



AMBULANȚĂ

Elaborat: st. gr. DI-111 Uicchin Dmitri
Conducător: conf. univ. Valeriu Podborschi

Departamentul Design Industrial și de Produs



"AUTOSPECIALĂ POMIERI"

Universitatea Tehnică a Moldovei

Bd. Ștefan cel Mare 168, Chișinău, Republica Moldova
Tel.: (373 22) 44-50-07, e-mail: podborschi.valeriu@gmail.com

COLEGIUL DE REDACȚIE

Redactor șef: academician al A.Ș.M. I. Bostan
Redactor șef adjuncț: prof. dr. hab. V. Dulgheru

Academician al A.Ș.M. Gh. Duca; academician al A.Ș.M. A. Șimașchevici; academician al A.Ș.M. V. Canțer; academician al A.Ș.M. M. Bologa; academician al A.Ș.M. N. Andronați; academician al A.Ș.M. I. Tighineanu; academician al A.Ș.M. L. Culiuc; membru corespondent al A.Ș.M. I. Geru; academician al A.Ș.M. A. Dicusar; academician al A.Ș.M. G. Belostecinic; membru corespondent al A.Ș.M. S. Dimitrachi; membru corespondent al A.Ș.M. E. Lvovschi; prof. dr. ing. R. Munteanu (România); prof. dr. ing. I. Vișa (România); prof. dr. ing. A. Graur (România); prof. dr. ing. S. Crețu (România); prof. dr. ing. F. Ionescu (Germania); prof. dr. ing. P. Lorenz (Germania); prof. dr. ing. A. Gheorghie (SUA); prof. dr. P. Todos; prof. dr. hab. V. Dorogan; prof. dr. hab. A. Popescu; prof. dr. ing. O. Pruteanu (România); prof. dr. ing. R. Herman (România); prof. dr. ing. C. Banu (România); prof. dr. ing. L. Cantemir (România); prof. dr. C. Opreșan (România); prof. dr. ing. Gh. Manolea (România); prof. dr. hab. P. Tatarov; prof. dr. ing. D. Mneric (România); conf. dr. A. Toța; conf. dr. V. Toporeț.

SECȚIILE COLEGIULUI DE REDACȚIE

Construcția și exploatarea mașinilor - președinte A. Toța, conf. dr.

Academician al A.Ș.M. I. Bostan; prof. dr. ing. O. Pruteanu (România); prof. dr. ing. B. Plăteanu (România); prof. dr. ing. P. Lorenz (Germania); prof. dr. ing. F. Ionescu (Germania); prof. dr. hab. V. Marina; prof. dr. hab. P. Stoicev; conf. dr. V. Amariu; prof. dr. V. Javurgeanu; prof. dr. ing. N. Ungureanu (România); prof. dr. ing. V. Puiu (România); prof. dr. ing. D. Olaru (România); prof. dr. ing. Gh. Mogan (România); prof. dr. ing. D. Paraschiv (România); prof. dr. hab. P. Topală; prof. dr. ing. M. Bordei (România); prof. dr. ing. M. Țițu (România); prof. dr. ing. C. Ciupan (România); prof. dr. hab. V. Dulgheru (secretar științific).

Electronică și microelectronică - președinte prof. univ. dr. hab. V. Dorogan

Academician al A.Ș.M. V. Canțer; academician al A.Ș.M. A. Șimașchevici; academician al A.Ș.M. L. Culiuc; academician al A.Ș.M. I. Tighineanu; membru corespondent al A.Ș.M. I. Geru; membru corespondent al A.Ș.M. S. Dimitrachi; prof. dr. hab. N. Sârbu; prof. dr. hab. A. Casian; prof. dr. hab. V. Trofim; prof. dr. hab. M. Vladimír; prof. dr. V. Șontea; conf. dr. S. Andronic; prof. dr. hab. O. Lupan (secretar științific).

Tehnica de calcul și tehnologii informaționale - președinte A. Popescu, dr. hab. prof.

Prof. dr. ing. A. Graur (România); prof. dr. hab. A. Gremalschi; prof. dr. hab. V. Perju; prof. dr. hab. I. Costas; conf. dr. hab. I. Bolun; conf. dr. hab. E. Guțulescu; conf. dr. V. Nedelciu; conf. dr. V. Beșiu; conf. dr. V. Moraru; conf. dr. B. Izvoreanu; conf. dr. N. Secieru; conf. dr. V. Gâscă; conf. dr. S. Zaporozh (secretar științific).

Energetică și electrotehnică - președinte T. Ambros, prof. dr. hab.

Membru corespondent al A.Ș.M. V. Musteață; prof. dr. P. Toșev; prof. dr. ing. Radu R. Munteanu (România); prof. dr. ing. I. Cantemir; prof. dr. ing. A. Gheorghie (SUA); prof. dr. I. Stratan; prof. dr. ing. W. Kappel (România); prof. dr. ing. Gh. Manolea (România); conf. dr. M. Chiorescu; prof. dr. ing. E. Pătroi (România); prof. dr. I. Sobor; conf. dr. I. Nuță; dr. I. Comendat; conf. dr. N. Baboi (secretar științific).

Construcții, urbanistică și arhitectură - președinte E. Lvovschi, membru corespondent A.Ș.M.

Prof. dr. hab. M. Andriuță; prof. dr. D. Ungureanu; conf. dr. hab. I. Rusu; conf. dr. S. Orlov; conf. dr. V. Toporeț; dr. A. Cantasel; conf. dr. N. Grozav; conf. dr. V. Grama; conf. dr. A. Ababei; conf. dr. N. Lupșor (secretar științific).

Tehnologia și chimia produselor alimentare - președinte P. Tatarov, dr. hab. prof.

Academician al A.Ș.M. Gh. Duca; academician al A.Ș.M. B. Găină; prof. dr. ing. C. Banu (România); prof. dr. hab. C. Sârghiu; prof. dr. hab. A. Balanuță; conf. dr. G. Musteață; prof. dr. V. Caragiă; prof. dr. ing. A. Bărcă (România); conf. dr. V. Cartoaeanu; conf. dr. V. Reștica; conf. dr. J. Ciunac; prof. dr. hab. R. Sturza (secretar științific).

Industria ușoară - președinte C. Spănu, dr. conf.

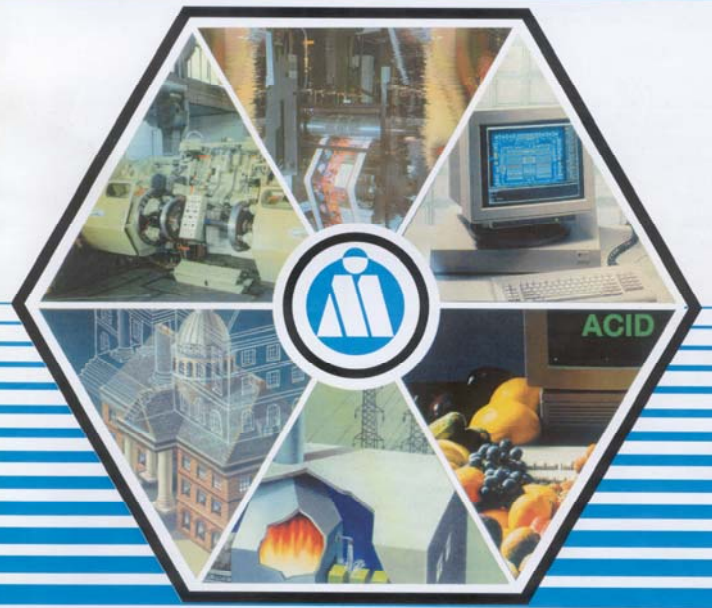
Conf. dr. V. Bulgaru; conf. dr. E. Gorea; conf. dr. ing. S. Balan; prof. dr. ing. M. Malcoici; conf. dr. ing. V. Cazaș; conf. dr. ing. M. Irovan; conf. dr. ing. I. Tutunaru; conf. dr. ing. J. Cârja; conf. dr. ing. S. Cangaș; conf. dr. ped. O. Sugac; conf. dr. ped. O. Condrateenco; lector superior E. Musteață; conf. dr. A. Scricenco (secretar științific).

Ingineria Mediului și Managementul Mediului - președinte Ia. Bumbu prof. dr. hab.

Academician A.Ș.R. Prof. dr. hab. I. Dediu; academician A.N.Ș.E. prof. dr. hab. Ia. Bumbu; academician A.N.Ș.E. prof. dr. hab. D. Ungureanu; academician A.N.Ș.E. conf. dr. S. Calos; academician A.Ș.M. prof. dr. hab. S. Toma; conf. dr. I. Ioneț; conf. dr. V. Lungu (secretar științific).

Economie și management pe ramuri - președinte V. Arion, prof. dr. hab.

Membru corespondent al A.Ș.M. G. Belostecinic; prof. dr. hab. A. Cojulari; prof. dr. C. Niță, președinte al Clubului Economisților Brașoveni (România); prof. dr. M. Păun (România); prof. dr. G. Brătuțu (România); prof. dr. hab. L. Bugaian; conf. dr. N. Turcanu; prof. dr. hab. T. Manole; conf. dr. V. Mămăligă (secretar științific).



CALENDAR - DATE REMARCABILE

6 iunie 1850 - 165 de ani de la nașterea lui **Karl Ferdinand BRAUN**, fizician și inventator german, profesor universitar la Strasbourg, laureat al Premiului Nobel pentru Fizică pe anul 1909 împreună cu Guglielmo Marconi, pentru contribuțiile lor în dezvoltarea telegrafiei fără fir (6.06.1850, Fulda, Hesse-Kassel - 20.04.1918, Brooklyn, New York).

17 iunie 1925 - 90 de ani de la moartea lui **Anghel I. SALIGNY**, academician, inginer constructor, ministru și pedagog român, considerat unul dintre pionierii tehnicii mondiale în proiectarea și construcția podurilor și silozurilor cu structură metalică, respective, de beton armat, unul dintre întemeietorii ingineriei românești (19.04.1854, Șerbănești, județul Galați - 17.06.1925, București).

22 iunie 1990 - 25 de ani de la moartea lui **Iliia Mihailovici FRANK**, fizician sovietic, laureat al Premiului Nobel pentru Fizică în 1958 împreună cu Pavel Alexeevici Cherenkov și Igor Tamm, tot din Uniunea Sovietică. Meritul lui Frank a constatat în explicarea fenomenului de radiație Cherenkov (23.10.1908-22.06.1990).

8 iulie 1695 - 320 de ani de la moartea lui **Christiaan HUYGENS**, matematician, astronom și fizician olandez. S-a născut în Haga, studiind dreptul și matematica la Universitatea din Leyda și la College of Orange din Breda, iar apoi interesul i s-a orientat către științe. În general, istoricii consideră că a fost savantul cu care a început revoluția științifică (14.04.1629-8.07.1695).

16 august 1705 - 310 ani de la moartea lui **Jakob BERNOULLI**, matematician și fizician elvețian ce a aparținut celebrei familii Bernoulli. Contemporan cu Newton și Leibniz, a dezvoltat calculul diferențial și integral introdus de aceștia. Unul din frații săi a fost Johann Bernoulli, un alt mare matematician (27.12.1654, Basel - 16.08.1705).

18 iulie 1635 - 380 de ani de la nașterea lui **Robert HOOKE**, savant englez, care a excelat ca astronom și fizician, fiind cel mai bine cunoscut pentru formularea legii de proporționalitate între deformațiile elastice ale unui corp și tensiunile la care este supus, cunoscută ca „Legea lui Hooke” (18.07.1635-3.03.1703).

30 august 1940 - 75 de ani de la moartea lui **Joseph John THOMSON**, fizician englez, ales în Societatea Regală din Londra. Laureat al Premiului Nobel pentru descoperirea electronului și pentru lucrările sale în domeniul conductibilității electrice în gaze. Șapte studenți de-ai lui, inclusiv fiul său George Paget Thomson, au devenit, de asemenea, Laureați ai Premiului Nobel (18.12.1856-30.08.1940).

3 septembrie 1950 - 65 de ani de la moartea lui **Traian VUIA**, inventator român, pionier al aviației mondiale. Pe data de 18 martie 1906 el a realizat primul zbor autopropulsat (fără capotule sau alte mijloace exterioare) cu un aparat mai greu decât aerul (17.08.1872, Bujoru, comitatul Caraș-Severin, Austro-Ungaria - 3.09.1950, București, România).

30 septembrie 1870 - 145 de ani de la nașterea lui **Jean-Baptiste PERRIN**, fizician francez, laureat al Premiului Nobel pentru Fizică în anul 1926. În 1895 a demonstrat că radiațiile catodice sunt alcătuite din particule cu sarcină negativă, care ulterior vor fi denumite electroni (30.09.1870, Lille - 17.04.1942, New York).

ORGAN AL UNIVERSITĂȚII TEHNICE A MOLDOVEI
ȘI ASOCIAȚIEI INGINERILOR DIN MOLDOVA

MERIDIAN INGINERESC

Publicație tehnico-științifică și aplicativă fondată la

9 februarie 1995

3(58)
2015

Tehnoredactare pe calculator:

prof.univ.dr.hab. Valeriu Dulgheru

Coperta:

conf.univ. Valeriu Podborschi

conf.univ. dr. Nicolae Trifan

ISSN 1683-853X

EDITURA „TEHNICA UTM”

CUPRINS

	Rezumate.....	3
<i>Cantemir L.</i>	Unde, când și cum electricitatea a devenit electrotehnică.....	11
<i>Guțuleac E., Zaporojan S.</i>	Modelarea controlului sistemelor de fabricație reconfigurabile prin rețele Petri colorate membranale.....	18
<i>Andrievschi S., Lozan A.</i>	Optimizarea constructivă a malaxoarelor cu organe de lucru în formă de bare.....	26
<i>Hoară D.</i>	Aspecte privind dimensionarea schimbătoarelor de căldură imersate în stratul fluidizat al cazanelor de abur la utilizarea diferitelor tipuri de combustibili solizi.....	32
<i>Beșliu V., Topala P., Stoicev P., Ojegov A., Hîrbu A., Guzman D.</i>	Unele cercetări experimentale privind coroziunea peliculelor din grafit obținute prin descărcări electrice în impuls.....	40
<i>Beleuța V., Galbinean S.</i>	Calculul săgeții inițiale de încovoiere a turnului zăbrelit prin utilizarea modelului grinzii echivalente.....	47
<i>Gheorghiuță A., Gheorghiuță E., Guțuleac L., Caraman M., Korolevski B., Untila P., Melinte V.</i>	Particularitățile proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu nichel.....	51
<i>Ciobanu M.</i>	Sesizarea vaporilor de NO ₂ și de apă la temperatura camerei, prin variația impedanței peliculelor calcogenice As ₂ Te ₁₃ Ge ₈ S ₃	58
<i>Daud V.</i>	Procedee și tehnici de stabilizare a proceselor de ardere a gazelor în instalații cu putere variabilă.....	63
<i>Polcanov V., Funieru N.</i>	Cercetarea factorilor de bază care determină rezistența pământurilor argilo-nisipoase.....	71
<i>Crețu V.</i>	Efectele funcționalizării suprafeței nanostructurilor de oxid de zinc asupra performanțelor senzoriale.....	76
<i>Todiras V., Onofras L., Prisacari S., Lungu A., Mohova T., Zuza N.</i>	Cercetări privind utilizarea microorganismelor de rizosfera pentru sporirea recoltei la porumb.....	80
<i>Porcescu G.</i>	Particularități specifice privind dezvoltarea microturbinelor eoliene combinate cu ax vertical.....	83
<i>Plămădeală V.</i>	Sursele principale de poluare a aerului atmosferic în municipiul Chișinău.....	89
<i>Ciobanu M.</i>	Politici și inițiative pentru crearea unui mediu investițional favorabil.....	99
<i>Mamaliga V., Odainii D.</i>	Analiza PEST – metodă eficientă de analiză a dezvoltării economiei naționale (exemplul zonelor economice libere).....	108
<i>Platon L.</i>	Subiecte și obiecte în pictura figurativă.....	112
<i>Sudacevschi S, Ababii V., Guțuleac E., Podubnii M.</i>	Sinteza procesoarelor specializate în baza rețelelor hardware Petri funcțional interpretate.....	117
<i>Plămădeală V.</i>	Caracteristica cantitativă și calitativă a emisiilor toxice produse de transportul auto în Republica Moldova.....	124
<i>Panaiteescu V., Petrescu V.</i>	Recenzie manual „ <i>Mecanica fluidelor</i> ”. Autor: dr.conf. Cernica I.....	128
<i>Dulgheru V.</i>	Rezolvarea problemelor creative prin utilizarea procedeeului de combinatorică.....	129
<i>Manolea Gh.</i>	Personalități de pe Meridianele Universului Științific.....	130

REZUMATE

Cantemir L. Unde, când și cum electricitatea a devenit electrotehnică. Electricitatea nu este o creație a lui homo-sapiens. În prezentul articol se pot distinge două preocupări distincte: preocuparea pentru electricitatea atmosferică; preocuparea pentru electricitatea demonstrativă, de salon, a unor manifestări curioase, care ulterior au devenit obiectul unor investigații științifice.

Guțuleac E., Zaporojan S. Modelarea controlului sistemelor de fabricație reconfigurabile prin rețele Petri colorate membranale. În lucrare este introdusă o nouă clasă de rețele Petri colorate membranale temporizate stocastic marcaj–controlabile, care permit de a obține un model compact și flexibil pentru descrierea funcționării controlului distribuit al sistemelor de fabricație reconfigurabile (SFP), unde în mod dinamic sunt prezente organizarea ierarhică, mobilitatea și reconfigurabilitatea pentru cazul în care structura sistemului și atributele sale pot să se schimbe în timpul funcționării.

Andrievschi S., Lozan A. Optimizarea constructivă a malaxoarelor cu organe de lucru în formă de bare. Sunt prezentate rezultatele cercetărilor influenței parametrilor constructivi și tehnologici ai malaxoarelor cu organe de lucru în formă de bare asupra rezistenței la amestecare. Sunt descrise și prezentate soluții constructive care permit reducerea rezistenței la amestecare și a timpului necesar pentru omogenizarea amestecului, excluderea blocării particulelor între suprafața interioară a corpului și organele de lucru. Sunt obținute relații matematice și grafice care descriu dependențele rezistenței la amestecare de parametri studiați.

Hoară D. Aspecte privind dimensionarea schimbătoarelor de căldură imersate în stratul fluidizat al cazanelor de abur la utilizarea diferitelor tipuri de combustibili solizi. Această lucrare prezintă modul de dimensionare al schimbătoarelor de abur imersate în straturile fluidizate ale cazanelor de abur. Dimensionarea s-a realizat pentru două tipuri de combustibili solizi, care au puteri calorifice inferioare diferite, și se prezintă influența pe care o au asupra principalelor parametri ai dimensionării. De asemenea, se prezintă scenariul de modificare a debitului de abur al cazanului și urmărirea efectului asupra acestor parametri, ținând cont de utilizarea celor două tipuri de combustibili.

Beșliu V., Topala P., Stoicev P., Ojegov A., Hirbu A., Guzman D. Unele cercetări experimentale privind coroziunea peliculelor din grafit obținute prin descărcări electrice în impuls. În lucrare sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind comportamentul anticoroziv al peliculelor din grafit formate cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls. Experimental s-a stabilit că depunerea peliculelor de grafit prin utilizarea electrozilor-sculă executate din grafit pirolitic formează pe lângă peliculele de grafit și un strat amorf protector de oxizi care mărește rezistența la coroziune de până la 1,4 a suprafețelor tratate prin descărcări electrice în impuls în regim de subexcitare.

Beleuța V., Galbinean S. Calculul săgeții inițiale de încovoiere a turnului zăbrelit prin utilizarea modelului grinzii echivalente. În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor analitice direcționate în scopul elaborării unei metode simple de determinare a săgeții inițiale de încovoiere a turnului macaralei. S-a analizat posibilitatea înlocuirii structurii reale de construcție zăbrelită cu o grindă simplă și s-a obținut metoda de echivalare între aceste construcții.

