exemplu de inventator, primele nume care îi vin în minte sunt celebrii Thomas Edison, Benjamin Franklin, Alexander Graham Bell sau Traian Vuia, Henri Coandă, Anghel Saligny, Petrache Poenaru etc. Totuși femeile inventator există și lista acestora este mult mai lungă decât s-ar crede. Ele și-au adus contribuția la dezvoltarea tehnicii, un domeniu care greșit este considerat a aparține doar bărbaților. Să nu se uite că fisiunea nucleară, încălzirea solară, radioactivitatea, pulsarii au fost descoperiri făcute de femei.

Odată cu emanciparea femeii vine și posibilitatea ei de a învăța, de a obține diplomă de inginer sau fizician sau chimist, de a-și desfășura activitatea în laboratoare de cercetare, de a preda în universități etc. Istoria nu poate să treacă cu vederea femeile care au schimbat lumea cu invențiile lor, care și-au dedicat viața cercetării, au depășit bariere greu de imaginat în zilele noastre, au gândit soluții ingineresti și de aceea ele trebuie să își ocupe locul binemeritat în enciclopedii, tratate, manuale etc.

Bibliografie:

1. Figuiet, L., *Les Merveilles de la Science ou Description Populaire des Inventions Modernes*. Paris: Editeurs Furne, Jouvet et C^{ie}, 1867-1891.
2. Hendry, Maggy, Uglow, Jenny S, *Dicționar biografic de personalități feminine*, traducere de Michaela Bușoiu. București: Editura Cros Media Solutions, 2010.
3. * * * *Dicționar cronologic al științei și tehnicii universale*. București: Editura Științifică și Enciclopedică, 1979.
4. * * * *Enciclopedia Universală Britannica*. București: Editura Litera, 2010.
5. www.inventors.about.com/od/womeninventors/a/Women-In-History.htm
6. www.3djuegos.com/foros/tema/10573806/0/10-inventos-y-descubrimientos-hechos-por-mujeres

7. www.melitta.com/en/Melitta-Journey-through-time-1703.html
8. www.webmd.com/balance/features/how-male-female-brains-differ.

ISTORIA DESCOPERIRII TERMOMETRULUI ȘI A SCĂRILOR DE TEMPERATURĂ

Mihail POPA, conf. univ., dr.
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

***Abstract:** The paper presents history of evolution from thermoscope up to digital thermometers. Several authors have worked on the invention of the thermometer, from Drebbel and Fludd to Galilei or Santorio. In the first half of the century XVIII were invented empirical temperature scales of Fahrenheit, Celsius, Réaumur and Kelvin.*

***Termeni-cheie:** termoscop, termometru, scară de temperatură, Fahrenheit, Celsius, Kelvin.*

1.Introducere

Temperatură este una dintre cele mai importante mărimi fizice, folosită în diverse ramuri ale științei și tehnicii. În fizică și chimie ea reprezintă una dintre principalele caracteristici ale stării de echilibru a unui sistem izolat, în meteorologie – caracteristica principală a climei și vremii, în biologie și medicină este cea mai importanta mărime care determină funcțiile vitale ale organismelor vii.

Încă filozoful grec Aristotel (384-322 î.Hr.) atribuia conceptelor de *căldură* și *frig* o importanță fundamentală. Împreună cu alte calități, cum ar fi *uscăciunea* și *umiditatea*, aceste concepte caracterizau cele patru elemente ale "materiei primare" - pământ, apă, aer și foc. Cu toate că încă câteva sute de ani după Aristotel s-a tot vorbit despre gradul de căldură sau frig ("mai cald", "mai fierbinte", "mai rece"), în realitate nu au existat măsuri cantitative ale acestora.

Acum aproximativ 2500 de ani medicul grec antic Hipocrate (460 -370 î.Hr.) a înțeles că temperatura crescută a corpului uman este semn de boală și, astfel, a apărut o necesitatea determinării temperaturii normale a corpului omenesc.

Una dintre primele încercări de a introduce conceptul de temperatură standardă a fost întreprinsă de medicul roman Galen (129-200), care a propus de a considera "neutră" temperatura amestecului de volume egale de apă fiartă și gheață, iar temperaturile componentelor separate (apă clocotită și gheață ce se topește) să fie considerate ca *patru grade de căldură* și, respectiv, *patru grade de frig*. Poate că este de datoria noastră de ai mulțumi lui Galen prin introducerea termenului *temper* (nivelare), de la care provine cuvântul *temperatură*. Cu toate acestea, măsurarea temperaturii a început mult mai târziu.

2. Termoscopul și primele termometre cu aer

Istoria evoluției dispozitivelor de măsurare a temperaturii numără un pic mai mult de patru secole. Folosind proprietatea aerului de a se dilata la încălzire, care a fost descrisă pentru prima oară de grecii antici bizantini în secolul al II-lea î.Hr., mai mulți inventatori au creat *termoscopul* – un dispozitiv simplu, cu un tub de sticlă umplut cu apă. Trebuie spus că grecii au cunoscut sticla încă în secolul al V-lea, iar în secolul al XIII-lea au apărut primele oglinzi venețiene din sticlă. În secolul al XVII-lea producția din sticlă în Europa a fost destul de dezvoltată, iar în 1612 a apărut primul ghid *De arte vitraria* (Despre arta sticlăriei) a preotului florentin Antonio Neri.

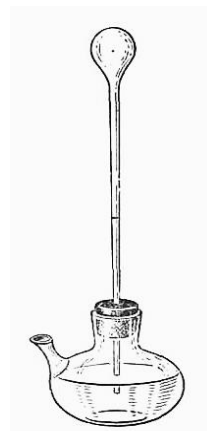


Fig. 1.
Termobaroscopul

Fabricarea sticlei și a produselor din sticlă s-a dezvoltat intens în Italia și nu este surprinzător că primele instrumente din sticlă au apărut anume acolo. Prima descriere a termoscopului a fost inclusă în cartea *Magia Naturalis* (magie naturală) a omului de știință napolitan Giovanni Battista de la Porta (1535-1615), care se preocupa cu prelucrarea ceramicii, sticlei, pietrelor prețioase artificiale și distilarea acestora. Prima ediție a cărții a apărut în 1558.

În 1590 fizicianul, inginerul, matematicianul și astronomul italian *Galileo Galilei* (1564-1642), conform mărturiilor elevilor săi, Nelly și Viviani, a construit în Veneția *termobaroscopul* din sticlă utilizând un amestec din apă și alcool (Fig. 1). Cu acest aparat el a făcut măsurători de dilatare a lichidului. În unele surse se vorbește că Galilei în calitate de lichid colorat a folosit vinul. Corpul de lucru era aerul, iar modificarea temperaturii se determina după volumul de aer din aparat. Și totuși dispozitivul a fost incorect, deoarece indicațiile lui depindeau atât de temperatură, cât și de presiune, dar permitea "resetarea" coloanei de lichid prin modificarea presiunii aerului. Descrierea acestui dispozitiv a fost făcută în 1638 de Benadetto Castelli, un elev a lui Galilei [5].

Unul dintre primii care, împreună cu Galileo Galilei și prietenul său D.F. Sagredo, am propus de a dota termoscopul cu scală numerică transformându-l în termometru, dar care a și realizat în practică această idee a fost medicul și fiziologul italian *Santorio Santorio* (numit și Santoro, Sanktorius, 1561-1636).