Gheorghiuță A., Gheorghiuță E., Guțuleac L., Caraman M., Korolevski B., Untila P., Melinte V. Particularitățile proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu nichel. În lucrare se analizează particularitățile proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu nichel pentru un diapazon vast de concentrații, până la 3% atomare și temperaturi ($2\div 300$)K. Din analiza în ansamblu a efectelor galvanomagnetice, optice și de iradiere se evidențiază în premieră un șir de particularități ale proprietăților fizice determinate de interacțiunea purtătorilor de sarcină cu momentul magnetic excitat de structura energetică a substratului electronic incomplet 3d.

Ciobanu M. Sesizarea vaporilor de NO₂ și de apă la temperatura camerei, prin variația impedanței peliculelor calcogenice As₂Te₁₃Ge₈S₃. Prezenta lucrare cuprinde studiul variației impedanței calcogenurii sticloase As₂Te₁₃Ge₈S₃, la interacțiunea cu NO₂ ori cu vaporii de apă. Peliculele în cauză, crescute atât pe substraturi din sticlă (Pyrex), cât și pe ceramică Al₂O₃ sunt în stare amorfă, fapt demonstrat de studiul difracției razelor "X". Este demonstrat că în dependență de frecvență, absorbția lui NO₂ micșorează atât rezistența activă cât și capacitatea electrică a dispozitivului senzorial, iar influența vaporilor de apă are efectul opus, adică aduce la creșterea rezistenței electrice a peliculei.

Daud V. Procedee și tehnici de stabilizare a proceselor de ardere a gazelor în instalații cu putere variabilă. Lucrarea descrie metoda și algoritmul de prelucrare a datelor experimentale la determinarea stabilității procesului de ardere a gazelor. Sunt prezentate ecuațiile de stabilitate și o serie de diagrame, care reflectă stabilitatea procesului de ardere în dependență de tipuri de stabilizatoare, dimensiunile lor și excesul de aer. S-a dedus formula, care permite calculul coeficienților acestor ecuații pentru proiectarea arzătoarelor de diverse puteri. Rezultatele experimentărilor sunt implementate în programele de comandă ale arzătoarelor pentru determinarea în mod operativ a limitelor stabilității flăcării și combaterii fenomenului de rupere/pătrundere a flăcării.

Polcanov V., Funieru N. Cercetarea factorilor de bază care determină rezistența pământurilor argilo-nisipoase. Sunt prezentate rezultatele cercetărilor proprietăților fizice, mecanice și reologice ale pământurilor argilo-nisipoase din diferite regiuni ale

Republicii Moldova. S-au obținut dependențele matematice pentru rezistența în funcție de consistența pământurilor. Rezultatele obținute pot fi folosite pentru determinarea preventivă a capacității portante terenului de fundare și execuția debleurilor la construirea drumurilor auto.

Crețu V. Efectele funcționalizării suprafeței nanostructurilor de oxid de zinc asupra performanțelor senzoriale. În această lucrare sunt comunicate date experimentale despre cercetarea nanostructurilor de ZnO funcționalizate cu nanoparticule de aur și de platină, în calitate de structuri-senzori. A fost demonstrat că în urma funcționalizării cu nanopuncte de platină se modifică selectivitatea structurii la vaporii de acetona, prin micșorarea considerabilă a răspunsului la vaporii de amoniac și mărirea răspunsului la vaporii de acetona (~312%). Astfel a fost rezolvată o problemă a selectivității senzorilor vaporilor de acetona pe baza nanostructurilor de ZnO, prin aplicarea funcționalizării suprafeței lor cu nanopuncte din platină.

Todiras V., Onofras L., Prisacari S., Lungu A., Mohova T., Zuză N. Cercetări privind utilizarea microorganismelor de rizosfera pentru sporirea recoltei la porumb. Cercetările efectuate în condiții de câmp pe teritoriul Bazei Experimentale științifice a AȘM au stabilit efectul și modul de utilizare a microorganismelor stimulative izolate din rizosfera porumbului.

Porcescu G. Particularități specifice privind dezvoltarea microturbinelor eoliene combinate cu ax vertical. Conform raportului oferit de Global Wind Energy până în 2035, cota regenerabilelor va constitui mai mult de 25% din balanța energetică mondială; sectorului eolian revenindu-i un sfert din capacitatea produsă. Scopul determinant al acestei cercetări constă în dezvoltarea unui concept de microturbină optim cu coeficient sporit de conversie a energiei eoliene în zone cu potențial de vânt scăzut. În baza modelului CAD al rotorului propus: au fost efectuate simulări CFD ale curgerii tranzitorii a fluidului prin rotor și în vecinătatea palelor, privind determinarea gradului de influență a parametrilor constructiv-cinematici asupra caracteristicilor de putere și factorilor de performanță aero-dinamică a rotorului.

Plămădeală V. Sursele principale de poluare a aerului atmosferic în municipiul Chișinău. Mediul în care trăim, sub influența surselor mobile și staționare de poluare a aerului, devine tot mai murdar, problemă majoră pe care deseori o ignorăm sau ocolim, în consecință fiind afectat solul, apa și aerul, unele specii de plante rare și animale începând să dispară, iar omul se confruntă cu diferite boli acute cauzate de poluare. În articol sunt identificate obiectele, sursele și cauzele principale de poluare cu impact negativ asupra mediului și sănătății omului. Se analizează nivelul impactului surselor staționare din municipiul Chișinău cu indicarea zonelor de influență și caracteristica substanțelor poluante pe componente în aerul atmosferic.

Ciobanu M. Politici și inițiative pentru crearea unui mediu investițional favorabil. Pentru soluționarea sarcinilor strategice de dezvoltare a economiei țării este necesară mobilizarea unor resurse investiționale considerabile. Creșterea investițiilor este unul din factorii de bază, care contribuie la creșterea nivelului producției industriale, ameliorarea complexă a economiei naționale, soluționarea problemelor ce țin de re tehnologizarea întreprinderilor, aceasta poate fi obținut numai cu crearea unui mediu investițional favorabil. Astfel, o atenție deosebită urmează a fi acordată atragerii investițiilor în sectoarele economiei naționale cu orientare la export, care sunt capabile să asigure inovații și transfer de know-how, valoare adăugată înaltă și crearea unei infrastructuri tehnice și economice eficiente.

Mamaliga V., Odainii D. Analiza PEST – metodă eficientă de analiză a dezvoltării economiei naționale (exemplul zonelor economice libere). În lucrare sunt expuse principiile, componentele și beneficiile analizei PEST. Este prezentată o analiză detaliată a factorilor externi care influențează activitatea zonelor economice libere pe teritoriul Republicii Moldova. În final sunt prezentate recomandări ce țin de îmbunătățirea metodologiei de selectare a proiectelor legate de crearea zonelor economice noi pe teritoriul țării.

Platon L. Subiecte și obiecte în pictura figurativă. Prezenta lucrare descrie rolul important al subiectului și obiectului utilizat în pictură. Subiectele clasifică pictura modernă pe genuri: pictura istorică, scena de gen, portret, peisaj și natura moartă, în care se înscriu obiectele civilizației. Omul poate fi atât subiectul cât și obiectul picturii, prin rolul său de autor-creator și obiect de studiu.

Sudacevschi S, Ababii V., Guțuleac E., Podubnii M. Sinteza procesoarelor specializate în baza rețelelor hardware Petri funcțional interpretate. Prezenta lucrare include rezultatele cercetărilor privind dezvoltarea unei noi extensii de rețele Petri funcțional interpretate care asigură modelarea și maparea directă în circuite FPGA a sistemelor de calcul complexe bazate pe semnale de control și fluxuri de date concurente.

Plămădeală V. Caracteristica cantitativă și calitativă a emisiilor toxice produse de transportul auto în Republica Moldova. Dezvoltarea transportului auto contemporan are loc atât la nivel calitativ, cât și cantitativ. Nivelul calitativ este legat de perfecționarea proceselor de lucru a agregatelor și sistemelor automobilului, precum și elaborarea algoritmilor optimali de dirijare cu ele. Creșterea cantitativă de fabricare a automobilelor contribuie la creșterea intensității circulației rutiere, ceea ce este caracteristic pentru orașele mari. Totodată, majoritatea automobilelor, dotate cu motoare cu ardere internă, poluează activ mediul ambiant cu gaze de eșapament, în componența cărora intră o parte impunătoare de substanțe toxice. În articol se analizează datele statistice a emisiilor de substanțe dăunătoare în aerul atmosferic de către transportul auto în Republica Moldova.

ABSTRACT

Cantemir L. Where, when and how electricity became Electrotechnical. Electricity is a creation of hominids. In this article we can distinguish two distinct concerns: the concern for atmospheric electricity; concern for the electricity demonstration room, some curious events that subsequently became the subject of scientific investigation.

Guțuleac E., Zaporozjan S. Modeling of reconfigurable manufacturing control systems based on membrane colored Petri nets. The paper introduced a new class of timed stochastic membrane colored Petri nets, allowing to obtain a compact and flexible models to describe the operation of distributed control reconfigurable manufacturing systems (RMS), which dynamically present hierarchical organization, mobility and reconfigurability if the system structure and attributes can be changed during operation.

Andrievschi S., Lozan A. The constructive optimization of mixers with working bodies in the form of bars. The results of the research of the influence of constructive and technological parameters of the mixers with working bodies in the form of bars are presented. The constructive solutions that allow to reduce the resistance of mixing and time required for the homogenization of the mixture, exclude blocking particles between the inner surface of the object and working bodies are described and presented. Mathematical relationships and graphics that describes the dependencies of resistance of mixing on studied parameters are obtained.

Hoară D. Aspects regarding sizing of the heat exchangers submerged in the steam boilers fluidized bed for using of various types of solid fuels. This paper shows sizing manner of the steam exchangers submerged in the steam boiler fluidized beds. Sizing was performed for two types of solid fuels, which have different lower heat value and it shows the influence they have on the main parameters of sizing. It also presents scenarios amending the boiler steam flow and tracking the effect on these parameters, considering the use of the two fuels.

Beșliu V., Topala P., Stoicev P., Ojegov A., Hîrbu A., Guzman D. Some experimental investigations on the corrosion of graphite films formed by applying electrical discharges in impulse. The paper presents results of experimental investigations aimed at the anti-corrosive behaviour of the graphite films formed by applying electrical discharges in impulse. It was experimentally established that graphite films deposition using tool-electrodes made of pyrolytic graphite forms, beside the graphite, a protection amorphous oxide strata that increase the corrosion resistance up to 1.4 times of surfaces treated by electrical discharges in impulse at sub-excitation regime.

Beleuța V., Galbinean S. Calculation of initial bending arrow of lattice tower using equivalent beam model. The paper presents the results of analytical research directed to develop a simple method for determining the initial bending arrow of the crane's tower. It was analysed the possibility of replacing the real lattice structure with a simple beam and was obtained the equity method between these structures.

Gheorghiuță A., Gheorghiuță E., Guțuleac L., Caraman M., Korolevski B., Untila P., Melinte V. Features of the physical properties of the gallium's antimonide doped with nickel. This work describes the features of the physical properties of the gallium's antimonide doped with nickel for a wide range of concentration, of up to 3% atoms and temperatures between (2 ÷ 300) K. After the overall analysis of the galvanomagnetic, optic and irradiation effects, it becomes possible to highlight, for the first time, a number of features of the physical properties determined by the interaction between charge carriers and magnetic moment generated by the energy of uncompleted electronic structure of the substrate 3d.

Ciobanu M. Sensing of NO₂ and water vapour at room temperature by impedance variation of chalcogenide films As₂Te₁₃Ge₈S₃. The effect of gaseous NO₂ or water vapour on impedance of chalcogenide As₂Te₁₃Ge₈S₃ is presented. Shown by X-ray diffraction analyses, the films grown either on glassy (Pyrex) or ceramic Al₂O₃ substrates were in an amorphous state. It is shown that adsorption of NO₂, depending on applied frequency, diminishes both the active resistance and capacity of sensitive device, but adsorption of water vapour results in an opposite effect, that is, increases these parameters.

Daud V. Methods and techniques for stabilizing gas combustion processes in installations with variable power. The paper describes the methods and experimental data processing algorithm to determine the stability of the combustion of gas. The stability equations are shown with a series of diagrams, reflecting the stability of the combustion process depending on the type of backing to their size and the excess of air. It was deduced the formula that allows calculation of coefficients of these equations for the design of various power burners. The results of the experiments are implemented control programs of the burner to determine the operational limits flame stability and excluding breaking/perceive of the flame.

Polcanov V., Funieru N. Investigation of the main factors determining the strength of sandy clays. There are presented the results of the study of physical, strength and rheological properties of sandy clay, selected from different regions of the country. Dependences between strength and consistency were obtained. The results can be used for a preliminary assessment of the bearing

capacity of foundations and cuts during the construction of highways.

Crețu V. Effect of zinc oxide surface functionalization on gas sensing properties. In this work are presented data on gas sensing properties of sensors based on ZnO nanostructures with functionalized surfaces by Pt and Au nanodots. Was observed that after surface functionalization with Pt nanodots, initial selectivity to ammonia is changed to acetone, by considerable decrease of response to ammonia vapours, and increase in response to acetone (~312%). Thus, was resolved a problem of selectivity to acetone of sensors based on ZnO nanostructures, by surface functionalization with Pt nanodots.

Todiras V., Onofras L., Prisacari S., Lungu A., Mohova T., Zuza N. Studies regarding the use of rhizosphere microorganisms for increasing corn harvest. The studies accomplished in field conditions on the territory of Experimental scientific Base of ASM established the effect and mode of use of stimulatory microorganisms isolated from corn rhizosphere.

Porcescu G. Specific particularities on the development of combined vertical axis micro wind turbine. By Global Wind Energy Report, by 2035, renewables will be generating more than 25% of world's electricity, with a quarter of this coming from wind. The primary motivation for this research is to develop a optimal concept specially adapted for increased conversion efficiency in the geographic areas characterized by low wind energy potential. According to the proposed construction, Savonius rotor is used to start a three helical blades Darrieus rotor. Using the proposed CAD rotor models there were performed CFD simulations the rotors and near the blades in order to determine the influence of the constructive and kinematic parameters on the power and performance of the wind turbine.

Plămădeală V. The main sources of air pollution in Chisinau. The environment in which we live, under the influence of mobile or stationary source of air pollution, is becoming dirtier, it is a major problem that is often ignored or bypassed, therefore being affected soil, water and air, some species of rare plants and animals began to disappear, and man faces various acute diseases caused by pollution. The article identifies the objects, sources and the main causes of pollution with negative impact on the environment and human health. It examines the impact of stationary sources in Chisinau showing areas of influence and characteristic component of pollutants in the atmosphere.

Ciobanu M. Policies and initiatives to create a favorable investment environment. In order to solve the strategic tasks for economic development of the

country, the considerable financial resources mobilization is necessary. Increasing the investments is one of the major factors contributing to the raising of the level of industrial production, complex improvement of the national economy, solving of the issues concerning the modernization of the technology of the enterprises, all these can be obtained only if creating a favourable investment environment. Thus, a special attention should be given to attract investments to the sectors of the national economy focused on export, which are able to ensure innovations and transfer of know-how, high added value and creation of efficient technical and economic infrastructure.

Mamaliga V., Odainii D. PEST Analysis - effective method for the analysis of the national economy (example free economic zones). In the article, are exposed principles, components and benefits of the PEST analysis. It presents a detailed analysis of the external factors that influence the activity of free economic zones in Republic of Moldova. Finally in the article, are presented recommendations, for the improvement methodologies of the projects selection, concerning the creation of the new free economic zones in the country.

Platon L. Subject and object in figurative painting. This work describes the important role of subject and object used in painting. Subjects classified on modern painting genres: historical painting, genre scenes, portraits, landscape and still life, reflecting objects of civilization. Man can be both object and subject of painting, through its role as creator and object of study.

Sudacevschi V., Ababii V., Guțuleac E., Podubnii M. Synthesis of specialized processors based on functional interpreted hardware Petri nets. This paper presents the results of the research on the development of a new extension of functional interpreted Petri nets for modelling and direct mapping into FPGA of the complex computing systems containing concurrent control signals and data flows.

Plămădeală V. Quantitative and qualitative characteristics of toxic emissions of auto transport in Moldova. Contemporary auto transport development occurs both at quality and quantity level. The quality level is related to the improvement of work processes aggregates and automotive systems, as well as the development of optimal routing algorithms to manage them. The quantitative growth of the automobile manufacturing contributes to increasing traffic intensity, which is typical for large cities. However, most vehicles equipped with internal combustion engines, actively pollute the environment with exhaust gases, containing a big amount of toxic substances. The article analyses the statistics of emissions of harmful substances in the atmosphere by motor transport in Moldova.

SOMMAIRE

Cantemir L. OÙ, quand et comment l'électricité est devenu électrotechnique. L'électricité est une création de l'homo-sapiens. Dans cet article, nous pouvons distinguer deux préoccupations distinctes: le souci de l'électricité atmosphérique; préoccupation pour la salle de démonstration de l'électricité, certains événements curieux qui sont devenus par la suite l'objet de l'investigation scientifique.

Guțuleac E., Zaporojan S. Modélisation du contrôle des systèmes de fabrication reconfigurables par des réseaux de Petri colorés membranaires. Dans cet article est introduite une nouvelle classe de réseaux de Petri colorés membranaires stochastique dynamiquement contrôlable, ce qui permet de décrire d'une façon compacte et flexible l'organisation hiérarchique, la mobilité est le fonctionnement du contrôle distribué des systèmes de fabrication reconfigurable (SFP) où la reconfiguration de la structure et attributs peuvent être modifiés pendant le fonctionnement.

Andrievschi S., Lozan A. L'optimisation constructive des mélangeurs avec l'organes de travail en forme de bars. Ils ont présenté les résultats de la recherche de l'influence des paramètres constructifs et technologiques des mélangeurs avec l'organes de travail en forme de bars sur la résistance au mélange. Ils sont décrits et présentés solutions constructives qui permettent de réduire la résistance au mélange et de temps nécessaire pour d'homogénéisation du mélange, exclusion de blocage des particules entre la surface interne du corps et l'organes de travail. On obtient des relations mathématiques et dépendances graphiques que décrivent les dépendances de la résistance au mélange de paramètres étudiés.

Hoară D. Les questions relatives à la taille des échangeurs de chaleur immergés dans les chaudières à vapeur avec lit fluidisé pour l'utilisation des différents types de combustibles solides. Cet article montre le dimensionnement des échangeurs de vapeur submergé dans les couches fluidisées de vapeur. Dimensionnement a été effectué pour deux types de combustibles solides qu'ils ont valeurs thermiques inférieures différentes, et il montre l'influence sur les principaux paramètres de dimensionnement. Il présente aussi des scénarios modifiant flux chaudière à vapeur et de suivi de l'effet sur ces paramètres, compte tenu de l'utilisation de ces deux carburants.

Beșliu V., Topala P., Stoicev P., Ojegov A., Hîrbu A., Guțgan D. Certaines études expérimentales sur la corrosion des films de graphite produites par des décharges électriques pulsés. L'article présente les résultats de la recherche expérimentale sur le comportement des films anticorrosion en graphite formés avec l'application de décharges électriques pulsés. Films expérimentaux ont établi que le dépôt d'électrodes de graphite à l'aide de l'outillage en graphite pyrolytique films formés sous le graphite amorphe et d'une couche

d'oxyde protectrice qui augmente la résistance à la corrosion des surfaces jusqu'à 1,4 traité par décharges électriques à impulsion sous le régime de l'excitation.

Beleuța V., Galbinean S. Le calcul de la flèche initiale flexion au le tour en treillis par utilisation le modèle de poutre équivalente. Le document présente les résultats de la recherche analytique réalisé pour développer une méthode simple pour déterminer la flèche initiale flexion de la grue à tour. Nous avons analysé la possibilité de remplacer la structure réelle en treillis avec un faisceau simple et obtenu l'équivalence entre ces constructions.

Gheorghiuță A., Gheorghiuță E., Guțuleac L., Caraman M., Korolevski B., Untila P., Melinte V. Les particularités des propriétés physique de l'antimonide de gallium dopé avec du nickel. Dans ce travail on analyse les particularités des propriétés physique de l'antimonide de gallium dopé avec du nickel dans un large intervalle de concentrations; jusqu'au 3% atomique et température (2÷300)K. De l'analyse, dans l'ensemble, des effets galvanomagnétiques, optiques et de radiation, on distingue premierman une série de particularités des propriétés physique déterminées par l'interaction de porteurs de charge avec le moment magnétique excité par la structure énergétique du sous-couches électronique incomplet 3d.

Ciobanu M. La captation de vapeurs de NO₂ et de l'eau à la température de la pièce, lors de la variation de l'impédance des verres de chalogénures d'As₂Te₁₃Ge₈S₃. Cette étude repose sur la variabilité de l'impédance des verres (films) de chalogénures d'As₂Te₁₃Ge₈S₃, lors de l'interaction avec NO₂ ou avec des vapeurs d'eau. Les films concernés, déposés tant sur des substrats en verre (Pyrex) et sur des substrat en céramique Al₂O₃, sont dans un état amorphe tel que démontré par l'étude de diffraction des rayons "X". Il est démontré que dépendamment de la fréquence, l'absorption de NO₂ diminue la résistance active ainsi que la capacité électrique du dispositif sensoriel, pendant que l'influence des vapeurs d'eau montre un effet opposé, donc augmente la résistance électrique de la pellicule.

Daud V. Méthodes et techniques pour stabiliser les processus de combustion dans les centrales à puissance variable. Le papier décrit les méthodes et l'expérimental algorithme de traitement de données pour déterminer la stabilité de la combustion du gaz. Les équations de stabilité sont indiqués une série de diagrammes, ce qui reflète la stabilité du processus de combustion en fonction du type de support à leur taille et l'excès d'air. On a déduit la formule qui permet de calculer les coefficients de ces équations pour la conception de différents brûleurs de puissance. Les résultats des expériences sont les programmes de contrôle du brûleur mis en œuvre pour déterminer les limites opérationnelles de stabilité de la flamme.

Polcanov V., Funieru N. La recherche des facteurs fondamentaux qui déterminent la résistance des sols argilo-sableux. Ici sont présentés les résultats des recherches des propriétés physiques, mécaniques et rhéologiques des sols argilo-sableux dans les différentes régions de la Moldavie. On a obtenu les dépendances mathématiques de la résistance vis-à-vis de la consistance des sols. Les résultats obtenus peuvent être utilisés pour la détermination préventive de la capacité portante du sol de fondation et des boutures pour la construction des routes.

Crețu V. Les effets de la fonctionnalisation de la surface des nanostructures d'oxyde de zinc sur les performances sensorielles. Dans ce travail sont décrites les données expérimentales obtenues après la recherche des nanostructures de ZnO fonctionnalisés avec des nanoparticules d'or et de platine, en qualité des structures-capteurs. Il a été démontré que, après la fonctionnalisation avec nanopoints de platine on change la sélectivité de la structure de l'acétone, par une diminution considérable de la réponse aux vapeurs de l'ammoniac et l'augmentation de la réponse aux vapeurs d'acétone (~312%).

Todiras V., Onofras L., Prisacari S., Lungu A., Mohova T., Zuza N. Etudes concernant l'utilisation de microorganismes de la rhizosphère pour augmenter la récolte de maïs. Les études accomplies dans les conditions de terrain sur le territoire de la Base Scientifique expérimentale de l'ASM ont établi l'effet et le mode d'utilisation de microorganismes stimulateurs isolés de la rhizosphère de maïs.

Porcescu G. Spécificités du développement d'une micro-éolienne à axe vertical hybride Darrieus - Savonius. Selon le rapport Global Wind Energy, d'ici 2035, les énergies renouvelables seront plus de 25% du bilan énergétique global, avec un quart de cette venue du vent. La motivation principale de cette recherche est de développer un concept optimal spécialement adapté pour accroître l'efficacité de conversion dans les zones géographiques caractérisées par un potentiel éolien faible. La simulation numérique CFD du rotor permet la visualisation de l'interaction de fluide avec l'éolienne, et est une manière efficace de déterminer l'influence des paramètres cinématiques sur la puissance et la performance.

Plămădeală V. Les principales sources de pollution de l'air à Chisinau. L'environnement dans lequel nous vivons, sous l'influence de la source mobile ou stationnaire de la pollution de l'air est de plus en plus sale, c'est un problème majeur qui est souvent ignoré ou contourné, donc, le sol, l'eau, l'air sont affectés, certaines espèces de plantes et d'animaux rares ont commencé à disparaître, et l'homme face à diverses maladies aiguës provoquées par la pollution. L'article identifie, les objets, les sources et les causes de l'impact de la pollution sur l'environnement et la santé humaine. Il examine l'impact des sources stationnaires à Chisinau montrant les zones d'influence et la composition caractéristique de polluants dans l'atmosphère. Il décrit l'évolution des produits

pétroliers en Moldavie, indiquant indice pondéré des pays d'origine. Il décrit également la quantité de carburant utilisée et la dynamique des émissions de polluants dans l'atmosphère provenant de sources mobiles du secteur des transports.

Ciobanu M. Politiques et initiatives visant à créer un environnement favorable à l'investissement. Pour résoudre des tâches stratégiques de développement de l'économie du pays il est nécessaire de mobiliser des ressources d'investissement considérables. L'augmentation des investissements est l'un des facteurs de base qui contribue à l'augmentation de la production industrielle, à l'amélioration complexe de l'économie nationale, à la solution des questions liées à la remise à neuf des entreprises. Ce fait ne peut être réalisé qu'en créant un environnement favorable à l'investissement. Ainsi, une attention particulière sera accordée à attirer les investissements dans les secteurs de l'économie nationale orientés vers l'exportation, qui sont capables d'assurer les innovations et le transfert de savoir-faire.

Mamaliga V., Odaini D. Analyse PEST - méthode efficace d'analyse de l'économie nationale (exemple zones économique libre). Dans cet article est exposé des principes, des composants et des avantages analyse PEST. Il présente une analyse détaillée des facteurs externes qui influent sur l'activité des zones économique libre en Moldavie. En fin d'article son présente des recommandations relatives à l'amélioration de la méthodologie de sélection des projets liés à la création de nouvelles zones économiques dans le pays.

Platon L. Sujet et l'objet dans la peinture figurative. Ce article décrit le rôle important du sujet et l'objet utilisé dans la peinture. Sujets classés peinture moderne dans les genres: la peinture d'histoire, scènes de genre, portraits, paysages et nature morte, dans lequel sont reflète les objets de la civilisation. L'homme peut être sujet et objet dans la peinture, avec son rôle en tant que créateur et le objet d'étude.

Sudacevschi S, Ababii V., Guțuleac E., Podubni M. La synthèse des processeurs à base des réseaux de Petri matériels fonctionnelle interprétés. Ce document comprend les résultats de la recherche sur le développement de nouvelles extensions des réseaux de Petri fonctionnelle interprétés ce que permettent la modélisation et de mapper directement en circuits FPGA des systèmes informatiques basé sur des signaux de commande complexes et des flux de données concurrentes.

Plămădeală V. La caractéristique quantitative et qualitative des émissions toxiques des autos en Moldavie. Développement du transport automobile contemporain se produit à la fois qualitative et quantitative. La qualité est liée à l'amélioration des processus de travail d'agrégats et systèmes automobiles, et le développement d'algorithmes de routage optimales de les diriger. La croissance quantitative de la construction automobile contribue à augmenter l'intensité du trafic, ce qui est typique pour les grandes villes.

РЕЗЮМЕ

Кантемир Л. Где, когда и как электричество стало электротехникой. Электричество является созданием гомо-сапиенса. В этой статье мы можем выделить две различные проблемы: озабоченность для атмосферного электричества; забота об демонстрационном электричестве, о некоторых любопытных событиях которые впоследствии стали предметом научного исследования.

Guțuleac E., Zaporojan S. Моделирование реконфигурируемых производственных систем на базе мембранных цветных сетей Петри. В работе представлен новый класс мембранных цветных сетей Петри, позволяющие описывать в гибкой и компактной форме поведение распределенных систем контроля реконфигурируемых производственных систем (РПС), в которых иерархическая организация структуры и атрибуты могут изменяться в процессе функционирования.

Андриевский С., Лозан А. Конструктивная оптимизация смесителей с рабочими органами в виде прутков. Представлены результаты исследований влияния конструктивных и технологических параметров смесителей с рабочими органами в виде прутков на сопротивление перемешиванию. Описаны и представлены конструктивные решения, которые способствуют уменьшению сопротивления перемешиванию и времени необходимого для гомогенизации смеси, исключения блокирования агрегатов между внутренней поверхности корпуса и рабочими органами. Получены математические и графические зависимости, которые описывают влияние изученных факторов на сопротивление перемешиванию.

Хоарэ Д. Относительно расчета теплообменников, погруженных в псевдооживленном слое паровых котлов с использованием различных видов твердого топлива. В статье приводится метод расчета теплообменников, погруженных в псевдооживленном слое паровых котлов. Расчет был выполнен для двух типов твердого топлива, которые имеют разные значения тепловой мощности и показывает их влияние на основные параметры расчета. Также представлены сценарии внесения изменений парового дебита котла и отслеживание влияния на эти параметры, учитывающие использование двух видов топлива.

Бешилу В., Топала П., Стойчев П., Ожегов А., Хырбу А., Гузган Д. Некоторые экспериментальные исследования по коррозии графитных пленок, полученных электрическими импульсными разрядами. В статье представлены результаты экспериментальных исследований об антикоррозионном поведении графитных пленок, полученных при помощи электрических импульсных разрядов. Было экспериментально установлено, что нанесение графитных пленок с использованием электрода-инструмента из пиролитического графита формирует, помимо графита, также защитный аморфный оксидный слой, который увеличивает коррозионную стойкость в 1,4 раза поверхности, обработанной электрическими импульсными разрядами в режиме недонапряжения.

Белеуца В., Галбинян С. Расчет начальной стрелы прогиба решетчатой башни с использованием модели эквивалентной балки. В работе представлены результаты аналитических исследований направленных на разработку простого метода определения начального прогиба башни крана. Проведен анализ возможности замены реальной решетчатой конструкции простой балкой и получен метод приведения между этими конструкциями.

Георгицэ А., Георгицэ Е., Гуцуляк Л., Караман М., Королевский Б., Мелинте В., Унтилэ П. Особенности физических свойств антимонида галлия, легированного никелем. В работе представлен анализ основных особенностей физических свойств антимонида галлия, легированного никелем, в концентрациях до 3% атомных и температур (2÷300)К в отсутствие внешнего магнитного поля. Совместный анализ гальваномагнитных, оптических и фотолюминесцентных эффектов позволил выделить ряд особенностей физических свойств обусловленных взаимодействием носителей заряда с магнитным моментом связанной с структурой незаполненного состояния 3d.

Чобану М. Детектирование паров NO₂ и воды при комнатной температуре путем измерения импеданса халькогенидных слоев As₂Te₁₃Ge₈S₃. Представлены результаты влияния газообразного NO₂ и паров воды на импеданс тонких халькогенидных слоев As₂Te₁₃Ge₈S₃. Методом дифракции рентгеновских лучей показано, что пленки, выращенные как на стеклянных, так и на керамических Al₂O₃ подложках, находились в аморфных состояниях. Показано, что в зависимости от частоты поля, адсорбция NO₂ приводит к уменьшению, как активного сопротивления, так и электроемкости чувствительное пленки, в то время как адсорбция паров воды приводит к противоположному эффекту, т.е. к росту этих параметров.

Дауд В. Методы и приемы для стабилизации процессов горения газа в установках с переменной мощностью. Статья описывает методы и алгоритм обработки экспериментальных данных, чтобы определить стабильность при сгорании газа. Уравнения стабильности приведены с серией диаграмм, отражающих стабильность процесса сгорания в зависимости от типа стабилизаторов, их размеров и избытка воздуха. Была выведена формула, которая позволяет рассчитать коэффициенты этих уравнений для проектирования горелок различных мощностей. Результаты экспериментов внедрены в программы управления горелок, чтобы определить пределы стабильности пламени и предвратить разрыв/проникновение пламени.

Полканов В., Фуниеру Н. Исследование основных факторов, определяющих прочность суглинков. Приведены результаты исследования физических, прочностных и реологических свойств суглинков, отобранных в разных районах республики. Получены зависимости прочности от консистенции. Результаты могут быть использованы для предварительной оценки несущей способности оснований и раскрытия выемок при строительстве автомобильных дорог.

Крецу В. Эффекты функционализации поверхности наноструктур оксида цинка на сенсорные свойства. В данной работе представлены экспериментальные данные исследования сенсорных свойств наноструктур ZnO функционализированных наноточками из золота и платины. Было показано, что после функционализации наноточками из платины изменилось селективность структуры к парам ацетона, при значительном уменьшении чувствительности к парам аммиака, и увеличение чувствительности к парам ацетона (~312%). Таким образом, была решена одна из проблем селективности сенсора к ацетону на основе наноструктур ZnO, при помощи функционализации поверхности наноточками платины.

Тодираш В., Онофраш Л., Присакарь С., Лунгу А., Мохова Т., Зуза Н. Исследования по использованию ризосферных микроорганизмов для увеличения урожая кукурузы. Исследования, проведенные в полевых условиях на территории Экспериментальной Базы АНМ установили эффект и способ использования стимулирующих микроорганизмов, выделенных из ризосферы кукурузы.

Порческу Г. Особенности развития комбинированной ветроустановки с вертикальной осью вращения. По данным Global Wind Energy отчет, до 2035 году, возобновляемые источники энергии будет генерировать более 25% мирового производства электроэнергии, а четверть из этого будет сделано с помощью ветростанциями. Цель этого исследования заключается в разработке оптимальной концепт, специально предназначенный для повышения эффективности преобразования энергии в зон с низким потенциалом ветра. Предложенная CAD модель ротора был подвергнут CFD процесс, предназначен для моделирования потоков жидкостей и процессов внутри ротора и вокруг лопастей, чтобы определить влияние кинематических и конструктивных параметров в изменение характеристик мощности и определить роль аэродинамических факторов.

Плэмдэля В. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха в муниципии Кишинев. Среда, в которой живем, под влиянием подвижных или стационарных источников загрязнения воздуха, становится грязнее, большая проблема, которую часто игнорируем или обходим, впоследствии страдает почва, вода и воздух, некоторые виды редких растений и животных начинают исчезать, а человек сталкивается с различными острыми заболеваниями, вызванные загрязнением окружающей среды. В статье определены объекты, источники и основные причины загрязнения с отрицательным воздействием на окружающую среду и здоровье человека. Рассматривается уровень влияния стационарных источников муниципии Кишинев с указанием зон влияния и характеристику загрязняющихся веществ по компонентам в атмосферном воздухе.

Чобану М. Политики и инициативы направленные на создание благоприятного инвестиционного климата. Для выполнения стратегических задач по развитию экономики страны необходима мобилизация значительных

инвестиционных ресурсов. Рост инвестиций является одним из основных факторов, содействующих повышению уровня промышленного производства, комплексному подъему национальной экономики, решению проблем, связанных с ретехнологизацией предприятий, и достичь его можно только путем создания благоприятной инвестиционной среды. Таким образом, особое внимание следует уделять привлечению инвестиций в ориентированных на экспорт отраслях национальной экономики, способных обеспечивать инновации и передачу ноу-хау, высокую добавленную стоимость и создание эффективной технической и экономической инфраструктуры.

Mamaliga V., Odainii D. PEST анализ – эффективный способ анализа развития национальной экономики (на примере свободных экономических зон). В данной статье представлены принципы, составляющие части и преимущества PEST анализа. Также представлено детальное описание внешних факторов, которые влияют на деятельность свободных экономических зон на территории Республики Молдова. В завершении статьи представлены рекомендации по оптимизации методологии выбора проектов по созданию свободных экономических зон на территории республики.

Платон Л. Субъект и объект в фигуративной живописи. Эта статья описывает важную роль субъекта и объекта, используемого в живописи. Субъекты классифицируют современную живопись по жанрам: историческая живопись, жанровая живопись, ртрет, пейзаж и натюрморт, в котором представляются объекты или предметы цивилизации. Человек может быть одновременно и субъектом и объектом живописи, благодаря своей роли в качестве создателя и с другой стороны предметом живописи.

Судачевски В., Абабий В., Гуцуляк Е., Подубный М. Синтез специализированных процессоров на базе функционально интерпретируемых аппаратных сетей Петри. Данная работа содержит результаты исследований по разработке нового класса расширений функционально интерпретируемых сетей Петри, которые обеспечивают моделирование и автоматическую конфигурацию ПЛИС для сложных вычислительных систем содержащих конкурирующие сигналы управления и потоки данных.

Плэмдэля В. Количественная и качественная характеристика токсичных выбросов автотранспорта в Республике Молдова. Развитие современного автотранспорта происходит как на уровне качества, так и количества. Уровень качества связан с совершенствованием рабочих процессов агрегатов и автомобильных систем, а также разработкой оптимальных алгоритмов управления ими. Количественный рост производства автомобилей способствует увеличению интенсивности дорожного движения, что характерно для крупных городов. Одновременно, большинство автомобилей, оборудованные двигателями внутреннего сгорания, активно загрязняют окружающую среду выхлопными газами, в состав которых входит большая часть токсичных веществ.

UNDE, CÂND ȘI CUM ELECTRICITATEA A DEVENIT ELECTROTEHNICĂ

L. Cantemir, prof.univ.dr.ing. D.H.C.m.

Membbru al Academiei de Științe Tehnice din România

Electricitatea nu este o creație a lui homo sapiens, ci mai mult rezultatul lui pentru a o înțelege și a o folosi. După modul cum s-au derulat aceste eforturi, se pot distinge două preocupări distincte:

- preocuparea pentru electricitatea atmosferică,
- preocuparea pentru electricitatea demonstrativă, de salon, a unor manifestări curioase, care ulterior au devenit obiectul unor investigații științifice.

Electricitatea atmosferică. A fost prima care a atras atenția oamenilor. Astfel vom menționa monitorizările și fotografiile făcute din sateliți și zborurile cosmice care au dus la concluzia că pe Terra, în special în zonele tropicale din America de Sud, Asia și Africa au loc permanent peste 2000 de furtuni însoțite de descărcări electrice. Pe scurt, încălzirea puternică a zonei și a aerului tropical fac să se formeze curenți ascensionali puternici de aer cald care antrenează tot felul de particule care ajung până la o înălțime de 16...20 km, iar în masa acestui aer cald se găsesc particule fine de apă care îngheață imediat la aceste înălțimi. Specialiștii susțin că particulele mici sunt sediul sarcinilor negative care se acumulează pe cristale, în timp ce pe particulele mari se acumulează sarcinile pozitive. Dacă diferența de potențial crește, la un moment dat apare descărcarea electrică, fulgerul.

Aceste descărcări au loc în interiorul norilor sau dinspre pământ spre nori, fulgerul fiind doar efectul. Cauza este apariția unor mari diferențe de potențial electrostatic creat prin frecarea realizată de aer în mișcarea lui ascensională și orizontală, masele de aer a căror viteză este importantă și care conțin vapori de apă și aerosoli, mici particule materiale provenite din fum, praf, nisip, polen, spori. Acestea reprezintă factori importanți ai apariției potențialelor electrostatice. Manifestarea lor a obligat ființele umane să le ia în atenție și să elaboreze diferite explicații în funcție de nivelul de cunoaștere al științei.

La început explicația a fost cea tradițională: acolo sus este soarele și luna și fulgerele. Dacă este un zeu, zeul Soare, sau și alți zei, se manifestă astfel. Explicația este firească, normală pentru timpurile străvechi. Astăzi știm precis că între lăcașul soarelui și cel al fulgerelor este o distanță imensă de 140 509 000km.

Se știe că pământul este înconjurat de atmosferă, care este constituită din 4 straturi distincte. Astfel, primul strat denumit troposfera, are o lățime de circa 16 km, fiind stratul în care au loc fenomenele meteorologice, deci și fulgerele. Troposfera este înconjurată de stratosferă, mezosferă și termosferă a cărei limită superioară este de circa 1000 km, de la care începe vidul. Atmosfera, datorită densității și presiunii, obligă apa să rămână în stare lichidă. Deplasarea aerului și frecarea generatoare de electricitate are loc doar în troposferă.