Prietenia strânsă dintre Santorio și Galilei nu permite să se determine cu mare exactitate contribuția fiecăruia la mai multe inovații tehnice. Santorio era cunoscut pentru tratatul său *De statica medicina* (Despre medicina echilibrului"), care conține rezultatele cercetărilor sale experimentale și datorită interesului sporit a cunoscut cinci ediții. În 1612 Santorio în lucrarea sa *Commentaria în Artem medicinalem Galeni* (Note privind arta medicală a lui Galen) a descris pentru prima dată termometrul cu aer. El a folosit termometrul pentru a măsura temperatura corpului uman („pacienții cuprinde-au balonul cu mâinile, respirau asupra lui sub acoperire, îl luau în gură”), a folosit un pendul pentru măsurarea pulsului cardiac. Metodica lui consta în stabilirea vitezei de cădere a temperaturii termometrului în timpul a zece oscilații ale pendulului, dar aceasta depindea de condițiile externe și a fost inexactă.

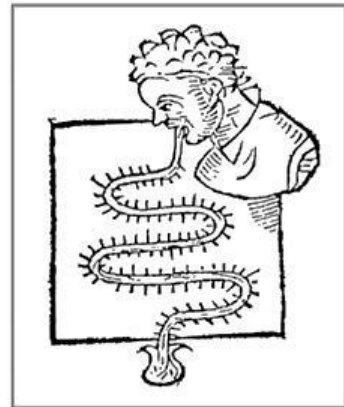
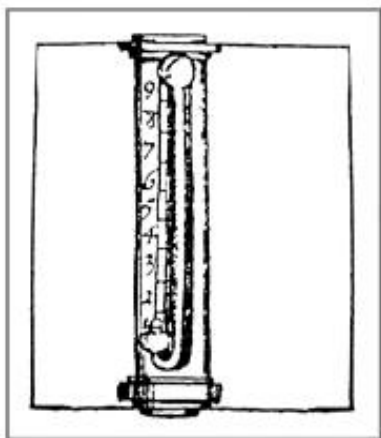


Fig. 2. Termometru antic pentru a măsurarea temperaturii corpului uman [1]

Dispozitive, asemenea termoscopului Galilei, au fost realizate de fizicianul, alchimistul, mecanicul, gravorul și cartograful olandez Cornelis Jacobson Drebbel (1572-1633) și filosoful și medicul englez Robert Fludd (1574-1637), care erau familiarizați cu lucrările savanților florentini. Anume dispozitivul lui Drebbel a fost prima oară (în 1636) numit "termometru". El avea aspectul unui tub în formă de U cu două rezervoare. Ocupându-se cu alegerea lichidului pentru aparatului lui, Drebbel a



. Fig.3. Termometrul de formă U Drebbel [2]

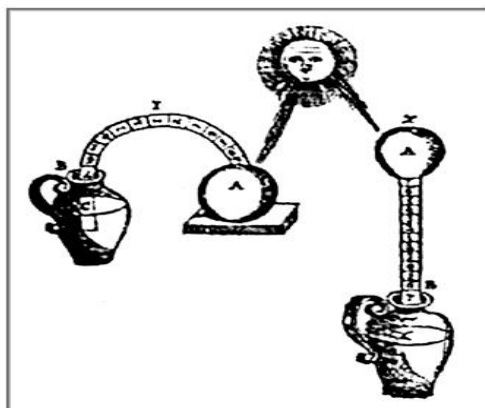


Fig. 4. Termometrele cu aer ale lui Fludd [2]

descoperit o metodă de obținere a culorilor carmin luminoase pentru termometre. Fludd, la rândul său, a descris pentru prima oară termometrul cu aer.

3.Primele termometre cu lichid

Următorul pas mic, dar foarte important de a transforma termoscopul în termometrul modern cu lichid a fost folosirea în calitate de corp de lucru a unui fluid care este introdus într-un tub de sticlă și care apoi este sudat la un capăt. Coeficienții de dilatare termică ale lichidelor sunt mai mici decât ale gazelor, iar volumul fluidului nu se modifică odată cu schimbarea presiunii externe. Primul termometru de acest fel a apărut aproximativ în anul 1654 în atelierele marelui duce al Toscanei Ferdinand al II-lea de Medici (1610-1670). Instrumentul era alcătuit dintr-o tijă de sticlă care avea la extremitatea inferioară un rezervor ce conținea alcool etilic. Pe tijă existau 50 de

gradații. Când alcoolul intră în contact cu o zonă mai caldă, se dilată și se ridică de-a lungul scalei (Fig. 5).



Fig. 5. Termometrul cu lichid Medici [3]

Între timp, în diferite țări europene au început măsurători meteorologice sistematice. În acea perioada, fiecare om de știință folosea scara lui de temperatură, iar rezultatele măsurătorilor nu puteau fi comparate între ele și nici nu puteau fi asociate cu scările de temperatură moderne. Conceptul de *grad de temperatură* și *puncte de reper* de pe scara de temperatură a apărut, se pare, în mai multe țări în secolul al XVII-lea.

Meșterii aplicau la ochi 50 de diviziuni, astfel încât la temperatura de topire a zăpezii nivelul de alcool să nu scadă sub 10, iar la Soare să nu se ridice deasupra

diviziunii 40.

Una dintre primele încercări de calibrare și standardizare a termometrelor a fost realizată în octombrie 1663 la Londra. Membrii Societății Regale au ajuns la acord să utilizeze unul dintre termometrele din alcool confecționat de fizicianul, mecanicul, arhitectul și inventatorul Robert Hooke (1635-1703), în calitate de standard și pentru a compara cu el indicațiile altor termometre. Hooke a introdus în alcool un pigment roșu, iar scara a fost împărțită în 500 de părți egale. De asemenea, el a inventat și termometrul-minim (care arată cea mai joasă temperatură).

Fizicianul, matematicianul, astronomul și inventatorul olandez Christian Huygens (1629-1695), împreună cu Robert Hooke, în 1665, au sugerat ideea folosirii *punctul de topire al gheții* și *punctul de fierbere a apei* pentru crearea scării de temperatură.

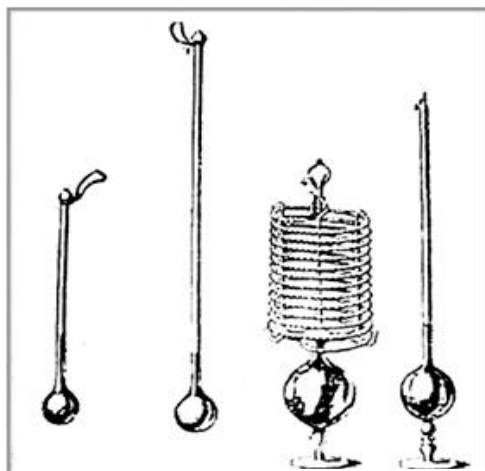


Fig. 6. Termometre din sticlă de la Accademia del Cimento [4]

Primele măsurări meteorologice inteligente au fost înregistrate folosind o scală Hooke-Huygens.

Prima descriere a unui termometru cu lichid a apărut în 1667 în publicația Academiei del Cimento *Eseuri despre experiențele activității natural-științifice ale Academiei* [6]. În Academie s-au petrecut și descris primele experimente în domeniul calorimetriei. S-a demonstrat că la o presiune mai mică decât presiunea atmosferică apa fierbe la o temperatură mai scăzută, iar la înghețare apa își mărește volumul. *Termometrele florentine* au fost utilizate pe scară largă în Marea Britanie (fiind introduse R. Boyle) și în Franța (fiind răspândite de astronomul I. Bulo). Autorul celebrei monografii rusești *Conceptele și fundamentale termodinamicii* (1970) I. R. Krichevsky consideră că activitatea Academiei del Cimento au inițiat utilizarea termometrelor cu lichid. Un alt membru al Academiei, matematicianul și fizicianul Carlo Renaldini (1615-1698) în cartea *Philosophia Naturalis* (Filosofie naturală), publicată în 1694, a propus în calitate de puncte de reper de a lua temperatura de topire a gheții și temperatura apei clocotite.