Demersul de a cunoaște și explica natura fulgerelor este foarte vechi, cauzele fulgerelor și tunetelor fiind puse pe seama diverșilor zei. Astfel, la indieni, zeul Indra era zeul războiului, dar și a trăsnetului, la asirieni era Adad zeul trăsnetului și al furtunilor, în timp ce la popoarele din nord era zeul Donar, care mai târziu a devenit Thor, care "azvârlea" ciocanul sacru. În spațiul balcanic grecii îl aveau pe Zeus, iar daco-românii pe Sf. Ilie.

Cel care a deschis calea unui nou orizont al cunoașterii a fost filozoful și întreprinzătorul Thales din Milet, primul gânditor materialist, care a renunțat la sprijinul zeilor și a căutat explicații în realitatea naturii. Thales (624-547 î.e.n.) era o fire curioasă și neobosită, ocupându-se și cu negustoria. Probabil în căutare de produse deosebite făcea multe călătorii în țări din Orientul Apropiat. Printre fenomenele curioase care l-au atras au fost și proprietățile chihlimbarului frecat de a atrage paie, fapt pe care l-a consemnat în premieră. Curiozitatea lui Thales s-a transmis la Anaximandru, iar Heraclit (530-470 î.e.n.) a considerat că fulgerul este aerul care arde sau un nor care se aprinde. Aceste explicații naive sunt rolul fanteziei și al nivelului de cunoaștere de la sfârșitul primului mileniu î.e.n. Ceea ce era clar și sigur era proprietatea chihlimbarului de a atrage, el fiind o rășină fosilizată pe care grecii o denumeau "electron" și care, probabil, nu era nici prea ieftină pentru majoritatea oamenilor. În aceste condiții doar filozofii care aveau mijloace materiale importante puteau să-și permită luxul de a cumpăra ceva pentru curiozitatea manifestată de chihlimbar care, atunci ca și acum, nu putea fi folosit la ceva util.

Cu toate acestea se pot enumera suficienți filosofi curioși și doritori de a înțelege și cunoaște

aceste proprietăți misterioase de atragere: Democrit, Leucip, Epicur și alții, care însă nu au adus nimic nou în cunoașterea chihlimbarului-electron. Primul care a ieșit din această stare limită a fost Alexandru din Afrodisia, care menționează că prin încălzirea chihlimbarului acesta atrage corpuri ușoare. La această nouă proprietate vom adăuga observația naturalistului roman Pliniu care observă proprietatea de a atrage paie sau foițe subțiri de papirus de lignitul încălzit de razele solare, sau simplu, prin frecare. Tot acest proces de observații și acumulare de cunoștințe și efecte nu a putut continua normal, întrucât umanitatea a intrat într-o perioadă de instabilitate și haos, ca urmare a colapsului Imperiului roman, urmată de o lungă perioadă de restructurare a vieții social politice, administrative, care să asigure stabilitate. Această nouă stare a început în sec. X și a trecut o perioadă importantă, până când Europa a intrat într-o anumită normalitate. Astfel, abia în secolele XVII și XVIII s-au pus bazele cercetării științifice în sensul folosirii unor metode de cercetare valabile până în ziua de azi. Vom spune că în efortul de căutare și explicare a diverselor fenomene, prima etapă a fost aceea de a le supune atenției societății, iar dintre locurile mai utilizate erau saloanele frecventate de elitele societății dar și unele spectacole de circ.

Într-o asemenea conjunctură în 1540 se naște William Gilbert care este considerat părintele electrostaticii. Provenind dintr-o familie înstărită, studiază medicina în Anglia și Italia, ajungând medic al reginei Elisabeta a Angliei. Studiile efectuate i-au permis să-și formeze concepții avangardiste pentru acele timpuri și să devină partizan, susținător și utilizator al metodelor de cercetare experimentală. În acest scop cheltuiește sume importante, fiind interesat de magnetism și electricitate. În 1600 apare tratatul lui Gilbert intitulat *De magnete, magnetique, corporibus et de magne magnetes telure*, tratat care conține două capitole-părți (domeniul magnetismului respectiv al electricității) în care sunt prezentate cercetările autorului. Din nenumăratele și importante contribuții aduse electricității de către Gilbert, vom menționa următoarele:

- construiește un aparat de investigație a electrizării, denumit *versorium*, un fel de busolă electrică,
- elaborarea teoriei materialiste a efluviilor electrice,
- combaterea teoriilor explicative privind natura nematerială a fenomenelor magnetice și electrice. Astfel, el consideră absurdă teoria lui Thales, care atribuie suflet magnetului.

Desigur despre Gilbert se pot spune foarte multe lucruri: el a fost un pasionat și neobosit cercetător, unele surse susținând că pentru a lămuri proprietatea misterioasă de atracție a cheltuit o sumă imensă pentru acele timpuri, de circa 5000 lire sterline. Probabil că astfel a descoperit că chihlimbarul nu este singurul corp care prin frecare atrage alte corpuri, cum ar fi diamantul, safirul, opalul, ametistul, rubinul, smaraldul și cristalul de stâncă, iar în altă categorie intră sticla, sulful, ceara roșie, rășina, sarea și altele. De altfel, doar metalele nu se electrizează prin frecare. Aceste determinări au permis și cercetătorilor mai puțin bogați să încerce utilizarea și cunoașterea lor într-o altă stare decât frecarea banală și intermitentă. Existând o bază și rezultate sigure, acestea au atras și mai mulți cercetători. Printre aceștia menționăm pe cunoscutul Otto von Guericke care a realizat prima mașină electrostatică care era o sferă de sulf prevăzută cu un ax cu manivelă. Frecarea se realiza prin dispunerea palmei pe suprafața sferei care se electriza suficient pentru a atrage corpurile ușoare și chiar picăturile de apă pulverizate în apropiere. Mașina, un generator electrostatic, a reprezentat primul pas pentru producerea electricității statice pe cale mecanică, diferită de o frecare banală. Mașina era prima creație umană care permitea o observare mai bună a fenomenului. Se sfârșise epoca electricității distractive de salon sau cea a firelor de păr din peruci care rămâneau lipite de obraji. Alături de aceste manifestări înconjurate de curiozitate și însoțite uneori de mici scânteieri dar nepericuloase, rămâneau periculoase și înspăimântătoare tunetele și trăsnetele producătoare de incendii și decese. Din cei care s-au interesat de această mare problemă menționăm doar pe Franklin, Lomonosov și Richman.

Despre neînfricții Franklin, Lomonosov și victima Richman. Benjamin Franklin s-a născut în 1706 la Boston într-o familie săracă, care avea 17 copii. Tatăl său era un mic meseriaș care avea un atelier de lumânări. Benjamin a lucrat la început în atelierul tatălui său, apoi ca tipograf, gravor, legător, redactor etc. Era un om capabil, întreprinzător, perseverent și pasionat de cunoaștere și acțiune. La 17 ani pleacă la Philadelphia unde desfășoară o susținută activitate social-politică și culturală. Devine om politic, luptător înflăcărat pentru independența Americii, iar în perioadele 1757-1762 și 1765-1775 reprezintă și apără interesele coloniștilor americani la Londra. După începerea războiului de independență el se întoarce în 1775 în patrie. Franklin a fost interesat de multe domenii ale științei, printre care și cel al

electricității căreia i-a consacrat mult timp și multă atenție în special în perioada 1746-1754. A fost un temerar autodidact și un talentat experimentator și poate chiar obsedat de electricitatea atmosferică. Franklin se hotărâște să capteze cu ajutorul unui zmeu construit dintr-o batistă de mătase întinsă pe două bețe încrucișate. Zmeul avea un vârf dintr-o sârmă de fier, zmeul fiind ținut de jos de o sfoară de cânepă terminată printr-o funie de mătase, cu rol de izolator. Unele surse spun că zmeul era din hârtie (n.n. poate primul!). Sfoara de cânepă udată de ploaie devenea un bun conducător de electricitate atmosferică. De capătul de jos al sforii era legată o cheie metalică. Când ploaia a udat sfoara de cânepă, au apărut scânteile electrice între cheie și pământ, care dovedeau descărcarea norilor de sarcinile electrice. Marele rezultat al experiențelor făcute a fost comunicat la Ședința Academiei de Științe a Franței din 27 aprilie 1778 la care a participat Franklin însoțit de Voltaire, iar Turgot, în cuvântarea sa a folosit expresia: „*El (Franklin) a smuls cerului trăsnetul și tiranilor sceptrul*”.

La această confirmare a naturii electrice a trăsnetului nu s-a ajuns dintr-o dată. Menționăm că sursele istorice cunoscute, atunci când relatează despre proprietatea de atracție a chihlimbarului frecat nu menționează existența descărcărilor electrice ci doar efectul de atragere. Este de presupus că frecarea banală și ușoară nu ducea la obținerea unor sarcini electrice importante care să ducă la descărcări electrice. Doar fizicianul Wall, în secolul XVII, contemporan cu Guericke, a obținut descărcări electrice cu ajutorul unei bucați de chihlimbar și a consemnat: „*Scânteia mi-a părut ca un foarte mic trăsnet*”. De abia Guericke, frecând sfera cu mâna, auzea pârâituri și în întineric vedea mici scânteieri. Ipoteza că natura scânteilor electrice era de aceeași natură cu cea a fulgerului a fost emisă înainte de 1750 de Gray, Freeke Nollet și alții. Ideea paratrăsnetului a fost emisă de Franklin înainte de 1750, iar prima realizare a unui paratrăsnet îi revine preotului ceh Procop Divis din Znaim, Moravia în anul 1754. Franklin a realizat un paratrăsnet pentru protecția unei clădiri din Philadelphia în 1760. În anul 1784 guvernul francez a dispus să se monteze pe toate instituțiile publice paratrăsnete de protecție.

Aspecte din evoluția cunoașterii electricității și a aportului lui Benjamin Franklin. Secolul al XVIII-lea este etapa istorică caracterizată printr-o serie de acumulări în cunoașterea științifică a naturii și implicit a electricității. Este de considerat că alături de Otto von Guericke după aproape 100 de ani, la 10 noiembrie 1745, pastorul E.G. von Kleist

inventează primul condensator acumulator de sarcini electrice, faimoasa butelie denumită Leyda, care permitea realizarea unor experiențe spectaculoase dar și edificatoare. Este de considerat că preocupările lui Gilbert și Guericke au creat o bază concretă pentru dezvoltarea electricității. Astfel în 1766 Ramsden înlocuiește sfera de sulf cu o sferă de sticlă, după ce în 1740 D.H. Winkler a folosit pentru frecarea sferei de sulf o periuță din păr de cal. Tot în Anglia, Nairne construiește o mașină electrostatică de la care se puteau obține ambele tipuri de electricitate.

Surpriza și deruta ofițerului și chimistului francez Charles Francois de Cisternay du Fay (1698-1739). Du Fay dorea să știe dacă toate corpurile pot fi electrizate prin frecare. În 1733 el distinge două categorii de corpuri: bune și rele conducătoare de electricitate. Du Fay găsește un fenomen neașteptat: la început, contrar celor știute, se manifestă atragerea și ulterior respingerea unei foițe de aur cu ajutorul unui tub de sticlă electrizat prin frecare. În timp ce foița de aur plutea prin aer, ca un corp electrizat prin frecare, un alt corp dintr-o substanță rășinoasă l-a atras, dar curios, cele două corpuri trebuiau să se respingă, fiind electrizate. Același rezultat la obținut folosind chihlimbar și ceară roșie. Aceste manifestări l-au făcut să creadă în existența a două tipuri de corpuri, care generează două sarcini electrice opuse.

În prima etapă cele două tipuri de corpuri și electricitatea produsă de ele au fost denumite *rășinoasă* și *sticloasă*. Du Fay a elaborat, de fapt mai mult a schițat, o teorie turbionară, a vârtejurilor, denumite vortexuri care ar sta la baza atracțiilor și respingerilor electrice și chiar o manifestare a câmpului magnetic. Această teorie nu a fost susținută cu fermitate și din păcate a fost abandonată. Printre cei care au abandonat-o se numără și Oersted, care într-o primă etapă la “descrierea efectului electric asupra acului magnetic” susține că acest *conflict* formează un efect (stare) în jurul firului parcurs de curent. La negarea violentă a acestei ipoteze de către Amper, Oersted renunță să mai susțină această ipoteză. Astăzi suntem în măsură să considerăm că Oersted a avut dreptate întrucât vortexurile se regăsesc în multe manifestări ale naturii, cu excepția mediului solid omogen. De precizat că un vortex reprezintă o alăturare numeroasă de spirale care, după părerea noastră, reprezintă spiralele lui Fibonacci, spiralele vieții.

Descoperirea celor două tipuri de electricitate a generat un efort deosebit de a le explica și înțelege. Vom reaminti ipotezele lui

Franklin care susținea că în toate corpurile există o materie *electrică* difuzată în ele și atrasă în mod deosebit de apă și metale! Corpul este în stare naturală *neutru*. Un surplus de materie electrică înseamnă o electrizare pozitivă, un minus – electrizare *negativă*. Termenii *electrizare, pozitiv, negativ, minus, plus* erau complet noi și sunt inventați de Benjamin Franklin, rămânând valabili până azi. În modul banal și simplist Franklin este cunoscut doar ca inventator al paratrăsnetului, dar el are și alte contribuții importante în domeniul electricității.

Desigur, este cunoscut și acceptat faptul că orice domeniu științific este rezultatul unui efort intelectual și material a numeroși cercetători, mai mult sau mai puțin atrași și pasionați, mai mult sau mai puțin profesioniști născuți sau nu pentru cercetare științifică. Totodată, înțelegerea activității de cercetare științifice nu este lipsită de subiectivism și de nivelul de competență al celor care o apreciază. Domeniul electrotehnicii și electricității nu face excepție de la aceste situații; în consecință, aprecierile noastre nu se vor absolute, ci mai mult o prezentare de informații privind conjuncturile în care au avut loc desfășurarea evenimentelor științifice, lăsând cititorul să își facă propria lui părere. Cu aceste precizări ne vom referi la cele mai cunoscute și laudate personalități științifice ruse precum Lomonosov, Richman și Kitaev și Grevțev, ultimii doi fiind autori din perioada comunistă.

Despre Mihail Vasilievici Lomonosov (1711-1765). M.V. Lomonosov s-a născut aproape de Holmogorî, gubernia Arhangelsk, într-o familie de țărani. În nordul rusesc nu existau proprietăți moșierești, zona nordică fiind patria unor navigatori îndrăzneți, care ajungeau până la insulele Spitzbergen. Lomonosov mergea cu tatăl lui la pescuit în Oceanul Arctic și Marea Albă. Lomonosov a început școala mai repede și a manifestat de la început dorința și pasiunea de cunoaștere. La 19 ani pleacă la Moscova unde învață la Academia moscovită limba latină, vorbit și scris. Dovedindu-se printre cei mai buni elevi, este trimis în 1736 la Petersburg, iar ulterior în străinătate la Universitatea din Magdeburg. În 1739, este la Freiburg unde studiază chimia și mineritul. În 1741 se întoarce acasă, iar după un an este numit adjunct de fizică la Academia din Petersburg. Din 1745 este numit profesor de chimie. Activitatea lui Lomonosov se desfășoară într-o Rusie feudală de tip țarist, mult rămasă în urmă față de Europa apuseană și aflată sub dominația dogmatică a bisericii ortodoxe ruse, care domina învățământul

superior din Moskova și Kiev. Eforturile de modernizare a Rusiei întreprinse de Petru cel Mare, decedat în 1725, au fost puternic frânate de o parte din pătura monahală susținută de nobilii conservatori și retrograzi. În aceste condiții Lomonosov se preocupă de chimie și mineralogie, de fizică și mecanică. Autorul consideră că Lomonosov s-a remarcat în special prin concepțiile sale asupra cunoașterii științifice și mai puțin ca un cercetător dirijat spre un anumit domeniu și problematică riguroasă. Astfel, la 25 noiembrie 1735, Lomonosov se adresează tuturor oamenilor de știință, la modul general, situându-se pe poziția unui autocrat al științei cu următoarea formulare, în stil ruso-sovietic: *Să se caute cauza profundă a forțelor electrice și să se alcătuiască o teorie precisă a electricității!* Pe scurt, apreciem că Lomonosov se erijase într-un tătuc țar științific, în stilul inconfundabil al conducătorilor slavo-ruși țariști sau comuniști mai vechi sau mai noi. Ar fi însă nedrept dacă nu am aminti de preocupările lui Lomonosov pentru electricitatea atmosferică. Diversele izvoare electrice în exclusivitate rusești menționează activitatea de cercetare a descărcărilor atmosferice, cercetare făcută împreună cu G.V. Richman. Izvoarele disponibile nu precizează când a început această colaborare și cum s-a desfășurat. După părerea noastră, colaborarea Richman-Lomonosov nu putea începe decât după întoarcerea în Rusia a lui Lomonosov din 1741, dar mai probabil după numirea lui Lomonosov ca adjunct în fizică la Academia de științe din Petersburg din 1742.

Despre G.V. Richman sursele istorice sunt zgârcite. Este considerat fizician rus (discutabil) născut în 1711, deci de aceeași vârstă cu Lomonosov, poate au fost chiar colegi de școală. Prin amabilitatea domnului profesor dr. Fiz. Octavian Baltag, mai putem completa următoarele: Părinții lui G. Richman, de origine germană, au locuit o perioadă în Suedia, de unde au ajuns în Estonia, unde s-a născut G.V. Richman. Deoarece nu era rus-rus, el nu a beneficiat de atenția biografilor nici din est nici din vest. Nu se cunosc circumstanțele în care a avut loc decesul său, ci doar faptul că a survenit în timpul unor experimente de electrostatică atmosferică.

Este de presupus că amândoi cunoșteau și foloseau limba germană. În mod normal o cercetare științifică presupune de cele mai multe ori folosirea unor verificări experimentale care necesită o bază materială specifică, de cele mai multe ori realizată special. Aceste considerente sunt valabile pentru o etapă avansată a civilizației și implicit a științei, dar aceasta nu era cazul Rusiei, rămasă mult în urma Europei. Apreciem că această rămânere în urmă era

de circa 200 de ani, fiind generată de condiții considerate obiective. Astfel, se știe că între 1240 și 1480 Rusia a fost sub dominație mongolă, care au impus nivelul lor de civilizație pe care o vom denumi *civilizația viețuirii în corturi și călare* la care vom adăuga faptul că stepele Rusiei nu au favorizat dezvoltarea normală a vieții. În același timp, întinderea uriașă a Rusiei a fost un avantaj strategic, dar, în același timp, o uriașă piedică pentru organizare și colaborare între diversele comunități separate de spații enorme. Europa a beneficiat de spații mai mici, de o climă mai bună și de resurse mai accesibile. Nu putem neglija nici rolul geneticii în dotarea umanoizilor, care se pare că poate fi influențată de condițiile de mediu și în special de cele istorice-administrativ-politice, întrucât oameni capabili s-au născut în toate zonele mapamondului. Este și situația lui Lomonosov, care s-a născut în Rusia lui Petru cel Mare, care în pofida unui spațiu neprielnic vieții, a clădit Petersburgul. Autorul consideră că Petersburgul a fost gândit ca o capitală mai apropiată de Europa, departe și ruptă de Moscova. Mai mult, Neva, Golful Finic și Marea Baltică erau o cale de comunicare mai rapidă și pretabilă pentru transportul de călători și marfă. Petru cel Mare gândea departe, dar viața lui s-a oprit în 1725, când Lomonosov și Richman aveau 14 ani, iar Leningradul era din 1712 capitala Rusiei, construit pe un teren care anterior aparținuse suedezilor.