Născut în orașul german Magdeburg, inginerul-mecanic, electricianul, astronomul și inventatorul pompei de aer Otto von Guericke (1602-1686), care a devenit celebru prin experiența cu emisferele Magdeburg, de asemenea, se ocupa cu termometria. În 1672 el a construit un dispozitiv cu apă și alcool, de câțiva metri înălțime, pe care l-a înzestrat cu o scară ce avea opt diviziuni: de la diviziunea „foarte rece” la „foarte fierbinte”. Cu toate aceste, dimensiunile instrumentului nu a mișcat termometria înainte.

Grandomania lui Guericke peste trei secole și-a găsit adepți în Statele Unite. Cel mai mare termometru din lume, cu înălțimea de 40,8m (134ft), a fost construit în 1991 în memoria temperaturii record atinse în Valea Morții (Valley Death) din California în 1913: + 56,7 °C (134 °F). Termometru cu trei fețe este situat într-un oraș mic Baker, nu departe de Nevada.

4.Termometrul Fahrenheit

Primul termometru cu precizie, care apoi a intrat în utilizare pe scară largă, a fost fabricat de fizicianul german Daniel Gabriel Fahrenheit (1686-1736). Inventatorul s-a

născut pe teritoriul care astăzi aparține Poloniei, în Gdansk (atunci Danzig) și devreme a rămas orfan. A început să studieze afacerile și comerțul la Amsterdam, dar nu a terminat învățătura. Fiind fascinat de fizica, a început să viziteze tot mai des laboratoarele și atelierelor de lucru din Germania, Olanda și Anglia. De la 1717 se stabilește în Olanda, unde și-a deschis un atelier de suflare a sticlei și s-a ocupat de fabricarea dispozitivelor meteorologice precise – barometre, altimetre, higrometre și termometre. În 1709 a fabricat termometrul cu alcool, iar în 1714 – termometrul cu mercur.

Mercurul a devenit cel mai convenabil corp de lucru, deoarece avea variația volumului funcție de temperatura mai liniară decât cea a alcoolului, se încălzea mult mai repede decât alcoolul și putea fi utilizat la temperaturi mult mai ridicate. Fahrenheit a dezvoltat o nouă metodă de purificare a mercurului și a folosit rezervorul cu mercur de formă cilindrică în locul rezervorului sferic. În plus, datorită faptului că Fahrenheit era meșter în suflarea sticlei, pentru îmbunătățirea preciziei termometrelor a început să folosească sticla cu cel mai mic coeficient de dilatare termică. Mercurul (cu punctul de solidificare de $-38,86^{\circ}\text{C}$) era inferior alcoolului (cu temperatura de solidificare de $-114,15^{\circ}\text{C}$) numai la temperaturi joase.

În 1718 Fahrenheit începe să citească lecții de chimie la Amsterdam, iar în 1724 devine membru al Societății Regale, deși nu a obținut nici un titlu științific și a publicat doar o colecție de articole științifice.

Pentru termometrele sale Fahrenheit a folosit inițial o scară modificată, care inițial a fost elaborată de fizicianul danez Olaf Roemer (1644-1710) pe ideea matematicianului, mecanicului, fizicianului și astronomului englez Isaac Newton (1643-1727) din 1701.



Fig. 7. *D.Fahrenheit*

Încercările inițiale ale lui Newton de a elabora o scară de temperatură s-au dovedit a fi naive și nu au avut succes. El propunea în calitate de puncte de referință temperatura aerului în timpul iernii și temperatura jăriticului de cărbune. Apoi Newton a folosit ca repere punctul de topire a zăpezii și temperatura corpului unei persoane sănătoase, în calitate de corp de lucru - uleiul de in, iar scara (pe modelul a 12 luni într-



Fig. 8. Termometru cu unități Fahrenheit pe scara exterioară și unități Celsius pe scara interioară [7]

un an și 12 ore pe zi până la amiază) a divizat-o în 12 grade (iar după alte surse, în 32 de grade). Gradarea s-a realizat prin amestecarea unor cantități anumite de apă fiartă și apă provenită din decongelare. Dar această metodă sa dovedit a fi inacceptabilă.

Newton nu a fost primul care a folosit uleiul în calitate de corp de lucru. Încă în 1688 fizicianul francez Dalanse ca reper pentru calibrarea termometrelor cu alcool a folosit punct de topire a untului de vacă.

Dacă această gradație s-ar fi păstrat și pînă astăzi, Rusia și Franța ar fi avut diferite scări de temperatură, deoarece untul din Rusia, în special untul de Vologda, diferă ca compoziție de produsele europene.

Fiind cu mult spirit de observație, Roemer a depistat că ceasul lui cu pendul merge mai lent vara decît iarna, iar diviziunile instrumentelor sale astronomice vara sînt mai mari decît iarna. Pentru a spori precizia de măsurare a timpului și parametrilor astronomici era necesar de a efectua aceste măsurători la temperaturi similare și, prin urmare, era necesar un termometru precis. Roemer, ca și Newton, a utilizat două puncte de referință: temperatura normală a corpului omenesc și temperatura de topire a gheții, iar în calitate de corp de lucru a folosit vinul roșu alcoolizat sau o soluție de 40 % de alcool, colorat cu șofran, într-un tub de 18 inch. Fahrenheit a mai adăugat al treilea punct, care îndeplinea funcția de cea mai scăzută temperatură și aceasta era temperatura de echilibru a amestecului gheață-apă-amoniac.

Atingînd cu ajutorul termometrului său cu mercur o precizie semnificativ mai mare, Fahrenheit a împărțit fiecare grad Roemer în patru și ca repere pentru scara sa de temperatură a luat trei puncte: temperatura amestecului de sare cu apă și gheață (0 °F), temperatura corpului unui om sănătos (96 °F) și temperatura de topire a gheții (32 °F), acesta din urmă fiind considerat de referință. Iată ce scria Fahrenheit într-un articol publicat în revista **Philosophical Transaction** (1724, v. 33, p.78): „... introducînd termometrul în amestecul de sare de amoniu sau sare de mare, apă și gheață, găsim un punct de pe scală notat cu zero. Al doilea punct se obține dacă folosim același amestec fără sare. Notăm acest punct cu 30. Al treilea punct, notat cu 96, se obține dacă termometrul este luat în gură, primind căldura de la persoană sănătoasă”.

Există și o legendă, că ca reper de jos Fahrenheit a luat temperatura pînă la care se răcit aerul în iarna 1708/1709 în orașul său natal Danzig. Puteți găsi, de asemenea, afirmația că el credea că omul moare de frig la 0 F și de șoc termic la 100 F. În cele din urmă, se vorbea că inventatorul a fost Membru al Lojei Masone cu 32 de grade de inițiere, și, prin urmare a luat punctul de topire a gheții anume acest număr.

După o serie de încercări și erori, Fahrenheit a ajuns la o scară de temperatură mult mai convenabilă. Punctul de fierbere al apei după scara adoptată s-a dovedit a fi egal cu 212 F, iar intervalul de temperatură în care apa se află în fază lichidă este de 180 F. Avantajul acestei scări este că lipseau temperaturi negative.

După alte serii de măsurători precise, Fahrenheit a stabilit că punctul de fierbere variază în funcție de presiunea atmosferică. Aceasta i-a permis să creeze *hypsometrul* – un dispozitiv pentru măsurarea presiunii atmosferice după punctul de fierbere al apei. De asemenea, lui îi aparține întîietatea în descoperirea fenomenului de suprarăcire a lichidului.

Lucrările lui Fahrenheit au pus bazele termometriei, și apoi termochimiei și termodinamicii. Scara Fahrenheit a fost oficializată în mai multe țări (în Anglia - din 1777) și doar temperatura normală a corpului uman a fost corectată la 98,6°F.

5.Scările de temperatură Celsius, Reaumur și Kelvin.



Fig. 9. Anders Celsius

Acum scara Fahrenheit este folosită doar în Statele Unite și Jamaica, iar restul țărilor în anii 1960–1970 au trecut la o altă scară.

În 1742 medicul suedez Anders Celsius a realizat o scară termometrică pentru termometrul cu mercur. Spre deosebire de ceea ce știm noi astăzi despre această scară, *Celsius a marcat cu 100°C punctul de dezgheț și cu 0°C punctul de fierbere!* Este meritul naturalistului suedez

Carl von Linné că a propus, în 1745, Academiei Suedeze inversarea acestei scale, astfel că 0°C a devenit punctul de îngheț și 100°C punctul de fierbere a apei.

În 1730, omul de știință francez Rene Reaumur (1683-1757) a oferit o nouă scară de temperatură. Conform scării Reaumur gheața se topește la 0°R și fierbe la 80°R , adică un grad.

Reaumur este egal cu $1/80$ din punctul de fierbere a apei la presiune atmosferică normală. În 1737 Reaumur a fost recunoscut ca membru de onoare al Academiei de Științe de la Sankt Petersburg din Rusia.

După patentare, în Franța, pentru măsurarea temperaturii corpurilor au început să se folosească termometre cu scara Reaumur. După câteva zeci de ani această scară de temperatură aproape a încetat de a mai fi utilizată.

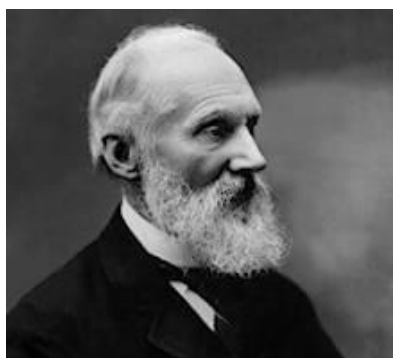


Fig. 10. Lord Kelvin

Astăzi, pentru lucrările științifice cea mai folosită este *scara absolută* sau *scara Kelvin*, inventată de matematicianul și fizicianul britanic William Thomson (lord Kelvin) în 1848. Scara Kelvin este scara de temperatura termodinamică unde temperatura de zero absolut (0 K) este cea mai scăzută temperatură posibilă. Unitatea de măsură a scării absolute este *Kelvinul* (simbol K), care este unitate de

măsură fundamentală în SI. Conform convențiilor internaționale punctele de reper de pe scara Kelvin sînt zero absolut și punctul triplu al apei ($0 \text{ K} = -273,15 \text{ }^\circ\text{C}$ și $273,16 \text{ K} = 0,01^\circ\text{C}$).

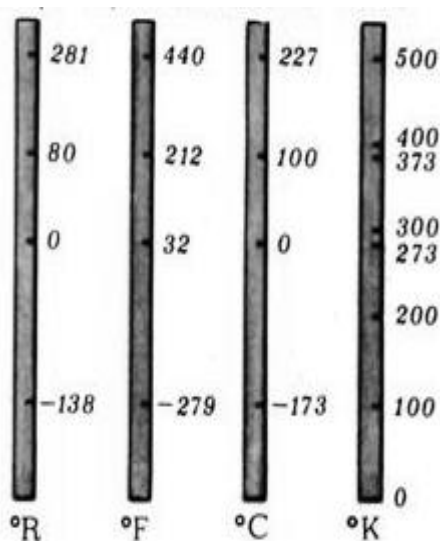


Fig. 11. Scări de temperatură [5]

Tabel 1. Formule de conversie a temperaturilor

În	Din	Formulă
Fahrenheit	Celsius	$^\circ\text{F} = (^\circ\text{C} \times 1,8) + 32$
Celsius	Fahrenheit	$^\circ\text{C} = (^\circ\text{F} - 32) \div 1,8$
Kelvin	Celsius	$\text{K} = ^\circ\text{C} + 273,15$
Celsius	Kelvin	$^\circ\text{C} = \text{K} - 273,15$

Pentru *diferență* de temperatură în loc de temperaturi,
 $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1 \text{ K}$ și $1 \text{ }^\circ\text{C} = 1,8 \text{ }^\circ\text{F}$

I. Aplicarea termometrelor în medicină

Medicul italian Santorio Santorio (prieten cu Galileo Galilei) a fost primul care a utilizat un aparat pentru a măsura temperatura pacienților săi. Aparatul era un tub de sticlă umplut cu aer, în care era plasată o picătură de apă care se deplasa sub efectul variațiilor de temperatură. Utilizat prima oară în 1612, aparatul era plasat cu un capăt în gura pacientului, temperatura fiind măsurată datorită variațiilor aerului expirat. Un termometru mult mai asemănător cu cel utilizat astăzi a fost inventat în 1654, de către marele duce al Toscanei, Ferdinand al II-lea de Medici.

În practica medicală termometru a fost introdus de profesorul olandez de medicina, botanică și chimie, fondatorul unui spitalul științific Herman Boerhaave (1668-1738), de elevul său Gerard van Svitene (1700-1772), de medicul austriac Anton de Haen (1704-1776) și independent de acesta, de englezul George Martin.

Fondatorul Școlii de Medicină din Viena, Haen, a constatat că temperatura unei persoane sănătoase în timpul zilei se ridică și coboară de două ori. Ca un avocat al

teoriei evoluției, acesta explica aceasta prin faptul că strămoșii omului - reptilele, care au trăit în mare – își modificau temperatura în conformitate cu mările. Cu toate acestea, munca acestuia a fost de mult uitată.

Martin într-una din cărțile sale scria că pentru a verifica dacă temperatura de topire a gheții variază în funcție de înălțime contemporanii săi au transportat termometrul din Anglia în Italia.

Nu mai puțin surprinzător este faptul, că de măsurătorile temperaturii corpului uman, ulterior s-au interesat oamenii de știință care au devenit celebri în diferite domenii ale cunoașterii: A. Lavoisier și P. Laplace, J. Dalton și G. Davey, J. Joul și P. Dyulong, W. Thomson și A. Bekkerel, J. Foucault și H. Helmholtz.

Timp de mai bine de două sute de ani termometrul cu mercur a fost utilizat și se mai utilizează în toată lumea pentru măsurarea febrei.

Anul 1991 marchează apariția *termometrului auricular în infraroșu*, care măsoară cu precizie temperatura de la nivelul timpanului. După plasarea aparatului în ureche și declanșarea unui buton, rezultatul este afișat în trei secunde.

Tot cu ajutorul radiațiilor infraroșii este măsurată temperatura și cu ajutorul unui aparat care poate fi ținut la o distanță de 5-10 cm de artera frontală a pacientului. Aceste din urmă termometre au, deocamdată, dezavantajul prețurilor (aproximativ 50 de euro pentru termometrul în infraroșu față de 10 euro pentru termometrul electronic clasic).

Există actualmente o cursă contracronometru între diverși fabricanți, pentru realizarea unui termometru fără contact, capabil să măsoare de la distanță (la câțiva centimetri de pacient) nu numai temperatura corpului, ci și tensiunea arterială și pulsul. Nu ne rămâne decât să așteptăm.

II. Termometrele digitale

Aproape trei sute de ani de utilizare pe scară largă a termometrului cu mercur, se pare, se va încheia în curând datorită toxicității metalului lichid: în țările europene, în care securității oamenilor se acordă tot mai multă atenție, s-au adoptat legi pentru a restrânge și interzice producerea de termometre cu mercur.



Fig. 12. *Termometru digital*

Datorită progreselor recente în fizică s-a dezvoltat o nouă tehnică pentru măsurarea temperaturii. La începutul anilor '70 ai secolului trecut, americanii au inventat primele termometre electronice, care aveau avantajul de a afișa temperatura în aproximativ un minut, în timp ce pentru termometrul cu mercur este nevoie de 6-9 minute. După aceste descoperiri, în deceniile următoare, mai multe țări vor renunța complet la termometrul cu mercur din cauza riscului pentru

sănătate și pentru mediu.