Cu toate că Petersburgul a fost proiectat de arhitectul italian D. Trezzini, care l-a conceput în stilul barocului nordic, construcția orașului a început în 1703 și a însemnat jertfa a circa 30000 de vieți omenești, fiind un fel de creație spontană. Conceput mai mult ca un centru administrativ nu credem că avea o infrastructură care să dispună de mica producție performantă și diversificată. Din aceste motive ne îndoiim că în anul 1750 existau ateliere bine dotate și personal care putea realiza aparatele și dispozitivele necesare cercetării experimentale. Mai simplu și mai comod era realizarea de cercetări științifice în laboratoarele din străinătate. Cum relațiile cu Suedia nu erau cele mai bune, opțiunea firească a fost pentru Germania, Petru cel Mare asigurând condiții atrăgătoare pentru personalități științifice germane pentru a veni și a lucra la Petersburg. Astfel este de crezut că Richman a devenit colaboratorul lui Lomonosov, dar în conul lui de umbră. Astfel, menționăm că sursele istorice apusene nu-l menționează pe Richman, numele lui fiind regăsit mai mult în surse rusești și a fostelor state comuniste. Din acestea rezultă că Richman și Lomonosov studiau natura electricității considerând că poate fi măsurată. În

acest scop Richman a construit un *electrometru* pe care l-a denumit *indicator electric*. În principiu acest *indicator* era realizat dintr-un fir și o linie gradată verticală. Între ele se forma un unghi proporțional cu mărimea sarcinii electrice măsurate. Acest indicator de electricitate a fost folosit un număr de ani la studierea electricității atmosferice. În acest scop, indicatorul era conectat la un dispozitiv de captare a electricității atmosferice și tot ansamblul era denumit *mașina de trăsnet*. În 1752 a apărut în Buletinul din St. Petersburg un articol a lui Richman în care se dovedea că *materia electrică este identică cu materia fulgerului*. Se pare că acest lucru a făcut și obiectul unui raport elaborat de Richman, care ar fi trebuit să fie prezentat împreună cu Lomonosov într-o ședință a Academiei de știință, dar în cursul unor experimente în iulie 1753 Richman a fost omorât, probabil prin electrocutare. Raportul a fost prezentat de Lomonosov, trei luni mai târziu, în noiembrie 1753, chiar dacă, după cum susțin unele surse, biserica rusă s-ar fi opus acestei prezentări.

Abandonarea electricității statice. Atunci când homo sapiens conștientizează un fenomen al naturii el își pune instinctual două întrebări:

- trebuie să mă feresc, pentru că este periculos?

- pot să-l folosesc la ceva?

La această întrebare binomică problema a început să se lămurească atunci când s-a stabilit că scânteile generate de blana pisicii sau de pieptene sunt de aceeași natură ca și fulgerele cerești. Problema era că ultimele puteau produce incendii și decese. În momentul când a fost montat primul paratrăsnet la Philadelphia și în Franța pe clădirile publice, homo sapiens s-a simțit protejat și a scos din atenție electricitatea atmosferică.

În schimb homo sapiens nu s-a liniștit până nu a evaluat-o. Cel care a reușit să lămurească problema se numea Charles August de Coulomb, născut la 14 iulie 1736 la Angeulene. Urmează o școală militară și devine inginer de geniu, iar în paralel se simte atras de cercetarea consacrată binelui public. La început se ocupă de magnetism, iar din 1774 de electricitate și ca urmare în 1785 apare lucrarea *Construcția și folosirea unei balanțe electrice*, balanță cu care stabilește legile de interacțiune a maselor/sarcinilor n.n. electrice. Cu ajutorul legilor stabilite devine clar dacă se poate utiliza sau nu electricitatea statică pentru necesitățile lui homo sapiens. Întrucât forțele care se puteau obține pe cale electrostatică păreau să nu poată fi utilizabile, domeniul a intrat în desuetudine. Între timp natura a hotărât să-i dea o nouă lecție lui

homo sapiens iar cel care a primit-o și a înțeles-o a fost profesorul Luigi Galvani, din Bologna atât de cunoscută și la modă astăzi.

În prima etapă un elev al lui Galvani constată că scânteile unei mașini electrostatice au efect asupra picioarelor unei broaște. Ulterior, tot picioarele de broaște, dar atârinate de un fir de cupru, au dus la o reacție similară. Cel care a înțeles și folosit aceasta a fost Alessandro Volta, care l-a începutul lui 1800 comunică realizarea primei surse importante de energie electrică, așa zisă pilă Volta.

Pila lui Volta era o asociere de două metale, cea mai cunoscută și utilă fiind din două discuri, unul de cupru (cel pozitiv) și unul de zinc (cel negativ). Această asociere asigură o tensiune modestă, de 0,83 V, la un curent care depindea de suprafața celor două discuri. Prin cuplarea acestor pile în diverse combinații serie-paralel se obțineau tensiuni și puteri importante.

Astfel, din ordinul lui Napoleon, la Școala Politehnică din Paris s-a realizat o pilă mamut formată din 600 de perechi de discuri, care realizau o tensiune de aproape 500 de volți, iar curentul debitat putea ajunge la 10 amperi. Ideea și realizarea unei surse importante de energie electrică care putea să funcționeze un timp important a fost repede preluată de fizicienii cercetători.

Sursele istorice îl menționează în premieră pe Humpray Davy, chimist, de fapt cercetător, care cu ajutorul a 2000 de pile voltaice studiază curentul electric și mai ales scânteia electrică continuă, adică arcul electric, care pare să poată fi folosit într-o primă etapă, ca sursă de lumină puternică. Funcționarea arcului electric în regim permanent se pare că a fost obținută în 1881. Independent de Davy, același lucru l-a obținut în 1882 rusul V.V. Petrov. În acest scop Petrov a folosit de asemenea o sursă realizată din asocierea unui număr de pile Volta, dar într-un număr mai mare decât Davy, și anume 2100, dar arcul electric a rămas arc electric, nici european nici rusesc. A fost privit ca o posibilă sursă de lumină, cu atât mai mult cu cât nevoia de lumină l-a însoțit pe om din cele mai vechi timpuri. Din punct de vedere al necesității umane, aceasta a crescut odată cu dezvoltarea civilizației.

Dar nu numai atât. Soluțiile tradiționale pentru iluminatul artificial erau costisitoare, incomode și cu eficiență luminoasă redusă. Sunt cunoscute opaițele, feștilele, lămpile cu ulei, torțele. Lumânările, lămpile cu petrol și cele cu gaz. Astfel, la o sărbătoare a lui Ludovic al XVI-lea la Versailles, în Sala oglinzilor, pentru iluminat s-au folosit 1800 de lumânări de cea mai bună calitate, iar în 1875, cu ocazia unei recepții s-au aprins 4000 de lumânări. Efortul de a le aprinde, supraveghea,

stinge și înlocui ca și costul lor erau o mare problemă. În acest context, posibilitatea realizării unui iluminat electric era foarte atrăgătoare. Drept urmare, lămpile cu arc electric au constituit intrarea electricității într-o altă etapă, aceea a electrotehnicii, prin aceea că electricitatea era folosită la parametri până atunci neîntâlniți, pentru a realiza efecte utile fiind nevoie de o tensiune minimă de 45-50 V și un curent de cel puțin 10 A, deci o putere minimă de 450 W, ceea ce nu se putea obține de la o sursă electrostatică decât în regim de descărcare scurtă.

La toate acestea vom mai adăuga că arcul se realizează între doi electrozi de cărbune cu un diametru minim de 9-10 mm și o lungime de circa 25 cm, care în timpul funcționării arcului se micșorau prin consumarea materialului electrozilor cu o viteză de 2-4 mm/min. Desigur, nu era comod și simplu, dar era mai bun și mai ieftin decât celelalte metode de iluminat. De altfel, iluminatul electric cu arc era numit și *soarele electric*! Era puternic și strălucitor și se preta mai mult pentru iluminatul exterior, pentru proiectoare, faruri marine, dar oricum era mai ieftin. Problema era rezolvată doar parțial întrucât pilele voltaice erau slabe și consumabile. Trebuia un alt tip de sursă de energie. În principiu ele existau dar nu erau adaptate pentru a furniza energie electrică pentru diverși consumatori.

Astfel vom menționa că după circa 10 ani de cercetări folosind două bobine de curent continuu și miezuri magnetice, Michel Faraday construiește primul generator rotativ de curent continuu, realizat dintr-un disc de cupru care era rotit între polii unui magnet permanent. Tensiunea obținută era preluată între axul discului și periferia lui. Astăzi suntem siguri că performanțele acestei mașini electrice-generator erau foarte modeste pentru că distanța dintre polii magnetului era mare, iar viteza de rotație a discului învârtit cu mâna nu putea depăși 60-70 rotații pe minut, deci era mică.

Dar aceasta se întâmpla la 20 octombrie 1831. Vom mai menționa, însă fără a aprecia existența în literatura de specialitate a unui disc similar denumit *Roata lui Barlow*, notificat ca fiind concepută și realizată în 1822. Roata lui Barlow era tot un disc, care la periferie era prevăzut cu decupări, deci un fel de periferie crenelată, care intra într-un vas cu mercur prin care se alimentează sau se generează curent și care seamănă izbitor de bine cu discul lui Faraday. Ceea ce este de discutat este faptul că discul lui Faraday nu era conceput pentru a lucra ca generator homopolar ci doar ca o mașină care să permită verificarea legii inducției electromagnetice care a permis ulterior conceperea unor generatoare mai performante.

Astfel, în 1832 francezul Pixii construiește un generator denumit generatorul lui Pixii realizat dintr-un cadru vertical, care la partea superioară avea prevăzute două bobine fixe dispuse pe un circuit magnetic. Sub ele se învârtea un magnet permanent de tip potcoavă antrenat printr-un ax vertical de o coroană dințată cu dinți oblici, care antrena un pinion rigidizat cu axul magnetului permanent. Coroana dințată și pinii jucau rolul unui multiplicator de viteză, antrenat tot de o manivelă.

Evident, mașina era un generator monofazat de curent alternativ, care la acea dată era considerat neutilizabil. Aici vom menționa intervenția salutară a lui Amper care imaginează un fel de comutator colector-redresor, care permitea obținerea unui curent pulsatoriu de un singur sens. Ținem să subliniem deci că primul colector primitiv și diferit de cel clasic nu este a lui Gramme ci a lui Amper-Pixii.

Acest prototip de generator magnetoelectric a fost modificat de Saxton și ulterior de Clarke, care a inventat concepția constructivă a lui Pixii. La Clarke magnetul permanent este fix, iar bobine induse se învârteau în fața acestuia. În această dispoziție colectorul se modifica iar inelele colectoare sunt constituite din segmente colectoare, deci un fel de lame colectoare mai lungi și mai înguste. Această concepție se regăsește și la colectorul Gramme care dacă ar fi îngustat ar deveni aproximativ varianta Clarke. Gramme s-a inspirat, credem noi, dar nu a copiat. În primul rând a trebuit să conceapă o înfășurare rotorică care să poată a fi conectată la lamelele colectorului Gramme. Soluția colectorului și a înfășurării compatibile cu colectorul a fost definitivată și realizată în 1871.

Antrenat de un motor cu aburi, generatorul Gramme a devenit o sursă de putere continuă și de putere neașteptat de mare, posibil a fi utilizată în scopuri utile. În acest fel electricitatea devine *electrotehnică* utilizabilă în foarte multe aplicații practice. Vom reaminti că primul generator electric care permitea obținerea unui curent electric și a unei tensiuni semnificative a fost generatorul lui Pixii care folosea pentru obținerea câmpului magnetic un magnet permanent, soluție de principiu care s-a păstrat până în 1851. După ce Clarke își realizează generatorul în 1836, cu bobine mobile și magnet permanent fix, acest tip de generator este supus unor perfecționări și creșterii continue a puterii disponibile. Astfel, profesorul de fizică Nollet a folosit generatorul magnetoelectric pentru descompunerea apei, sperând să poată utiliza oxigenul și hidrogenul pentru iluminat, dar inițiativa nu s-a impus. În schimb, în colaborare cu întreprinzătorul Joseph van Malderen, un generator

mare și puternic care avea o înălțime de 1,65m și conținea 40 de magneți permanenți și 64 de bobine. Acest tip de generator a fost destinat ca sursă pentru iluminatul electric cu arc și vom menționa compania *Alliance* care a fabricat asemenea generatoare, care, printre alți utilizatori de iluminat electric, a echipat farul Havre din portul Le Havre. De menționat că Joseph van Malderer a avut ideea de a alimenta lămpile cu arc electric fără a mai folosi comutatorul-redresor al mașinii generatoare, deci este primul care a realizat arcul electric în curent alternativ.

Pentru a încheia mai menționăm că marele Zenobie Gramme era un modest tâmplar la compania *Alliance* și că Michael Faraday a fost angajatul lui Humpray Davy cu un salariu de 25 șilingi pe săptămână. Dar toate acestea nu au împiedicat punerea în valoare a marilor capacități intelectuale manifestate individual sau în colaborare. Astfel Gramme în colaborare cu inginerul francez H. Fontaine a reușit ca în 1873 la Expoziția de la Viena să prezinte tuturor vizitatorilor asocierea a trei mașini: un motor cu ardere internă care antrena un dinamo-generator Gramme și care printr-un cablu în lungime de 1 km înfășurat pe un tambur alimenta o altă mașină rotativă tip Gramme, care primind energie electrică funcționa ca motor, care antrena o pompă. Din acest moment drumul electrotehnicii era atestat și deschis afirmării în multe domenii.

Bibliografie

1. **Max von Laue.** *Istoria fizicii*, Ed. Științifică București, 1963.
2. **Bucur A., Ștefănescu Gh., Macovescu M.** *Din istoria electricității*, Ed. Științifică București, 1966.
3. **Spangenburg Ray, Meser K.** *Diane*, vol. 1,2,3, Ed. Lider București.
4. **Cernomazu D., Simion Al., Mandici L.** *Micromotoare electrostatice*, Ed. Univ Suceava, 1997.
5. **Alexandrescu P. A.** *Teza de doctorat*, Univ. Tehnică Gh. Asachi Iași, 2008.
6. **Tescu Gr.** *Teza de doctorat*, Univ. Tehnică Gh. Asachi Iași, 2011.

Recomandat spre publicare: 18.06.2015.

MODELAREA CONTROLULUI SISTEMELOR DE FABRICAȚIE RECONFIGURABILE PRIN REȚELE PETRI COLORATE MEMBRANALE

*E. Guțuleac, dr. hab.prof.univ., S. Zaporojan, dr.conf.univ.
Universitatea Tehnică a Moldovei*

INTRODUCERE

Sistemele de fabricație au fost în ultimii ani și sunt în continuare supuse unui proces profund de transformare cu o dinamică ascendentă. Elementul de noutate în concepția actuală îl reprezintă Sistemele de Fabricație Reconfigurabile (SFR) [9, 12, 16, 18]. Acesta presupune capabilitatea schimbării structurii SFR pentru ași modifica funcționalitatea și a prelucra noi familii de produse care cuprinde atât reconfigurarea controlului, cât și mobilitatea modulelor hardware/software, acțiuni ce trebuie descrise formal [6, 17]. Tot odată, acest tip de sisteme trebuie să aibă o flexibilitate, disponibilitate și siguranță în funcționare deosebită.

Utilizarea principiilor de control distribuit orientat pe servicii (CDOS) al SFR este o soluție promițătoare pentru a atinge modularitatea, flexibilitatea, reconfigurarea și interoperabilitatea componentelor acestuia [9, 12]. Aspectele cruciale ale acestui tip de control sunt descrierea formală și coordonarea executării serviciilor oferite de către entitățile distribuite. Pentru alocarea și procesarea a diferitor servicii sau condiții de operare ale aplicațiilor pot fi folosite diferite configurații de algoritmi și entități hardware/software ce comunică între ele. Ca urmare, facilitățile trecerii în timp real de la o configurație către alta, pe parcursul rulării, duc la creșterea *siguranței în funcționare* și a flexibilității utilizării sistemului [13, 18], asigurarea cărora în timpul reconfigurării dinamice este dificilă din cauza interacțiunii între serviciile de aplicație care sistemul le oferă SFR.

Modelarea acestor tipuri de sisteme este o sarcină dificilă, iar analiza lor se complică din cauza apariției unor defecțiuni sau schimbări de produse.

Modelarea formală și tehnicile de verificare sunt utilizate pe scară largă la proiectarea și analiza multor tipuri de sisteme cu procese discret-continue, în baza verificării cărora se pot identifica lacunele de proiectare la stadiul incipient al ciclului lor de viață. Ca rezultat, aceste probleme pot fi eliminate mai devreme, iar costurile de depanare, întreținere și mentenanță pot fi reduse semnificativ.

Unul dintre cele mai răspândite formalisme moderne, folosite pentru modelarea și analiza a

sistemelor cu procese discrete, sunt rețelele Petri (RP) de diferite extensii [1, 2, 5, 6, 7, 8]. Acest demers este utilizat pentru a reda și menține modelul RP într-o formă simplă, concisă și precisă, deoarece el oferă o interpretare grafică a sistemelor complexe care este ușor de înțeles, în timp ce baza lor matematică este lipsită de ambiguitate. RP clasice nu au puterea de expresivitate suficientă pentru a face față unor aspecte actuale de modelare cum ar fi reconfigurabilitatea și mobilitatea. În acest context, au fost propuse mai multe lucrări, care încearcă să extindă RP cu capacitatea de a specifica mobilitatea și, în general, reconfigurabilitatea [6, 8, 14]. Însă aceste extensii nu permit de a descrie în mod explicit organizarea ierarhică, mobilitatea și dinamica reconfigurării modelului dependentă de starea curentă a acestuia, apariția unor evenimente și/sau la schimbarea valorilor unor atribute asociate cu acest model.

În lucrarea dată sunt considerate unele aspecte de modelare ale CDOS cu procese dinamice reconfigurabile și entități mobile ale SFR. Pentru aceasta sunt introduse rețele Petri colorate reconfigurabile (RPCR) membranale care permit de a construi modele capabile să descrie cazuri în care structura modelului și atributele lui pot să se schimbe în dependență de starea sa curentă și/sau la apariția unor evenimente. Acestea, fiind foarte flexibile pentru descrierea mobilității și reconfigurabilității proceselor CDOS, sunt traduse și prin posibilitatea de a avea o adaptare dinamică a modelului care urmează să fie reconfigurat în mod ierarhic sau chiar eventual pentru a se autoreconfigura.

1. REȚELE PETRI COLORATE DINAMIC RECONFIGURABILE

Rețelele Petri colorate (RPC) [5] sunt o extensie de RP care oferă posibilitatea de a modela sisteme cu evenimente discrete într-un mod mult mai compact decât RP obișnuite, deoarece ele folosesc mecanisme de nivel înalt, similare cu cele ale limbajelor de programare: cu fiecare jeton este asociat o valoare a unui anumit tip de date (set de

culori). Într-o RPC o locație poate să conțină jetoane de diferite culori, iar o tranziție poate fi declanșată în diferite *moduri* în conformitate cu culoarea selectată. Acest fapt este realizat prin atașarea unui domeniu de culori la fiecare locație și fiecare tranziție. Astfel, pentru un marcaj inițial dat numărul de comportamente ce pot fi exprimate de o RPC este cu mult mai mare decât cel prin RP.

Un arc ce conectează o locație (tranziție) cu o tranziție (locație) este etichetat cu o expresie ce este o funcție de culoare marcaj dependentă. Această funcție determină pentru fiecare culoare a tranziției (sau instanță de declanșare a tranziției) numărul de jetoane de culoarea aleasă ce trebuie *consumate* sau *produse* în locația respectivă la declanșarea tranziției relativ la culoarea selectată. Cum și pentru RP obișnuite, alegerea culorii de declanșare a unei tranziții a RPC este efectuată în mod nedeterminist: dacă o tranziție t este validată atât relativ la culoarea c_1 , cât și la culoarea c_2 se va selecta în mod nedeterminist pentru a fi declanșată tranziția relativ numai la o singură culoare. Cu toate acestea RPC nu pot fi folosite pentru a descrie funcționarea sistemelor ce trebuie reconfigurate în mod dinamic sau mobilitatea lor.

În continuare, cu scopul de a trata unele probleme menționate mai înainte la modelarea și analiza SFR orientate pe servicii reconfigurabile, definim o extensie de RPC, numite rețele RPC *dinamic descriptiv-reconfigurabile*, în care sunt introduse o mulțime de reguli de rescriere colorate $R = \{r_1, \dots, r_k\}$ a rețelei RPC curente ce poate modifica atât marcajul curent, cât și structura ei la ocurența unor evenimente specificate. O regulă de rescriere $r_j \in R$ este o generalizare a noțiunii de tranziție discretă $t_j \in T$, folosită în sens clasic. Condiția de validare de către marcajul curent M a unei tranziții $t_j \in T$ și/sau reguli $r_j \in R$ este similară cu cea a unei RPC.