Astăzi s-au creat o varietate de termometre digitale, care se bazează pe principiul modificării rezistenței substanței cu temperatura (*termometre electrice*) sau pe principiul schimbării gradului de luminozitate, sau a spectrului cu temperatura (*termometre optice*).

6. Concluzii

Deși nu îi acordăm o atenție deosebită, termometrul ne ajută în foarte multe domenii, fiind cel care ne oferă informații despre vreme, despre temperatura alimentelor sau chiar despre temperatura corpului, ajutându-ne în felul acesta să ne păstrăm sănătatea la cele mai înalte standarde.

Mai mulți autori au fost creditați pentru invenția termometrului, de la Cornelius Drebbel și Robert Fludd până la Galileo Galilei sau Santorio Santorio. Totuși, termometrul nu a fost o invenție unică, ci o dezvoltare continuă a unui dispozitiv.

Materialul respectiv poate prezenta interes pentru elevi, studenți și cadre didactice.

Bibliografie

1. КИКОИН, А. К. *Температура. Теплота. Теплоемкость (Из истории физики)*, КВАНТ, 1983, № 11, с. 26-28;

2. ГОЛИН, Г. М., ФИЛОНОВИЧ, С. Р. *Классики физической науки (с древнейших времен до начала XX в.)*. Москва: Высшая школа, 1989. 180 с.
3. ЛЬОЦЦИ, МАРИО. *История физики*, пер. с итал. Э. Л. Бурштейна. Москва: Мир, 1970, 120 с.
4. СПАССКИЙ, Б.И., *Физика в ее развитии*. Москва: Просвещение, 1979. с. 52.
5. GAMOW, G., *Biografia fizicii. București, Editura Științifică, 1981. 386 p.*;
6. HOLBAN, I. *Pe serpentinele fizicii*. Chișinău : Știința, 1992. 224 p.
7. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Fahrenheit>

*Pentru contacte: 0231 42451, 068020395,
e-mail: miheugropa@yahoo.com*

TREI VARIANTE DIFERITE

ALE UNEI LUCRĂRI DE LABORATOR DE FIZICĂ

Mihail POPA, conf. univ., dr.
Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Abstract: *This article shows three different versions of a laboratory work of Physics with the name „Determination of focal length and/or convergence of a thin lens”.*

Termeni-cheie: *lentilă, distanță focală, convergență, banc optic, focar, plan focal*

Introducere

Studierea experimentală a fenomenelor fizicii, deducerea și verificarea experimentală a legilor fizice constituie imperativul învățămîntului actual, ce are caracter preponderent formativ. Deși lucrările de laborator reprezintă o acțiune reală, materială asupra sistemului fizic, ele nu se reduc la o simplă cunoaștere senzorială, ci presupun un proces complex, în care gîndirea teoretică are și ea un rol important, mai ales în faza de concepere a montajului și a modului de lucru, dar și după obținerea datelor, în etapa prelucrării și interpretării acestora. Urmărind curriculumurile și manualele de fizică, se remarcă peste tot amprenta caracterului experimental ce se atribuie acestei materii școlare. Dintr-o asemenea perspectivă rezultă că activitatea de laborator este de importanță decisivă, fiind condiția fundamentală a învățării acestei discipline, ce are ca obiect de studiu natura cu manifestările sale fizice.

Articolul respectiv prezintă trei variante diferite ale unei lucrări de laborator de fizică cu numele *Determinarea distanței focale și/sau convergenței unei lentile subțiri*.

Variantă I

Obiectivul lucrării: familiarizarea cu metodele experimentale de determinare a distanței focale și convergenței unei lentile convergente.

Aparate și accesorii: banc optic, lentile convergente, sursa de lumină într-o carcasă specială, ecran, riglă.

Considerații teoretice

Lentila este un corp transparent (de obicei sticlă), delimitat de două suprafețe sferice, cu razele R_1 și R_2 (Fig. 1.a). Lentilele sunt biconvexe, biconcave, plan-convexe, plan-concave, menisc convergent și menisc divergent. Lucrarea se referă la numai primul tip de lentilă.

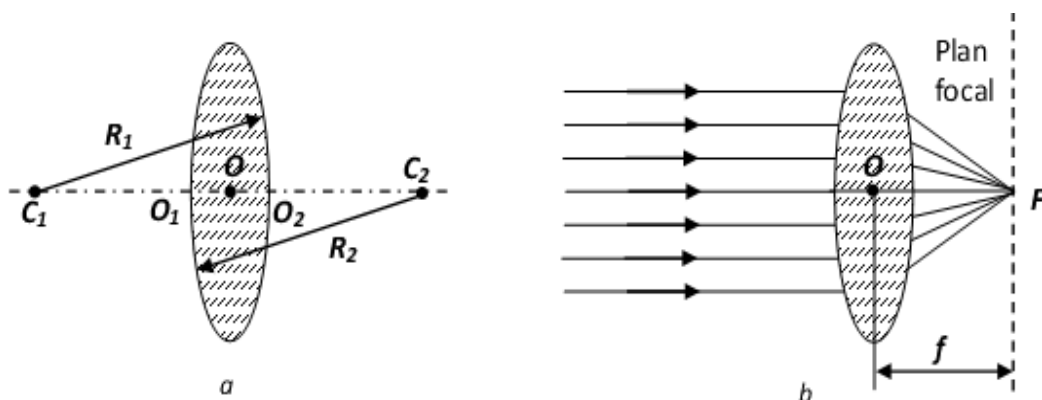


Fig.1. Elementele principale ale unei lentile subțiri (a). Planul focal al unei lentile (b)

Linia dreaptă care unește centrele C_1 și C_2 ale suprafețelor sferice este numită axa optică a lentilei. Punctele O_1 și O_2 sînt vîrfurile lentilei, iar distanța O_1O_2 reprezintă grosimea lentilei. Lentila este considerată subțire, dacă grosimea ei este mult mai mică decît razele R_1 (sau R_2). Punctul O este centrul optic al lentilei (Fig 1.a).

Dacă pe lentilă cade un fascicul de lumină, paralel cu axa optică principală, după refracție pe suprafețele lentilei, razele (sau extensiunile lor) se vor întîlni în punctul F . Acest punct se numește *focarul lentilei*, iar distanța dintre centrul optic O și focarul lentilei F se numește *distanță focală*. Lentilă biconvexă are două focare, amplasate pe părțile opuse ale lentilei la aceeași distanță ($R_1 = R_2$). Planul perpendicular pe axa optică și care trece prin unul din focare este numit *plan focal*. Mărimea $C = 1/f$, adică mărimea inversă distanței focale se numește *puterea optică* a lentilei. În SI unitatea de măsură a puterii optice este *dioptria* (δ). O dioptrie este puterea optică a lentilei cu distanța focală $f = 1 \text{ m}$.

Lentilele se folosesc pentru schimbarea direcției de propagare a razelor de lumină în dispozitivele optice. În acest caz are loc o deplasare vizibilă și modificare a dimensiunilor liniare ale obiectelor. Pentru construirea imaginii unei surse

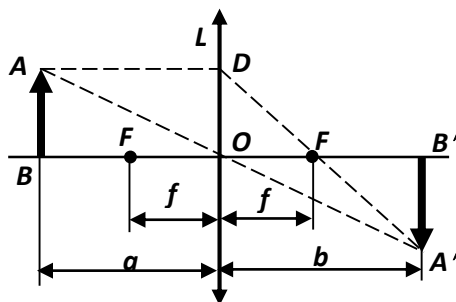


Fig. 2. Construcția imaginii într-o lentilă

fixe într-o lentilă convergentă ne folosim de două din cele trei raze. Prima rază de lumină merge paralel cu axa optică principală și după refracție trece prin focar. Cea de-a doua rază de lumină trece prin centrul optic O fără ași modifica direcția (Fig. 2). Raza 3 trece prin focarul-obiect al lentilei, iar după refracție merge paralel cu axa optică principală.

Mărimea a se numește distanța de la obiectul AB pînă la lentila L , b reprezintă distanța de la lentila L pînă la imaginea $A'B'$, iar f este distanța focală. Toate acestea sunt legate printr-o relație simplă care se poate deduce ușor. Din asemănarea triunghiurilor ABO și $A'V'O$ rezultă că

$$\frac{AB}{a} = \frac{A'B'}{b} \rightarrow \frac{AB}{A'B'} = \frac{a}{b}, \quad (1)$$

iar din asemănarea triunghiurilor DOF și $A'B'F$ rezultă

$$\frac{DO}{f} = \frac{A'B'}{b-f} \rightarrow \frac{DO}{A'B'} = \frac{f}{b-f}. \quad (2)$$

Părțile stîngi a expresiilor (1) și (2) sunt egale, deoarece $DO = AB$. De aceea, sînt egale și părțile drepte ale acestora:

$$\frac{a}{b} = \frac{f}{b-f}. \quad (3)$$

Scriem relația (3) fără linii de fracție și dacă o împărțim la termenul abf , obținem:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}. \quad (4)$$

Relația (4) reprezintă *formula lentilei subțiri*.

Descrierea instalației

Măsurătorile se fac pe un banc optic, pe care se află niște călăreți, iar pe aceștea sînt fixate sursa (spirală becului joacă rolul de obiect), lentila și ecranul. Centrele acestor elemente trebui să se afle la aceeași înălțime, iar axa optică a lentilei este paralelă cu marginea bancului optic. Distanțele dintre elementele bancului optic se măsoară cu o riglă situată pe bancul optic. Asigurarea clarității imaginii se face manual. Distanța focală f a lentilelor subțiri poate fi determinată prin diferite metode, pe care le vom descrie mai jos.

Ordinea operațiilor

Această metodă se bazează pe folosirea formulei lentilei. Într-adevăr, dacă măsurăm distanța a de la obiect la lentilă și distanța b de la lentilă la ecran, pe care se obține o imagine clară a obiectului, este ușor de calculat distanța focală după formula lentilelor subțiri:

$$f = \frac{a \cdot b}{a + b} \quad (5)$$

1.1. Pe bancul optic, la o anumită distanță, se stabilesc călăreții cu sursa de lumină (becul electric) și ecran. Între ele, se pune călărețul cu lentila convergentă. Becul electric se alimentează cu energie electrică.

1.2. Se deplasează lentila de-a lungul bancului optic pentru a obține o imagine clară a obiectului pe ecran.

1.3. Pe rigla bancului optic se măsoară distanțele a și b (pozițiile centrului lentilei, sursei și ecranului se determină după aceasta riglă).

1.4. Se deplasează lentila, repetînd punctele 1.2 și 1.3 de circa cinci ori.

1.5. Pentru fiecare dintre perechile a și b măsurăm mărimile f_i , Σf_i , $\langle f_i \rangle$.

1.6. Calculăm puterea optică a lentilei $C = 1/f$.

1.7. Rezultatele se completează în Tabelul 1.

Tabelul 1

N	a , mm	b , mm	$f = \frac{a \cdot b}{a + b}$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
$\Sigma f_i =$			
		$\langle f_i \rangle =$	
			$C =$

Varianta II

Cea de-a doua metodă de determinare a distanței focale se bazează pe construcția a două imagini reale ale unui obiect într-o lentilă convergentă, deplasînd numai lentila, în timp ce obiectul și ecranul rămîne nemodificat.

În acest caz trebuie măsurată doar distanța dintre pozițiile lentilei l fără a măsura distanțele obiect-lentilă și lentilă-imagine.

Într-adevăr, să presupunem că distanța dintre obiect și ecran L este mai mare de $4f$ ($L > 4f$). În acest caz va exista întotdeauna două astfel de poziții ale lentilei (I și II din Fig. 3), pentru care pe ecran se vor observa două imagini clare ale obiectului: una mărită și alta micșorată.

Este ușor de observat că ambele imagini sînt simetrice față de mijlocul distanței dintre obiect și imagine (ecran). Pentru prima poziție a lentilei, conform relației (5), obținem

$$f = \frac{(L - l - b_2)(l + b_2)}{L}, \quad (6)$$

iar pentru poziția a doua

$$f = \frac{(L - b_2) \cdot b_2}{L}. \quad (7)$$

Egalînd părțile drepte ale ultimelor relații, obținem

$$b_2 = \frac{(L - l)}{2}. \quad (8)$$

Astfel, în loc de expresia $a_1 = L - l - b_2$ avem $a_1 = (L - l)/2$, de unde rezultă că $a_1 = b_2$. Acest lucru înseamnă că ambele poziții ale lentilei se află la distanțe egale: una față de obiect, iar alta față de imagine, și ca rezultat, sînt simetrice față de mijlocul distanței dintre obiect și ecran. Pentru a obține expresia pentru f , analizăm una din pozițiile lentilei (de exemplu, a doua). Pentru aceasta $b_2 = (L - l)/2$, $a_2 = L - b_2 = (L + l)/2$ și înlocuind acestea în relația

$$f = \frac{a_2 \cdot b_2}{a_2 + b_2}. \quad (9)$$

obținem *formula de lucru*:

$$f = \frac{L^2 - l^2}{4L}. \quad (10)$$

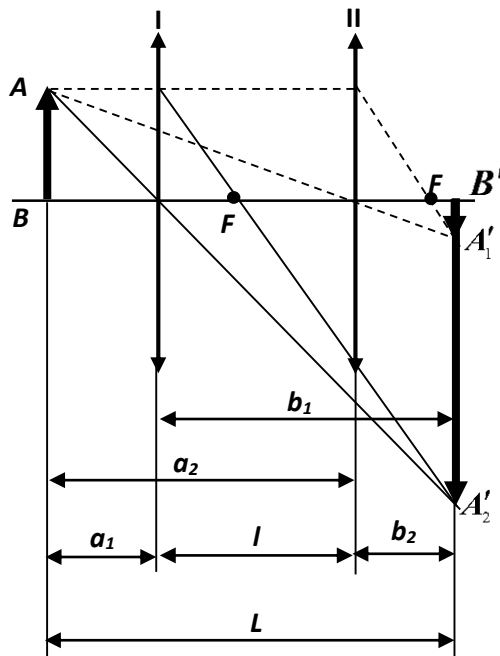


Fig. 3. Formarea a două imagini reale într-o lentilă convergentă

Ordinea operațiilor

2.1. Sursa de lumină (obiectul) și ecranul sunt așezate pe bancul optic la o distanță $L > 4f$ una față de alta. (Cadru didactic cunoaște valoarea f în urma măsurătorilor anterioare).

2.2. Se conectează sursa de lumină. Deplasăm lentila pînă cînd pe ecran se obține o *imagine clară și mărită* a obiectului. Notăm poziția lentilei prin x_1 . Măsurătorile se repetă de 5 - 7 ori.

2.3. Se deplasează lentila, astfel încît pe ecran să se obțină *imaginea clară și micșorată* a obiectului. Poziția nouă a lentilei o notăm prin x_2 . Măsurătorile se repetă de 5 - 7 ori.

2.4. Calculăm mărimile $\Sigma x_{1,i}$, $\Sigma x_{2,i}$, $\langle x_1 \rangle$, $\langle x_2 \rangle$, $\langle l \rangle = \langle x_1 \rangle - \langle x_2 \rangle$.