Definiția 1. O rețea RPC *dinamic reconfigurabilă* (RPCR), notată ΓC , este o structură de obiecte constituită din 14-tuplu:

$$\Gamma C = \langle P, E, C, C_E, C_P, Pre, Post, Test, Inh, Pri, G_E, G_R, K_p, M_0 \rangle, \text{ unde :}$$

- P este o mulțime nevidă de locații; E este mulțimea nevidă de evenimente discrete constituită din $E = T \cup R \neq \emptyset$, $T \cap R = \emptyset$, astfel încât $P \cap E = \emptyset$, unde T este mulțimea tranzițiilor, declanșarea cărora pot să modifice numai marcajul curent, iar $R = \{r_1, \dots, r_k\}$, $P \cap T \cap R = \emptyset$ este mulțimea *regulilor de rescriere*, care poate să modifice în mod dinamic marcajul curent și/sau

structura cu toate atributele rețelei curente. Grafic, tranzițiile sunt reprezentate prin bare groase, iar regulile de rescriere sunt reprezentate prin dreptunghiuri imbricate.

- $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ este mulțimea finită nevidă de culori, definită pentru funcții de colorare ale mulțimilor P și E respectiv, astfel încât $C_E : E \rightarrow \wp(C)$ și $C_P : P \rightarrow \wp(C)$, unde $\wp(C)$ este mulțimea submulțimilor lui C ;

- Arcele, redade de funcțiile colorate Pre , $Test$ și Inh (resp. $Post$) sunt aplicații de incidență *înainte* (resp. *înapoi*), $test$ și *inhibiție* definite pe $P \times E$ (resp. $E \times P$), astfel încât sunt verificate pentru orice eveniment $e \in E$ funcțiile $Pre(p,e)$, $Post(p,e)$, $Test(p,e)$, $Inh(p,e) : C_E(e) \times C_P(p) \rightarrow Bag(C_P(p))$;

- $Pri : E \times Bag(C_P(p)) \rightarrow IN_+$ este funcția de ordonare parțială a lui E , care introduce priorități dinamice de declanșare a evenimentelor validate de marcajul curent. Implicit, prioritățile ce nu sunt menționate ale unor evenimente e_j relativ la culoarea c sunt considerate nule, adică $Pri(e_j)(c) = 0$. IN_+ este mulțimea numerelor întregi naturale, iar $Bag(C)$ este mulțimea multimulțimilor lui C ;

- $G_E : E \times Bag(C_P(p)) \rightarrow \{true, false\}$ și $G_R : R \times Bag(C_P(p)) \rightarrow \{true, false\}$ sunt respectiv niște funcții de gardă (eng. *Guard-function*), care pentru orice $e_j \in E$ și $r_k \in R$ determină respectiv funcții Booleene $g_j^E(M)(c)$ și $g_k^R(M)(c)$ în marcajul curent M relativ la culoarea $c \in C_E$. Astfel, dacă evenimentul e_j este validat de marcajul curent M , notat $M[(e_j, c) >$, relativ la arce pentru culoarea c și $g_j^E(M)(c) = 'true'$, atunci evenimentul e_j rămâne validat și, eventual, el poate fi declanșat, iar dacă $g_j^E(M)(c) = 'false'$ - acesta nu este validat. Implicit $g_j^E(M)(c) = 'true'$. În cazul în care e_j validat este o tranziție sau o regulă de rescriere și $g_j^R(M)(c) = 'false'$, atunci acesta, fiind declanșat, va *schimba numai* marcajul curent al rețelei ΓC , însă dacă $g_j^R(M)(c) = 'true'$ el va modifica atât structura cu unele atribute curente ale ΓC , cât și marcajul ei curent în conformitate cu specificațiile acestei reguli;

- $K_p : P \times Bag(C_P(p)) \rightarrow (IN_+ \cup +\infty)$ este funcția de capacitate a locațiilor relativ la culoarea c astfel, încât $\forall p_i \in P$, aceasta este redată de

capacitatea maximă de jetoane $0 < K_p(p_i)(c) < +\infty$ care poate să se afle în locația p_i . Implicit, $K_p(p_i)(c)$ este nelimitată;

- $M_0 : P \rightarrow Bag(C)$ este marcajul inițial ce determină o funcție de marcarea definită pe mulțimea locațiilor P , astfel încât $\forall p \in P, M(p) \in Bag(C_p(p))$ ■

În Fig. 1 sunt prezentate primitivele unei ΓC .

Pentru a defini regulile de funcționare ale unei ΓC notăm $\bullet e$ și e^\bullet - mulțimea de locații incidente respectiv la intrarea și la ieșirea evenimentului e , iar ${}^o e$ și ${}^* t$ este, respectiv, mulțimea locațiilor de control al lui e prin arce inhibitoare și arce test.

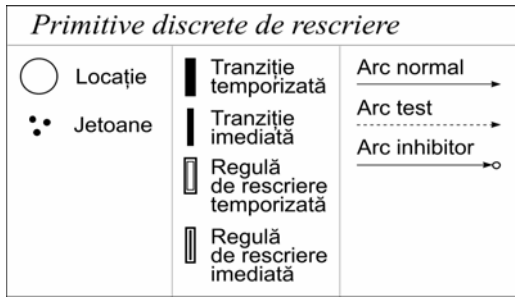


Figura 1. Primitivele unei rețele ΓC .

Definiția 2. (Regula de validare a unui eveniment). Un eveniment e_j este validat de marcajul curent M relativ la culoarea $c \in C_E$, notat $e_j \in E(M)(c)$, dacă este verificată condiția de validare $ec(e_j, M)(c)$ care este redată de următoarea expresie logică:

$$ec(e_j, M)(c) = ec^{Pre}(e_j, M)(c) \wedge ec^{Inh}(e_j, M)(c) \wedge ec^{Test}(e_j, M)(c) \wedge ec^{K_p}(e_j, M)(c) \wedge g^E(e_j, M)(c) \text{ cu:}$$

$$ec^{Pre}(e_j, M)(c) = \bigwedge_{\forall p_i \in \bullet e_j} (M(p_i) \geq Pre(e_j, p_i)(c)) \text{ -}$$

condiția de validare relativ la arcele normale incidente înainte la evenimentul e_j ;

$$ec^{Inh}(e_j, M)(c) = \bigwedge_{\forall p_i \in {}^o e_j} (M(p_i) < Inh(e_j, p_i)(c)) \text{ -}$$

condiția de validare relativ la arcele inhibitoare incidente înainte la evenimentul e_j ; $g^E(e_j, M)(c)$ - funcția de gardă a evenimentului e_j ;

$$ec^{Test}(e_j, M)(c) = \bigwedge_{\forall p_i \in {}^* e_j} (M(p_i) \geq Test(e_j, p_i)(c))$$

- condiția de validare relativ la arcele test;

$$ec^{K_p}(e_j, M)(c) = \bigwedge_{\forall p_i \in e_j} ((K^p(p_i) - M(p_i)) \geq$$

$Post(e_j, p_i)(c))$ este condiția de validare relativ la

capacitatea locațiilor incidente înapoi la evenimentul e_j . ■

Fie $E(M)(c) = T(M)(c) \cup R(M)(c)$, este mulțimea de evenimente validate de marcajul curent M al rețelei ΓC . De asemenea, fie $A = \langle Pre, Post, Test, Inh \rangle$ este mulțimea arcelor rețelei $\Gamma C = \langle RN, M \rangle$, iar ΓC și RN sunt reprezentate de expresii descriptive $DE_{\Gamma C}$ și DE_{RN} respectiv [4]. Regula de rescriere $r \in R$ în mod dinamic a rețelei ΓC la declanșarea unui eveniment validat $e_j \in E(M)(c)$ constă în maparea $r = DE_L \triangleright DE_w$, în care *codomeniul operatorului de rescriere* \triangleright este $Cod(\triangleright) = DE_L \triangleright$, care este o expresie descriptivă DE_L specificată a subrețelei $\Gamma C_L \subseteq \Gamma C$ rețelei curente ΓC astfel, încât $P_L \subseteq P, E_L \subseteq E$ cu mulțimea arcelor $A_L \subseteq A$. În același mod, *domeniul* lui \triangleright este $Dom(\triangleright) = \triangleright DE_w$, determină o expresie descriptivă DE_w specificată a unei subrețele noi $\Gamma C_w \subseteq \Gamma C'$ a rețelei modificate $\Gamma C'$ cu P_w, E_w și mulțimea arcelor A_L respective.

Operatorul \triangleright de rescriere a structurii rețelei curente reprezintă o operație binară, care produce o modificare a structurii în $DE_{\Gamma C}$ și, deci, a lui ΓC curentă prin rescrierea ei (eng. rewriting). La schimbarea expresiei descriptive DE_L specificate a subrețelei $\Gamma C_L \subseteq \Gamma C$ (DE_L și ΓC_L sunt eliminate, obținându-se respectiv $DE_{\Gamma C} \setminus DE_L$ și $\Gamma C \setminus \Gamma C_L$) cu o nouă expresie descriptivă DE_w specificată a subrețelei ΓC_w (DE_w și ΓC_w sunt adăugate respectiv la $DE_{\Gamma C} \setminus DE_L$ și $\Gamma C \setminus \Gamma C_L$). Astfel, rezultă o nouă expresie descriptivă $DE'_{\Gamma C}$ a rețelei noi modificate $\Gamma C' = (\Gamma C \setminus \Gamma C_L) \cup \Gamma C_w$ astfel, încât $P' = (P \setminus P_L) \cup P_w, E' = (E \setminus E_L) \cup E_w$ și $A' = (A \setminus A_L) \cup A_w$. Aici, operatorul \setminus (respectiv \cup) indică operația de eliminare a ΓC_L din (adăugarea ΓC_w în) ΓC . La eliminarea unor locații și/sau evenimente arcele ce le conectează se vor elimina în mod implicit. În această nouă rețea modificată $\Gamma C'$, obținută la declanșarea regulii de rescriere $r_j \in E(M)(c)$ validate de marcajul curent M , respectiv locațiile și evenimentele, ce au aceleași atribute sunt contopite. Implicit, $r : DE_L \triangleright \emptyset$ și $r : \emptyset \triangleright DE_w$ descriu respectiv $\Gamma C' = \Gamma C \setminus \Gamma C_L$ și $\Gamma C' = \Gamma C \cup \Gamma C_w$. Menționăm, de asemenea, că în ΓC_L și ΓC_w pot fi considerate aparte și ca

submulțimi ale P_L și/sau P_w cu marcaje respective, E_L și/sau E_w și A_L și/sau A_w .

Definiția 3. Regula de declanșare a unui eveniment al rețelei ΓC . Fie $\Gamma C = (RN, M)$ este configurația rețelei curente, numită *configurație sursă*. Evenimentul $e_j \in E(M)(c)$ validat de marcajul curent M relativ la culoarea $c \in C_E$ este declanșat, dacă *nu există* un alt e_k cu o prioritate superioară lui, adică $\neg \exists (Pri(e_j)(c) > Pri(e_k)(c))$, pentru care sunt verificate precondițiile sale de validare. La declanșarea lui e_j , acesta va modifica, în dependență de valoarea lui $g_j^R(M)(c)$, fie numai marcajul curent, fie va modifica atât structura și unele atribute ale rețelei curente, cât și marcajul ei. Astfel, pentru acest eveniment avem:

If $((\phi_j = t_j) \vee (\phi_j = r_j) \wedge (g_j^R(M)(c) = False))$ **then** (declanșarea tranziției t_j sau a regulii de rescriere r_j validate de marcajul curent relativ la culoarea c va schimba numai marcajul curent în această configurație de rețea, adică:

$$(RN, M) \xrightarrow{e_j(c)} (RN, M') \Leftrightarrow (RN = RN, M[e_j(c) > M'])$$

else (declanșarea regulii $r_j \in R(M)(c)$ de rescriere va schimba atât structura rețelei cu atributele ei, cât și starea curentă în configurația de rețea sursă, adică $r_j \in R(M)(c)$ fiind declanșată va induce o modificare în configurația *sursă* de la $\Gamma C = (RN, M)$ la *configurația destinație* $\Gamma C' = (RN', M')$, astfel încât::

$$(RN, M) \xrightarrow{r_j(c)} (RN', M') \Leftrightarrow (RN = RN', M[r_j(c) > M']).$$

Starea obținută după declanșarea regulii r este $\gamma' = (RN', M')$. Configurația rețelei ΓC_0 inițiale este (RN_0, M_0) , iar (RN, M) este configurația rețelei curente ΓC .

Graful de stări accesibile $GA(\Gamma C_0)$ ale rețelei $\Gamma C_0 = \langle RN_0, M_0 \rangle$ este un graf orientat etichetat în care vârfurile sunt etichetate cu stările de configurații (RN, M) , iar arcele ce leagă aceste vârfuri sunt etichetate cu evenimentele de tip tranziții sau cu reguli de rescriere respective, astfel încât:

a) declanșarea $e_j \in E(M)(c)$ determină un arc, etichetat cu $e_j = t_j$ sau $e_j = r_k$ pentru $g_k^R(M)(c) = "false"$, de la (RN, M) - starea sursă

către starea nouă (RN, M') în care structura rețelei rămâne aceeași, iar marcajul curent M este modificat într-un nou marcaj:

$$M' = M + Post(e_j, \cdot)(c) - Pre(e_j, \cdot)(c);$$

b) declanșarea regulii $r_j \in R(M)(c)$ din (RN, M) pentru $g_k^R(M)(c) = "true"$ conduce la modificarea configurației surse (RN, M) într-o configurație nouă (RN', M') conform specificațiilor operatorului \triangleright de reconfigurare a modelului.

Notăm faptul, că rețelele tip RPC pot fi obținute din rețele RPCR ca un caz particular pentru care, mulțimea regulilor de rescriere este vidă.

2. EXPRESII DESCRIPTIVE RPCR

Pentru a reda proprietăți compoziționale analitice modelelor de rețele RPCR în [1] este introdusă *noțiunea de dixel (descriptive expression element)* și un set de operații compoziționale, cu atribute respective, care permit de a construi expresii descriptive ce sunt apoi mapate direct în mod grafic de către utilizator.

În scopul de a facilita expunerea lucrării date, prezentăm succint doar unele operații compoziționale. Mai detaliat cititorul poate consulta lucrările [1, 2] pentru compunerea RP generalizate.

Un *dixel brDE* al unei RPCR este expresia:

$$bHDE = \langle \Pi_j |_{e_j}^{\alpha_j} m_{0i}^{h k_i} \tilde{y}_i^{\beta_i} [W_i^+, W_i^-] \Pi_k |_{e_k}^{\alpha_k} \rangle,$$

unde $\tilde{y} \in \{p, \bar{p}, \tilde{p}\}$ este simbolul-locație care reprezintă locația discretă p la evenimentul $e \in \{t, r\}$, care este simbolul-eveniment t sau r ce determină respectiv tipul de arc ($\{p - arc\ normal, \bar{p} - arc\ inhibitor, \tilde{p} - arc\ test\}$) cu ponderea W_i^- incident înainte la evenimentul e_k , notat $|_{e_k}$:

$$W_i^- \in \{Pr e(e_k, \tilde{y}_i)(c), Inh(e_k, \tilde{y}_i)(c),$$

$Test(e_k, \tilde{y}_i)(c)\}$, iar $W_i^+ \in \{Post(e_j, \tilde{y}_i)(c)\}$ este ponderea arcului normal ce iese din evenimentul e_j ,

notat $|_{e_j}$ și intră în locația \tilde{y}_i . Atributele locației \tilde{y}_i sunt, respectiv: m_{0i} - marcajul inițial; k_i - capacitățile locației; β_i - eticheta locației ce redă tipul de condiții. Atributele evenimentelor \tilde{z}_j și \tilde{z}_k sunt, respectiv: g_j și g_k - funcția de gardă respectivă, unde $g \in \{g^E, g^F\}$; Π_j și Π_k - funcția de prioritate; α_j și α_k - eticheta ce redă tipul de acțiune sau activitate. Unele atribute pot fi omise, fiind implicit

date. De exemplu: $m_{0i} = 0$; $K_{p_i}^{\min} = 0$, iar $K_{p_i}^{\max}$ este considerată nelimitată. În cazul în care $W_i^- = W_i^+ = 1$ paranteza pătrată se va omite.

Maparea unor derivative ale *bHDE* pentru partea discretă a *RPHS* este prezentată în Fig. 2.

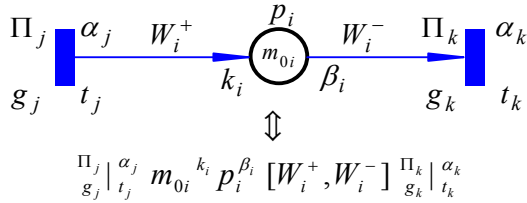


Figura 2. Maparea unor derivative *brDE*.

Cu ajutorul diferitor derivative ale *bHDE* și operații *compoziționale unare* și/sau *binare*, folosind un raționament adecvat ce redă interacțiunea condițiilor și evenimentelor sistemului specificat, putem compune expresii descriptive ale modelelor *RPCR* (sub)sistemelor considerate.

O expresie descriptivă (*DE*) a unei rețele ΓC tip *RPCR* este:

$DE ::= bDE \mid DE_i * DE_j \mid \circ DE$, unde $*$ reprezintă operatorul unei operații binare, iar \circ reprezintă operatorul unei operații unare.

Implicit, la aplicarea acestor operații, locațiile și tranzițiile ce au același nume se vor contopi în mod respectiv. Într-o *DE*, orice simbol-locație sau simbol-eveniment poate fi folosit în orice ordine de mai multe ori. Astfel, se va subînțelege că în rețele *RPCR* respective, redade de expresia *DE*, aceleași locații (evenimente), cu același simbol vor fi contopite într-un singur simbol-locație (simbol-eveniment). La eliminarea unor locații și/sau evenimente arcele conectate cu aceste noduri vor fi, de asemenea, eliminate.

Redăm în continuare unele operații compoziționale ce vor fi aplicate în această lucrare:

- *Operația Inhibiție*, redată de operatorul " \bar{p}_i ", este o operație unară. Ea descrie faptul că la ocurența pre-condiției p_i , nu mai poate avea loc ocurența evenimentului specificat.

- *Operația Test unară* cu operatorul " \tilde{p}_i ", descrie o buclă a rețelei impure, redată de $DE1 = m_{0i} \tilde{p}_i [W_i] |_{t_j}^{\alpha_j}$, ea reprezintă arcul *test*.

- *Operația Sincronizare*, redată de operatorul " \bullet " sau " \wedge ", este o operație binară *comutativă*, *asociativă* și *reflexivă* ce descrie *sincronizarea* pre-condițiilor legate cu $p_i \in \bullet e_j$, ale unui eveniment e_j , apariția căruia va avea loc numai atunci, când

concomitent aceste pre-condiții sunt verificate, fiind descrise de *DE2*:

$$DE2 = (m_{01}^{K_{p_1}} y_1 [W_1] \bullet \dots \bullet m_{0n}^{K_{p_n}} y_n [W_n]) |_{e_j}^{\alpha_j}.$$

- *Operația Secvențialitate*, redată de operatorul " \mid ", este o operație binară ce determină logica "cauză-consecință" a relației dintre două stări locale p_i (pre-condiție) și p_k (post-condiție), determinată de acțiunea e_j . Această operație, exprimată de expresia *DE3*, este *asociativă*, *reflexivă* și *transitivă*, însă *necomutativă*:

$$DE3 = m_{0i} p_i [W_i] |_{e_j}^{\alpha_j} m_{0k} p_k [W_k].$$

- *Operația AND-Split*, redată de operatorul " \diamond ", descrie faptul că la apariția unui eveniment specificat e_j se vor produce concomitent mai multe post-condiții. Aceasta operație binară, fiind *comutativă*, *asociativă* și *reflexivă*, este redată de următoarea expresia *DE4*:

$$DE4 = |_{e_j}^{\alpha_j} (m_{01} p_1 [W_1] \diamond \dots \diamond m_{0n} p_n [W_n]).$$

- *Operația Paralelism competitiv*, redată de operatorul " \checkmark " sau " $\bar{+}$ ", descrie *relațiile logice de paralelism competitiv* ale condițiilor și evenimentelor între două sau mai multe procese concurente. Ea este aplicată pentru a efectua compunerea unor submodele de subrețele *RPCR*, ce descriu funcționarea subsistemelor respective, într-un model rezultat al sistemului considerat.