2.5. Determinăm distanța focală după relația $\langle f \rangle = (L^2 - \langle l^2 \rangle) / (4L)$.

2.6. Rezultatele obținute se introduc în Tabelul 2.

Tabelul 2

x_1							$\Sigma x_1 =$	$\langle x_1 \rangle =$
x_2							$\Sigma x_2 =$	$\langle x_2 \rangle =$
$L =$	$\langle l \rangle =$						$f =$	

2.7. Găsim diferență dintre rezultatele obținute prin prima și a doua metodă:

$$\delta_f = \frac{\langle f \rangle_1 - \langle f \rangle_2}{\langle f \rangle_1} \cdot 100\%$$

Variantă III

Aparate și materiale necesare: lentilă subțire, riglă gradată, o foaie de hîrtie, un creion

Ordinea operațiilor

3.1. Pe o foaie de hîrtie trasăm două linii paralele cu lungimea de 3 - 4 cm și la distanța dintre ele $h = 2 - 3$ mm (Fig. 4).

3.2. Luăm lentila în mîna stîngă, închidem ochiul drept, iar

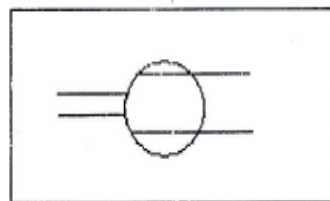


Fig. 4. Obiect și imagine

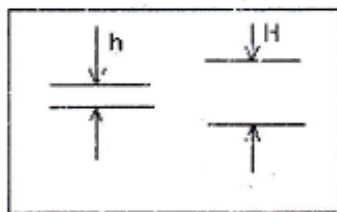


Fig. 5. Înălțimile obiectului și ale imaginii

cu ochiul stîng analizăm prin lentilă liniile trasate pînă ce imaginea acestora va deveni maximă și cea mai clară. Pentru poziția obținută, trasăm cu creionul din mîna dreaptă liniile noi obținute și notăm distanța dintre ele prin H (Fig. 5).

3.3. Pentru poziția respectivă determinați distanța de la foaie pînă la lentila subțire d (distanța obiect-lentilă).

3.4. Calculăm mărirea liniară a lentilei după formula:

$$\beta = \frac{H}{h}. \quad (11)$$

3.5. Calculăm distanța de la lentilă pînă la imagine

$$d' = \beta d. \quad (12)$$

3.6. Determinăm convergența lentilei după formula:

$$C = \frac{1}{d} + \frac{1}{d'} \quad (13)$$

sau

$$C = \frac{d+d'}{dd'}. \quad (14)$$

3.7 Repetăm punctele 3.1 – 3.6 pentru alte două distanțe diferite h .

3.8 Completăm Tabelul 3.

Tabelul 3

Nr. exp.	h, m	H, m	d, m	β	d', m	C, δ	C_{med}, δ	$\frac{\Delta C}{C}$	$\Delta C, \delta$	$\Delta C_{med}, \delta$
1.										
2.										
3.										

3.9. Deduceți formula de calcul a erorii relative $\Delta C/C$.

3.10. Determinați eroarea absolută ΔC .

3.11. Prezentați rezultatul final sub forma:

$$C = C_{med} + \Delta C_{med}. \quad (15)$$

Chestionar

1. Ce reprezintă un sistem optic? Care sisteme optice se numesc centrate?
2. Cum se determină convergența și mărirea liniară ale unui sistem optic din lentile asociate?
3. Cum depinde distanța focală a unei lentile de razele de curbură ale suprafețelor și de indicele de refracție a materialului din care ea este confecționată?
4. Enumerați regula semnelor pentru razele de curbură a lentilelor și explicați modul de aplicare al ei.

Bibliografie

8. ЛАНДСБЕРГ, Г.С., *Оптика*, Москва, Физматлит, 2003, гл. XII., 230 с.;
9. POPESCU, I.-I., ULIU, F., *Optică geometrică*, Craiova, Editura Universitaria, 2006, 212 p.;
10. GRUESCU, C., *Optica tehnică. Aplicații*, 2009, 99 p.
11. ВДОВИН, Н.А., ЛОСКУТОВ, К.Н., МАРЦЕНЮК, Т.Д., ЩИЦИНА, Ю.К., *Оптика: лабораторный практикум*, Издательство ПГТУ, Пермь, 2004, 84 с.
12. ПЕТРОВА, Н.А., ШУБИН В.В., *Волновая и геометрическая оптика: Сб. лаб. работ по общему курсу физики*, Великий Новгород, Нов.Г.У. им. Ярослава Мудрого, 2000, 76 с.
13. <http://www.phys.ubbcluj.ro/~dana.maniu/Laborator%20Optica/Lentile%20subtiri.pdf>

INSTRUIREA ASISTATĂ DE CALCULATOR LA ORELE DE FIZICĂ ȘI DISCIPLINE TEHNICE

Eugeniu CIBOTA, profesor de fizică
și discipline tehnice, grad didactic II,
Școala Profesională nr.5, mun. Bălți

***Abstract:** The use of the computer in teaching is becoming a necessity in the conditions of accelerated development of information technologies. The school should keep pace with technologies, understand and anticipate their impact on the ways of learning. The concept of*

assisting the teaching process with the computer is a must for the new generation of pupils and students who are already used to the avalanche of multimedia information.

Termeni cheie: didactica, instruirea asistată de calculator, metode de instruire, predare-învățare, AEL, Power Point, experiment virtual

1.Introducere

Progresele rapide înregistrate în toate domeniile vieții sociale impun cercetări pedagogice în vederea elaborării unor strategii educaționale noi și a unor sinteze periodice care să ofere practicii educaționale noi tehnologii, din ce în ce mai eficiente. Sub presiunea dezvoltării accelerate a științei și tehnicii ca și a competiției economice tot mai intense, societatea contemporană solicită din partea sistemului de învățământ o eficiență mereu sporită, astfel ca specialiștii de nivel mediu și superior să poată fi ușor integrați în economia dinamică contemporană, ce necesită adaptarea rapidă și fără eforturi majore la noi profesii sau locuri de muncă.

Societatea informatizată a ultimilor ani a impus utilizarea calculatorului în procesul didactic. Școala trebuie să țină pasul cu tehnologia contemporană, să înțeleagă și să anticipeze impactul asupra modului de învățare. Instruirea asistată de calculator a devenit una dintre formele de învățământ de bază în procesul didactic modern.

Noile tehnologii educaționale aproape că ne-au luat prin surprindere, aplicarea lor s-a făcut, însă, mai lent decât progresul în materie de tehnologie. Calculatorul se dovedește un mijloc de învățământ de mare eficiență, rămânând în sarcina pedagogilor, ca în colaborare cu informaticienii – autor de hard și soft să găsească cele mai bune soluții pentru trecerea pe scară mare la instruirea asistată de calculator. Un lucru trebuie să fie clar: *calculatorul electronic s-a transformat într-un mijloc de tehnologie didactică*. Experiența deja acumulată în învățământul programat și unele rezultate din experiența încă redusă a instruirii asistate de calculator permit să se privească cu optimism în această direcție.

2. Justificarea temei

Un pedagog care nu este capabil să opereze cu un calculator este deja depășit și în mod inevitabil, elevii îl vor privi cu suspiciune. Trebuie să înțelegem și să acceptăm un

lucru, chiar dacă unora o să li se pară odios..., copiii de astăzi sunt mult mai dispuși să acceseze o pagină de internet decât să citească două-trei pagini din manual. Este o realitate pe care nu o putem ignora. Faptul că nu vrem să acceptăm această realitate nu înseamnă că ea nu există. Să nu uităm că însuși Aristotel, acum 2400 ani în urmă a sesizat conflictul dintre generații. Și atunci ce este de făcut? În primul rând, trebuie să acceptăm realitatea obiectivă, așa cum este ea și să ne reevaluăm strategiile didactice.