Fie două subrețele N_A și N_B sunt redade de expresiile respective $DE_A = A$ și $DE_B = B$, atunci la compunerea lor prin aplicarea operatorului " \checkmark ", relativ la aceste două expresii descriptive, obținem o rețea rezultantă N_R redată de $DE_R = C = A \checkmark B$ în care locațiile și tranzițiile ce au același nume, respectiv, vor fi contopite. Nodurile contopite vor păstra atributele și incidența arcelor din fiecare subrețea. Această operație este *comutativă*, *asociativă* și *reflexivă*.

În [1] este arătat cum se poate efectua maparea *DE* a unei *RP* generalizate în reprezentarea sa grafică și invers.

3. MODELAREA MOBILITĂȚII SERVICIILOR CDOS

În continuare, pentru a ilustra aplicarea acestui tip de rețele, vom considera un exemplu de modelare a proceselor de control distribuit orientat pe servicii reconfigurabile mobile – *CDOS*. Acest sistem este structurat ierarhic în mod explicit într-un set de subsisteme, fiecare din care poate reprezenta un agent (o entitate de serviciu, cod mobil) sau un

site unde pot să se afle mai mulți agenți. Fiecare subsistem este identificat printr-un titlu (identificator). Structura ierarhică curentă a unui CDOS este explicit determinată. De exemplu, Agentul_1, (notat A1) și Agentul_3, (notat A3) sunt agenți immobili care se află pe două site-uri diferite (S4 și S5). Agentul_2, (notat A2) este un agent mobil, care se află inițial pe site-ul S4, Site_4. Pe acest site, Agentul_2 comunică cu Agentul_1, care se află pe același site, printr-un canal de comunicare C_1. Agentul_2 primește o informație (un anumit tip de date indicate $\langle x \rangle$: *Informații*) din C_1, apoi se deplasează spre site-ul S5, unde se află Agentul_3. Pe site-ul Site_5, Agentul_2, reconfigurându-și structura sa, transmite, prin canalul de comunicare C_2, către Agentul_3 informațiile primite de la Agentul_1.

Pentru a descrie organizarea ierarhică a sistemului dat și funcționarea lui prin compunerea submodelelor RPCR, ΓC_i ale subsistemelor $_i$, vom folosi, în mod similar cu [1, 10, 11], paradigma de rețele RPCR membranale (RPCRM), care sunt o generalizare a ΓC . Modelul de rețea ΓC_i membranală este structurat într-o membrană $[_i]_i$ redat de expresia descriptivă Z_i , adică $\Gamma C_i = [_i Z_i]_i$. În Z_i vom folosi două *indexuri* pentru a codifica simbolurile-locății, $p_{i,k}$ și cele ale tranzițiilor, $t_{i,j}$, unde primul index i arată numărul de ordine al subsistemului $_i$, adică al membranei $[_i]_i$, iar al doilea index arată numărul de ordine al simbolului respectiv în modelul ΓC_i . De asemenea, pentru a exprima în mod explicit mobilitatea membranelor [1, 11] vom modifica și regula de rescriere a RPCR în modul următor: $r = \{Loc_i : DE_L\} \triangleright \{Loc_j : DE_W\}$, unde Loc_i și Loc_j sunt etichete ce indică localitatea submodelelor, adică faptul că subrețeaua DE_L modelului curent ce se află în membrana $[_i]_i$ este eliminată, iar în membrana $[_j]_j$ este plasată o nouă subrețea DE_W .

Fie $SC_0 = [{}_0 [{}_4 S_4]_4 [{}_5 S_5]_5]_0$ este *DE* a modelului curent de rețea membranală RPCRM1 cu $\Gamma C_i = [_i Z_i]_i$ ce redă organizarea ierarhică și funcționarea CDOS descris mai sus în mod informal. În acest model vom considera că *DE* ale submodelelor acestui CDOS sunt determinate în modul următor:

$$S_4 = [{}_4 [{}_1 Z_1]_1 \tilde{\vee} Z_4 \tilde{\vee} [{}_2 Z_2]_2]_4; S_5 = [{}_5 Z_5 \tilde{\vee} [{}_3 Z_3]_3]_5;$$

$$Z_1 = p_{1,1} |_{t_{1,1}} p_{1,2} |_{t_{1,2}} p_{1,3} |_{r_{1,1}} p_{1,4} |_{t_{1,3}} p_{1,5};$$

$$Z_2 = Z_{2,1} \tilde{\vee} p_{2,3} |_{t_{2,3}} p_{2,5} |_{t_{2,5}} p_{2,2} \tilde{\vee} Z_{2,2}, \text{ unde}$$

$$Z_{2,1} = p_{2,1} |_{t_{2,1}} p_{2,2} [\langle x \rangle, \langle x \rangle] |_{t_{2,2}} p_{2,3},$$

$$Z_{2,2} = p_{2,3} [\langle x \rangle] |_{t_{2,4}} p_{2,4} |_{r_{2,1}} p_{2,1} \tilde{\vee} p_{2,2} |_{t_{2,6}} p_{2,4};$$

$$Z_3 = Z_{3,1} \tilde{\vee} p_{3,3} |_{r_{3,1}} p_{3,4} |_{t_{3,3}} p_{3,5}, \text{ unde}$$

$$Z_{3,1} = p_{3,1} |_{t_{3,1}} p_{3,2} [\langle x \rangle, \langle x \rangle] |_{t_{3,2}} p_{3,3};$$

$$Z_4 = |_{r_{4,1}} p_{4,1} [\langle x \rangle, \langle x \rangle] |_{t_{2,1}}, Z_5 = p_{5,1} [\langle x \rangle] |_{t_{5,1}};$$

Funcțiile de gardă: $g_{1,1}^R = g_{3,1}^R = \text{"false"}$, $g_{2,1}^R = \text{"true"}$.

Regula de reconfigurare a agentului A2 este: $r_{2,1} = \{Loc_4 : DE1\} \triangleright \{Loc_5 : (Y_5 \tilde{\vee} [{}_2 Z_2]_2)\}$, unde $DE1 = p_{4,1} [\langle x \rangle] |_{t_{2,1}} \tilde{\vee} [{}_2 Z_2]_2$.

Regulile de reconfigurare $r_{1,1}$ și $r_{1,1}$ ale lui A1 și A3 nu sunt specificate.

Maparea lui SC_0 în reprezentare grafică a modelului RPCRM1 este prezentată în figura 3.

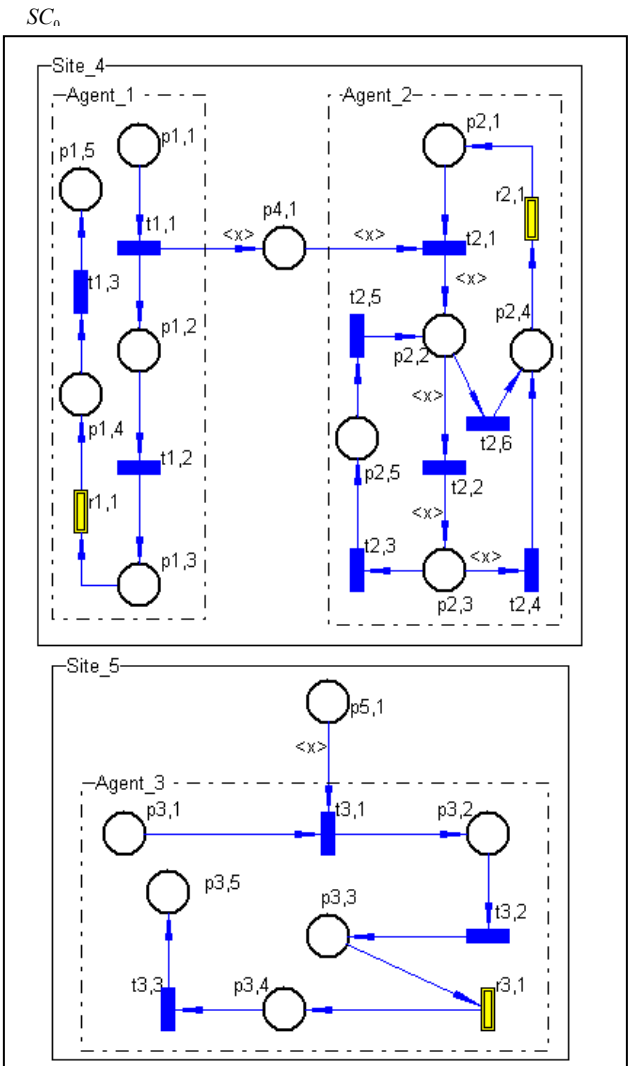


Figura 3. Modelul RPCRM1 al SC₀.

Marcajul inițial al locățiiilor este $M_0(p_{1,1}) = \langle x \rangle$, $M_0(p_{2,1}) = M_0(p_{3,1}) = \langle \bullet \rangle$, unde variabila $\langle x \rangle$ sunt date de tipul *Informații*, iar $\langle \bullet \rangle$

reprezintă constanta jeton-negru (un tip care conține doar o valoare care este $\langle \cdot \rangle$). Arcele neetichetate implicit au eticheta $\langle \cdot \rangle$.

După efectuarea reconfigurării obținem:

$$SC'_0 = [{}_0 [{}_4 S'_4] [{}_5 S'_5]]_0, \text{ unde}$$

$$S'_4 = [{}_4 [{}_1 Z_1] \vee Y_4 \vee [{}_2 Y_2]]_4; S'_5 = [{}_5 Y_5 \vee [{}_3 Y_3]]_5;$$

$$Y_3 = Z_3; Y_2 = Z_{2,1} \vee Y_{2,1} \vee Y_{2,2}, \text{ unde}$$

$$Y_{2,1} = p_{2,3} |_{t_{2,3}} p_{2,5} |_{t_{2,5}} p_{2,2},$$

$$Y_{2,2} = p_{2,3} [\langle x \rangle] |_{r_{2,2}} p_{2,6} |_{t_{2,6}} p_{2,4} |_{t_{2,4}};$$

$$Y_4 = |_{t_{1,1}} p_{4,1} [\langle x \rangle]; Y_5 = |_{r_{2,2}} p_{5,1} [\langle x \rangle, \langle x \rangle] |_{t_{3,1}}.$$

Cu funcțiile de gardă: $g_{1,1}^R = g_{2,2}^R = g_{3,1}^R = \text{"false"}$, $g_{2,1}^R = \text{"true"}$. În acest caz regulile de reconfigurare nu sunt specificate.

În figura 4 este prezentat modelul RPCRM2 al SC'_0 după mișcarea lui A2 din site-ul S4 în site-ul S5, adică după reconfigurarea lui SC'_0 .

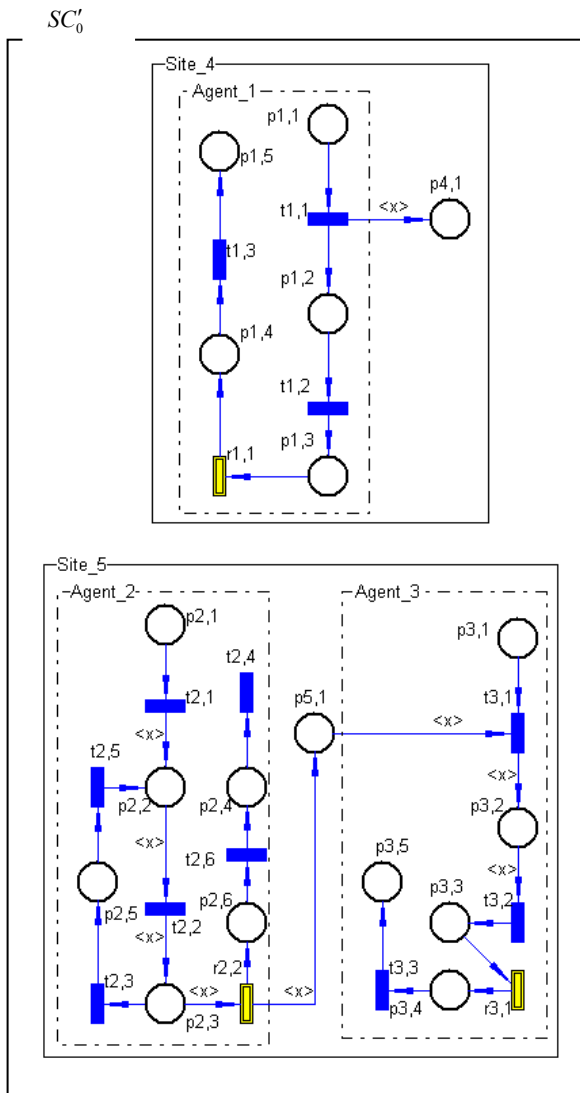


Figura 4. Modelul RPCRM1 al SC'_0 .

Pentru a verifica proprietățile comportamentale (mărginire, siguranță, viabilitate, reversibilitate, conflicte etc) ale acestor tipuri de modele putem folosi produsul program instrumental de simulare a RP reconfigurabile care este descris în [15].

Deseori, în astfel de sisteme duratele activităților și momentele de timp ale apariției evenimentelor, care condiționează reconfigurările și deplasările agenților mobili [7, 14, 17], sunt determinate de un proces stocastic. În acest caz este necesar de a introduce RPCR markoviene pentru a descrie și a avea posibilitatea de a evalua unii indicatori de performanță.

Definiția 4. O rețea RPCR markoviană, notată ΓC , este sistemul redat de către tripletul $\Gamma C = \langle \Gamma C, \Lambda, \omega \rangle$, unde:

- ΓC este o rețea RPCR în care evenimentele sunt temporizate, astfel încât $E = E_\tau \cup E_0$, $E_0(M) \cap E_\tau(M) = \emptyset$. Aici E_τ este mulțimea evenimentelor temporizate cu o durată aleatorie de declanșare ce are o distribuție exponențial-negativă (grafic sunt reprezentate prin dreptunghiuri groase), iar E_0 este mulțimea evenimentelor imediate cu o durată de declanșare nulă (grafic sunt reprezentate prin bare subțiri), astfel încât $\text{Pri}(E_0) > \text{Pri}(E_\tau)$. Acestea descriu selectoare probabilistice;

- $\Lambda : E_\tau \times \text{Bag}(C_p(p)) \rightarrow IR^+$ este funcția ce determină rata $0 \leq \lambda(e, M)(c) < +\infty$ de declanșare a evenimentului validat în marcajul curent M . IR^+ este mulțimea mărimilor reale nenegative.

- $\omega : E_0 \times \text{Bag}(C_p(p)) \rightarrow IR^+$ este funcția matriceală de pondere $0 \leq \omega(t, M) < +\infty$ ce determină probabilitatea de declanșare a evenimentelor imediate validate de marcajul curent M . ■

Acest tip de modele vor permite de a elabora o tehnologie de modelare a unor aspecte dinamice de funcționare, simulare vizuală și evaluare a indicatorilor de performanță ai SFR concrete.

4. CONCLUZII

În lucrare este introdusă o nouă clasă de rețele Petri colorate membranale marcaj-controlabile temporizate stocastic, care permit de a obține un model compact și flexibil pentru descrierea funcționării controlului distribuit al SFP, unde în mod dinamic sunt prezente organizarea ierarhică, mobilitatea și reconfigurabilitatea în cazul în care structura și

atributele sistemului se pot schimba în timpul funcționării.

Aplicabilitatea acestui demers este ilustrată printr-un exemplu ce descrie procesele de control distribuit al SFR cu servicii-agenți mobili în care sunt prelucrate diferite tipuri de cereri ale diferitor tipuri de servicii reconfigurabile.

Cercetările de imediată perspectivă se vor axa pe dezvoltarea unui produs program instrumental pentru a efectua simularea vizuală și analiza modelelor RPCR temporizate stocastic, în care, comod și flexibil, pot fi redată structuri ierarhice ce descriu, adecvat și natural, arhitectura și funcționalitatea aplicațiilor SFR.

Totodată, actualmente nu sunt încă studiate complexitatea și decidabilitatea RPCR. Aceste aspecte urmează a fi dezvoltate în lucrările de viitor, dată fiind importanța lor.

Lucrarea dată a fost efectuată în cadrul proiectului instituțional de cercetări științifice aplicative 15.817.02.28A „Modele, metode și interfețe pentru conducerea și optimizarea sistemelor de fabricație inteligente”.

Bibliografie

1. **Guțuleac, E.** Descriptive compositional HSPN modeling of computer systems. *Annals of the University of Craiova, România, Series: Automation, Computers, Electronics and Mechatronics*, Vol. 3(30), No.2, pp. 82-87, 2006.
2. **Guțuleac, E.** Descriptive Timed Membrane Petri Nets for Modeling of Parallel Computing. *International Journal of Computers, Communications & Control*, No. 3, Vol. I, Agora University Editing House, Oradea, România, pp. 33-39, 2006.
3. <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/tools/quick.html>
4. <http://wiki.daimi.au.dk/cpntools/cpntools.wiki>
5. **Jensen, K., Kristensen, L. M., Wells, L.** Coloured Petri Nets and CPN Tools for modelling and validation of concurrent systems. *Int. Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 9(3), pp. 213-254, 2007.
6. **Kahloul, L., Chaoui, A.** Coloured Reconfigurable Nets for Code Mobility Modeling. *International Journal of Computers, Communications & Control*, Suppl. issue, 3(S), pp. 358-363, 2008.
7. **Khler, M., Moldt, D., Rilke, H.** Modelling mobility and mobile agents using nets within nets. In *W. van der Aalst and E. Best, eds. Proceeding, Applications and Theory of Petri Nets*, vol. 2679 of LNCS, pp.121-139, 2003.

8. **Llorens, M., Oliver, J.** Structural and dynamic changes in concurrent systems: Reconfigurable Petri nets. In *IEEE Transactions on Computers*, Vol.53, No.9, pp. 1147-1158, 2004.

9. **Marco Mendes, J., Leitão, P., Colombo, A. W., Restivo, F.** High-level Petri nets for the process description and control in service-oriented manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, 50:6, pp.1650-1665, 2012.

10. **P systems web page.** <http://ppage.psystems.eu/>

11. **Păun, Gh.** Membrane Computing. An Introduction. *Natural computing Series*. ed. G. Rozenberg, Th. Back, A.E. Eiben .N. Kok, H.P. Spaink, Leiden Center for Natural Computing, Springer-Verlag, Berlin, 2002, p. 420.

12. **Popescu, C., Martinez Lastra, J.L.** An incremental Petri Net-derived approach to modeling of flow and resources in service-oriented manufacturing systems. *IEEE 8th International Conference on Industrial Informatics (INDIN 10)*, pp. 253-259, 13-16 July 2010.

13. **Richta, T., Janouek, V., Ko, R.** Petri Nets-Based Development of Dynamically Reconfigurable Embedded Systems. In *proceeding of Petri Nets and Software Engineering*. pp. 203-218, 2013.

14. **Rosa-Velardo, F., Alonso, O.M., Escrig, D. F.** Mobile Synchronizing Petri Nets: a choreographic approach for coordination in Ubiquitous Systems. *Electronic Notes in Theoretical Computer Science* 150, pp.103-126, 2006.

15. **Țurcanu, Iu., Guțuleac, E., Cordonenu, A.** Sistem Software de Simulare Animată a Rețelelor Petri Diferențiale Reconfigurabile. In *Proceedings of the 6-th International Conference, ICMCS 2009*, vol. 1, 1-3 October, pp. 307-311, 2009.

16. **Vlad, V., Ciufudean, C., Graur, A. , Filote, C.** An Example of Modeling Manufacturing Systems Using Petri Nets and the IEC 61499 Standard. *Proceedings of the 13th WSEAS International Conference on SYSTEMS*, pp. 357-363, 2009.