Calculatoarele au fost încorporate în programele educaționale oferindu-le celor ce se instruiesc o libertate și flexibilitate mai mare dar și individualitate în clasă. Învățarea care pune accentul pe învățămîntul formativ reprezintă un tip de instruire care îi dă elevului un rol activ în procesul de învățare. Elevii, participanți activi, își imprimă ritmul propriu și propriile strategii de învățare. Modalitatea de învățare este individualizată, spre deosebire de cea standardizată specifică învățămîntului reproductiv. De asemenea, în procesul de învățămînt apare necesitatea ca mesajul didactic, comunicat elevului de către profesor să fie controlat prin informații de feedback, pe cale inversă elev – profesor.

Considerînd sistemul profesor – elev un sistem cibernetic, comanda este informația didactică de la profesor la elevi, iar controlul se realizează prin informația care circulă de la elevi la profesori. Învățămîntul tradițional nu permite o conexiune inversă permanentă, detaliată, ci doar sporadică, în anumite etape ale procesului de învățămînt, de unde și dificultatea adecvării acțiunii profesorului.

Pornind de la realitățile de mai sus și utilizînd experiența mea didactică la catedră am înțeles că pentru a avea succes în activitatea pedagogică este necesar să-mi revizui tehnologiile pedagogice folosite. Tocmai din acest considerent tema de cercetare asupra căreia lucrez este: „**Instruirea asistată de calculator la lecțiile de fizică și discipline tehnice**”.

În prezent se prefigurează o pedagogie informațională, care să analizeze posibilitățile de formalizare a procesului de gîndire și care să indice metodele de adaptare a caracteristicilor calculatorului la condițiile specifice instruirii școlare. De asemenea se acționează în direcția introducerii informaticii ca materie școlară încă de la

nivel elementar, în paralel cu o pregătire informatică temeinică a educatorilor, aceștia trebuind să intervină eficient în exploatarea programelor pe care le au la dispoziție, dar și pentru elaborarea unor programe de mică anvergură, necesare adaptării la particularitățile de vîrstă ale grupului de elevi cu care se lucrează.

Fizica este o știință experimentală și nu una dogmatică: orice ipoteze, modele sau teorii se consideră ca valabile numai după testarea și confirmarea lor experimentală. De aceea, fizica ca materie școlară condiționează obținerea de rezultate bune prin folosirea experimentului ca principala modalitate de comunicare - asimilare a cunoștințelor, iar predarea – învățarea fizicii fără experiment are cam aceeași eficacitate ca și predarea - învățarea geografiei fără ... hartă. Cu toate acestea, una dintre problemele curente cu care se confruntă profesorul de fizică și de discipline tehnice este dotarea laboratorului. Efectuarea unui experiment la lecțiile de lucrări de laborator frontale, necesită aparatură în număr mare de exemplare, iar o dotare bună ridică cu mult costurile în sistemul de învățămînt. Efectuarea experimentului în laborator, de multe ori, cere respectarea strictă a unor reguli și norme ale tehnicii de securitate. O parte din experimente nu pot fi demonstrate în clasă din cauza pericolului pentru sănătatea și viața celor prezenți sau că pentru demonstrarea lor cer aparate, dispozitive foarte costisitoare. Tocmai de aceea, salvarea mea în asemenea situații este utilizarea calculatorului. Orele de fizică și discipline tehnice (construcția automobilului, electrotehnica, componente electronice, măsurări electrice) au devenit de neconceput fără utilizarea *proiectorului*, a prezentărilor *Power Point* și a *platformei AEL*.

Un experiment virtual, ca și un experiment de laborator, are același scop de studiere a fenomenului respectiv în condiții, evident, la fel artificiale, acestea fiind create și realizate la un alt nivel calitativ, mai modern și pe un fundament științific riguros. Ca și experimentul de laborator, orice experiment virtual, realizat pe calculator, are la bază aceleași modele fizice, aceleași modele matematice (teoretice). De aceea, orice experiment virtual are, la fel ca și cel de laborator, rolul de izvor al cunoștințelor și scop al cunoașterii.

De multe ori, dispozitivele virtuale pot fi „proiectate” atât în variante echivalente cu cele din laborator cât și în variante nemaiîntâlnite în laboratorul real. De exemplu, studiul mișcării rectilinii uniform accelerate se face pe un plan înclinat virtual cu lungimi de până la 100 m, dimensiuni inexistente în laboratorul de fizică, dar întâlnite și utilizate în practică. Sau, una și aceeași tematică poate fi studiată pe calculator atât în condițiile terestre cât și în condițiile de pe oricare planetă a Sistemului Solar. Nici un experiment, în condițiile unui laborator real, nu permite un studiu atât de complex al fenomenelor optice (de interferență, difracție, etc.) după cum îl realizăm în experimentul virtual. O bună parte din experimente nu pot fi realizate în laborator din cauza că obiectele de studiu sunt ca dimensiune ori prea mari ori prea mici. Sau, cum am putea demonstra experimental, de exemplu, dependența accelerației gravitaționale de latitudine ori de altitudine în condiții terestre, cu atât mai mult pe Lună, pe alte planete? Doar cu creta pe tablă.

Procesele fizice moderate pe calculator sunt mult mai clare și dinamice. Elevul dobândește singur cunoștințe, găsește și înțelege mai bine, mai profund și într-un timp mult mai scurt legile procesului fizic studiat. Predarea-învățarea fizicii asistată de calculator are un mare avantaj – timpul de însușire a informației se reduce cu 30-40% față de învățarea tradițională, iar programul odată parcurs este asimilat în întregime. Modelarea pe calculator, experimentul virtual se aplică cu succes în cele mai diferite domenii științifice: în fizică, tehnică, biologie, chimie, medicină etc. Această metodă modernă de predare-învățare cu ajutorul calculatorului realizează individualizarea și diferențierea învățământului. Fizica cât și disciplinele tehnice (electrotehnica, electronica etc.) sunt avantajate în utilizarea calculatorului la predarea - învățarea materiei de studiu. Durata demonstrării unui experiment virtual este doar de câteva minute, efectuarea unei lucrări de laborator ține de la 5 până la 20 minute; deci, se câștigă timpul prețios la lecție, se mărește volumul de informație comunicat într-o unitate de timp; învățământul este centrat pe elev, care dobândește de unul singur propriile cunoștințe.

AEL mi-a oferit șansa de a vedea ce înseamnă să creez conținut educațional, nu doar să-l folosesc. El nu fiind doar software, ci un instrument de lucru util pentru elevi și pentru profesori deopotrivă. Calculatorul nu are menirea să înlocuiască profesorul, deoarece numai profesorul poate fi și este educator, purtător și promotor al unei înalte culturi, model demn de urmat pentru generația în creștere. Totodată, munca profesorului în predarea asistată de calculator este compensată prin creșterea prestigiului pedagogului.

3. Concluzii

În concluzie, se poate afirma că *Instruirea asistată la calculator* conferă învățământului tradițional o nouă dimensiune, ce promite creșterea substanțială a randamentului învățării școlare, oferind astfel o soluție realizabilă și realistă problemei cu care se confruntă învățământul contemporan, care se adaptează tot mai greu cerințelor sociale contemporane impulsionate de ritmul actual al înnoirilor tehnico-științifice.

Bibliografie:

1. Adăscăliței, Adrian A. Instruire Asistată de Calculator. Didactică Informatică. Iași: Polirom, 2007.
2. Bal, Carmen. Instruire asistată de calculator de la teorie la practică. Cluj Napoca: Ed. Alma Mater, 2009.
3. Călțun, Florin Ovidiu. Capitoale de Didactica fizicii. Iași: Ed. Univ. Alexandru Ioan Cuza, 2006.
4. Laboratoare virtual: <https://sites.google.com/site/laboratorvirtualdefizicaii/home>
5. Noveanu, Eugen; Istrate Olimpus, Proiectarea pedagogica a lecțiilor multimedia. București, 2005.
6. SIVCO România, Laboratoare virtuale Lecții AEL.
7. Tereja, Emanoil. Metodica generală de predare: Fizica. Chișinău: Arc, 2001.