17. **Xu, D., Yi, D.** Modeling Mobile Agent Systems with High Level Petri Nets, *IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, 5, pp. 3177-3182, 2000.

18. **Zhang, L., Rodrigues, B.** A Petri Net-based Approach to Reconfigurable Manufacturing Systems Modeling. *Systemics, Cybernetics and Informatics*, Vol. 7, no. 1, pp. 18-24, 2009.

Recomandat spre publicare: 15.09.2015.

ASPECTE PRIVIND DIMENSIONAREA SCHIMBĂTOARELOR DE CĂLDURĂ IMERSATE ÎN STRATUL FLUIDIZAT AL CAZANELOR DE ABUR LA UTILIZAREA DIFERITELOR TIPURI DE COMBUSTIBILI SOLIZI

*D. Hoară PhD, Gh. Lăzăroiu, prof. dr.
Universitatea Politehnica București, România*

1. INTRODUCERE

În prezent, cazanele de abur sunt concepute să utilizeze combustibili solizi inferiori, în condiții energetice și ecologice optime. Concomitent cu scăderea continuă, în timp, a calității cărbunilor se pune, din ce în ce mai des, problema valorificării prin ardere a combustibililor cu conținut ridicat de Sulf. Sub acest aspect un interes considerabil îl prezintă, în mod special, tehnologia de ardere a combustibililor solizi, în strat fluidizat.

Arderea particulelor de combustibil se produce în condițiile unor turbulențe accentuate realizată prin fluidizare, la un nivel de temperatură coborât, cuprins între 800÷950°C, pentru a nu favoriza apariția monoxidului de azot termic, NO. Menținerea acestui nivel de temperatură se realizează prin imersarea unor suprafețe de schimb de căldură datorită intensității deosebite a schimbului de căldură în stratul fluidizat.

2. DESCRIEREA CAZANULUI DE ABUR CU SCHIMBĂTOR DE CĂLDURĂ IMERSAT ÎN STRATUL FLUIDIZAT

Cazanul cu strat fluidizat reprezintă o soluție modernă de ardere a combustibililor solizi, care poate fi funcțional pentru o gamă largă de puteri instalate, chiar și la nivel mic. Schema tehnică a unui astfel de cazan este prezentată în figura următoare. În cazanul de abur particulele solide sunt colectate și recirculate, eventual după ce trec printr-un strat convențional, răcit prin structura internă a unui cazan. Acestea funcționează la viteze liniare mari de circulație ale stratului fluidizat, în scopul de a permite o durată de ședere comparabilă cu cea a unui gaz. În stratul fluidizat, circulația materialelor în strat și turbulența ridicată în camera de ardere asigură o bună amestecare și un timp de rezidență lung pentru particulele de combustibil, oferind

combustie bună și control al emisiilor. Stratul fluidizat acționează ca un purtător de căldură, stabilizând temperatura stratului. În stratul fluidizat al cazanului, este imersat un schimbător de căldură, care preia căldura din interiorul stratului și o transformă în abur. Temperatura ridicată a stratului permite arderea combustibililor cu putere calorică ridicată fără probleme în reglarea temperaturii stratului de jos. Este posibilă de asemenea și schimbarea rapidă între diferiți combustibili.

Stratul fluidizat este conceput pentru a mișca cea mai mare parte a solidelor afară din zona cuptorului de ardere și pentru a atinge cea mai mare parte a transferului de căldură în afara zonei de ardere – secțiunea convectivă, pereții de apă și la ieșirea din coloana ridicătoare. Circulația particulelor oferă un transfer de căldură eficient către pereții cazanului și către schimbătorul de căldură imersat în strat precum și un timp de staționare mai mare a particulelor în strat. Menținerea constantă a temperaturii gazelor de ardere la finele focarului, t_f , se face pe baza recirculării particulelor precum și datorită existenței schimbătorului de abur imersat în strat, S_1 . De asemenea, în funcție de intensitatea transferului de căldură dintre strat și schimbătorul de abur, poate varia fracția de goluri și expandarea stratului fluidizat.

3. DIMENSIONAREA SUPRĂÎNCĂLZITORULUI DE ABUR IMERSAT ÎN STRATUL FLUIDIZAT AL CAZANULUI DE ABUR

Supraîncălzitorul de abur imersat în stratul fluidizat al focarului cazanului se caracterizează prin schimb de căldură intens, dar și prin uzură prin abraziune înaintată, din partea particulelor de cărbune; de asemenea, ea limitează înălțimea de expandare a stratului fluidizat. În figura 2 este prezentat schimbătorul de căldură imersat în stratul fluidizat al cazanului de abur prezentat în figura 1.

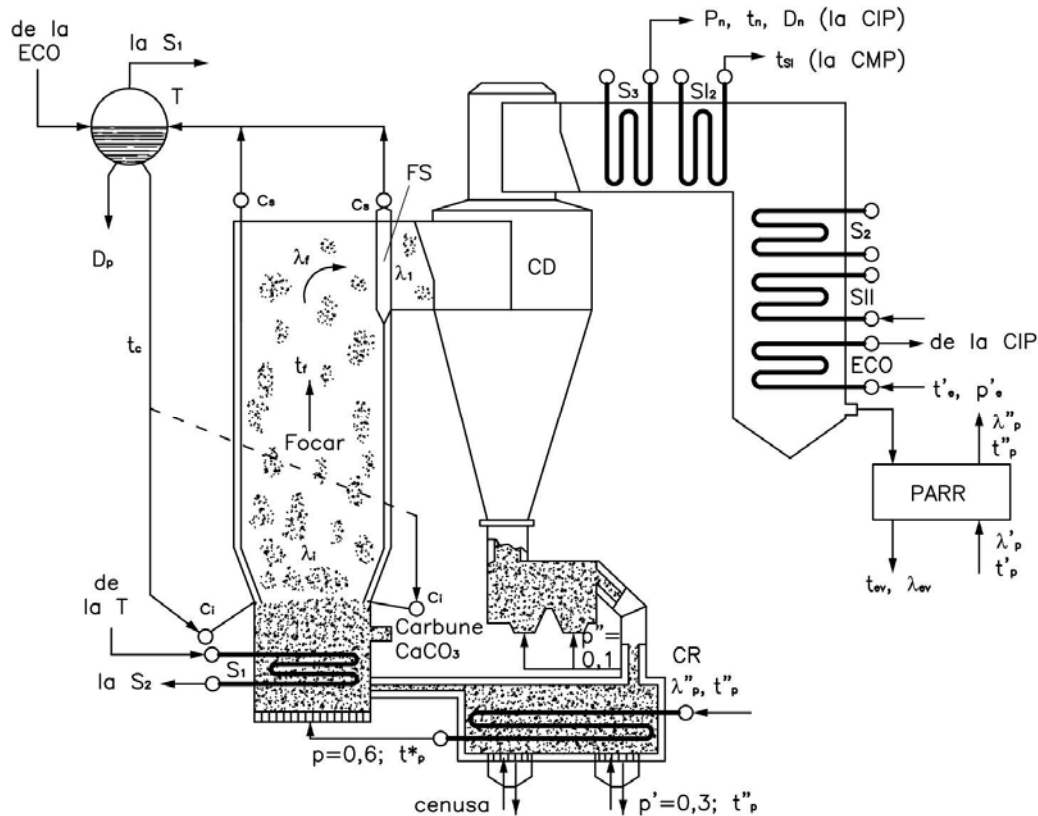


Figura 1. Schema cazanului de abur cu schimbător de abur imersat în stratul fluidizat.

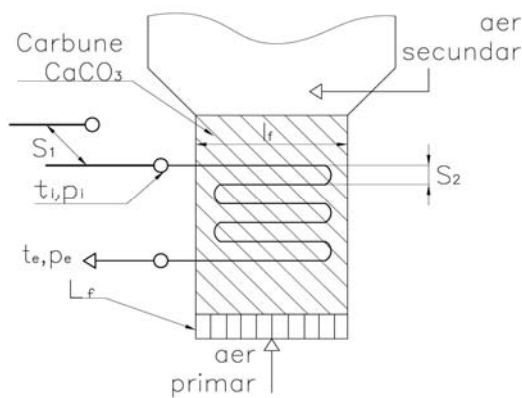


Figura 2. Dispunerea supraîncălzitorului de abur în stratul fluidizat al cazanului [3].

Modul de calcul al supraîncălzitorului de abur imersat în stratul fluidizat este prezentat în continuare [1,2,3].

- Numărul de serpentine este:

$$Z_1 = \frac{L_f - S_1}{S_1} \text{ [serpentine]} \quad (1)$$

unde: L_f [m] este lungimea părții inferioare a focarului, S_1 [m] - pasul transversal al țevilor schimbătorului de căldură.

- Numărul de țevi care formează o serpentină va fi:

$$n = \frac{4 \cdot DS_1}{\pi \cdot d_i^2 \cdot Z_1} \text{ [-]} \quad (2)$$

unde: DS_1 [kg/s] este debitul nominal de abur, d_i [m] - diametrul interior al țevii.

Așezarea țevilor supraîncălzitorului de abur este de tip meandru.

- Se determină temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur din relația:

$$Q_{S_1} = DS_1 \cdot (i_e - i_c) \text{ [kW]} \quad (3)$$

Rezultă:

- o entalpia aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur este:

$$i_e = i_i + \frac{Q_{S_1}}{D_{S_1}} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right] \quad (4)$$

- o entalpia aburului la intrarea în supraîncălzitorul de abur:

$$i_i = i_s \text{ [kJ/kg]} \quad (5)$$

unde: i_e [kJ/kg] este entalpia aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur, i_i [kJ/kg] - entalpia aburului la intrarea în supraîncălzitorul de abur, Q_s [kW] - puterea termică a supraîncălzitorului de abur imersat în strat.

- o se determină temperatura t_e :

$$t_e = f(p_e; i_e) \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (6)$$

$$p_e = p_r - \Delta p \text{ [bar]} \quad (7)$$

unde: Δp [bar] este pierderea de presiune pe partea aburului în supraîncălzitorul de abur, p_i [bar] - presiunea aburului la intrare în supraîncălzitorul de abur, p_e [bar] - presiunea aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur, se determină diferența medie logaritmică de temperatură.

$$\Delta t_{mlg} = \frac{t_e - t_i}{\ln\left(\frac{t_s - t_i}{t_s - t_e}\right)} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (8)$$

unde: t_i [°C] este temperatura aburului la intrare în supraîncălzitorul de abur, t_e [°C] - temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur, t_s [°C] - temperatura stratului fluidizat.

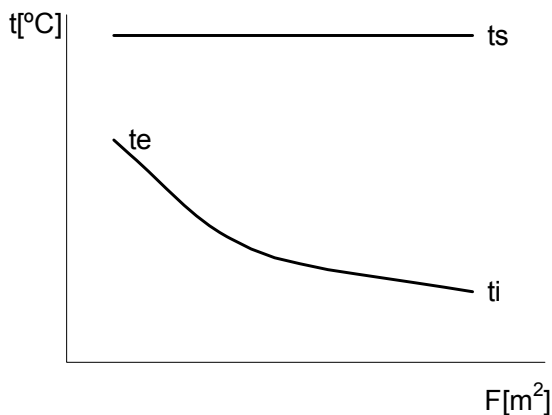


Figura 3. Evoluția temperaturilor agenților termici [3].

- Coeficientul de schimb de căldură se determină cu relația:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_c + \alpha_r} + \frac{d}{2 \cdot \lambda_p} \cdot \ln(d_m) + \frac{d_m}{\alpha_i}} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (9)$$

unde: α_c [W/m²K] este coeficientul de transfer de căldură prin convecție de la strat la peretele țevii, α_r [W/m²K] - coeficientul de transfer de căldură prin convecție de la peretele țevii la abur, α_i [W/m²K] - coeficientul de transfer de căldură prin convecție de

la peretele țevii la abur (acesta curge longitudinal), λ_p [W/mK] - conductivitatea termică pentru oțel, d_m [-] - raportul între diametrul exterior și interior ale țevii schimbătorului de căldură.

α_c se determină în funcție de raportul

$$\left[\frac{Re_s \cdot \rho_s}{\rho_a} \right] \text{ astfel:}$$

- pentru $\left[\frac{Re_s \cdot \rho_s}{\rho_a} \right] < 2050$ rezultă α_c :

$$\alpha_c = 0,66 \cdot \left(\frac{\lambda_a}{d} \right) \cdot Pr_a^{0,3} \cdot \left[\frac{w_{strat} \cdot d \cdot \rho_s \cdot (1 - \varepsilon)}{v_a \cdot \rho_a \cdot \varepsilon} \right]^{0,44} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (10)$$

- pentru $\left[\frac{Re_s \cdot \rho_s}{\rho_a} \right] \geq 2050$ rezultă α_c :

$$\alpha_c = 420 \cdot \left(\frac{\lambda_a}{d} \right) \cdot Pr_a^{0,3} \cdot \left[\frac{w_{strat} \cdot d \cdot \rho_a \cdot v_a}{\rho_s \cdot g \cdot d_s^3} \right]^{0,3} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (11)$$

$$Re_s = w_{strat} \cdot \left(\frac{d_s}{v_a} \right) \quad (12)$$

unde: Pr_a [-] este criteriul Prandtl pentru aer la temperatura stratului fluidizat, λ_a [W/mK] - conductivitatea termică a aerului la temperatura stratului fluidizat, v_a [m²/s] - vâscozitatea cinematică a aerului la temperatura stratului fluidizat, ρ_s [kg/m³] - densitatea particulelor în strat, ρ_a [kg/m³] - densitatea agentului de fluidizare, Re_s [-] - criteriul Reynolds pentru strat, d [m] - diametrul exterior al țevii, w_{strat} [m/s] - viteza agentului de fluidizare, ε - porozitatea stratului, d_s [m] - diametrul particulei în strat.

- Coeficientul de schimb de căldură prin radiație de la strat la perete se calculează cu relația:

$$\alpha_r = 4,6 \cdot 10^{-8} \frac{T_s^4 - T_p^4}{t_s - t_p} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (13)$$

$$t_p = \bar{t}_r + \Delta t = \frac{t_i + t_e}{2} + \Delta t \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (14)$$

unde: t_s [°C] este temperatura stratului, \bar{t}_r [°C] - temperatura medie din supraîncălzitorul de abur, t_p [°C] - temperatura peretelui metalic spălat de gaze, Δt [°C] - diferența de temperatură.

- Coeficientul de transfer de căldură prin convecție de la peretele țevii la abur (acesta curge longitudinal); se calculează cu relația:

$$\alpha_i = 0,023 \cdot \frac{\lambda_{abur}}{d_i} \left(\frac{w_{abur} \cdot d_i}{v_{abur}} \right)^{0,8} \cdot Pr_{abur}^{0,4} \left[\frac{W}{m^2 K} \right] \quad (15)$$

unde: Pr_{abur} [-] este criteriul Prandtl pentru abur la temperatura și presiunea medie din supraîncălzitorul de abur, λ_{abur} [W/mK] - conductivitatea termică a aburului la temperatura și presiunea medie din supraîncălzitorul de abur, v_{abur} [m²/s] - vâscozitatea cinematică a aburului la temperatura și presiunea medie din supraîncălzitorul de abur, w_{abur} [m/s] - viteza aburului.

- Viteza aburului se determina cu:

$$w_{abur} = w \cdot \rho \cdot \bar{v} \left[\frac{m}{s} \right] \quad (16)$$

unde: $w \cdot \rho$ $\left[\frac{kg}{m^2 s} \right]$ - viteza masică a aburului prin

țevi, \bar{v} $\left[\frac{m^3}{kg} \right]$ - volumul specific mediu al agentului

de lucru.

- Raportul diametrelor țevii supraîncălzitorului de abur:

$$d_m = \frac{d_e}{d_i} [-] \quad (17)$$

unde: d_e [m] este diametrul exterior al țevii schimbătorului de căldură, d_i [m] - diametrul interior al țevii schimbătorului de căldură.

- Suprafața de schimb de căldură a supraîncălzitorului de abur imersat în strat este

$$F_{Sl} = \frac{1000 \cdot Q_{Sl}}{k \cdot \Delta t_{mlg}} [m^2] \quad (18)$$

După calculul suprafeței de schimb de căldură se pot determina mărimile geometrice constructive ale supraîncălzitorului de abur imersat în strat

- Lungimea serpentinei

$$l_s = \frac{F_{Sl}}{\pi \cdot d_e \cdot n \cdot Z_l} [m^2] \quad (19)$$

- Porțiunea dreaptă a serpentinei se calculează cu:

$$y = l_f - 2 \cdot e - (n-1) \cdot b - 2 \cdot \rho [m] \quad (20)$$

$$\rho = 1,75 \cdot d_e [m] \quad (21)$$

unde: l_f [m] este lățimea părții inferioare a focarului, ρ [m] - raza minimă de curbură a țevii, e , b [m] - elemente caracteristice canalului în care se montează schimbătorul de căldură

- Numărul de brațe ale serpentinei se determină cu

$$N = \frac{l_s + \pi \cdot \rho - 2 \cdot e - 2 \cdot \rho}{y + \pi \cdot \rho} \quad (22)$$

- Înălțimea finală a supraîncălzitorului de abur:

$$h_{Sl} = N \cdot (n-1) \cdot d + (n-1) \cdot b + 2 \cdot \rho \cdot (N-1) + d [m] \quad (23)$$

4. REZULTATE

A. Date de intrare

Mărimă	Not	UM	Valoare
Puterea termică a supraîncălzitorului de abur imersat în stratul fluidizat al cazanului	Q_{Sl}	kW	35000,00
Temperatura aburului la intrare în supraîncălzitorul de abur	t_i	°C	360,149
Presiunea aburului la intrare în supraîncălzitorul de abur	p_i	bar	187,00
Viteza agentului de fluidizare	w_{str}	m/s	6,00
Temperatura stratului	t_s	°C	800,00
Porozitatea stratului	ε_s	-	0,65
Diametrul particulei în strat	d_s	mm	2,50
Densitatea particulelor în strat	ρ_s	kg/m ³	2750,00
Debitul nominal de abur	D_{Sl}	kg/s	123,10
Lungimea părții inferioare a focarului pentru lignit	l_f	m	7,02

Lățimea părții inferioare a focarului pentru lignit	l_f	m	6,34
Lungimea părții inferioare a focarului pentru huilă	L_f	m	7,45
Lățimea părții inferioare a focarului pentru huilă	l_f	m	6,72

Se aleg țevi de următoarele dimensiuni:

Mărime	Notație	UM	Valoare
Diametrul exterior al țevii	d_e	mm	40,00
Grosimea țevii	s	mm	6,00
Diametrul interior al țevii	d_i	mm	28,00

În figura 4 este prezentată analiza elementară a combustibililor solizi utilizați în calculele de dimensionare a focarelor cu ardere în strat fluidizat.

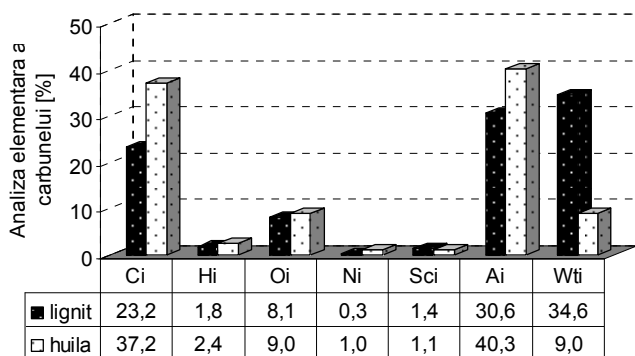


Figura 4. Analiza elementară a combustibilului solid [3,9].

unde: C_i este conținutul de carbon, %; H_i - conținutul de hidrogen, %; S_{ci} - conținutul de sulf combustibil, %; O_i - conținutul de oxigen, %; N_i - conținutul de azot, %; A_i - conținutul de cenușă, %; W_t - umiditatea combustibilului, %.

B. Date de ieșire rezultate în urma calculului

Mărime	Not	UM	Valoare
Pasul transversal al țevilor schimbătorului de căldura	S_1	mm	120,00
Pasul longitudinal al țevilor schimbătorului de căldura	S_2	mm	140,00
Numărul serpentinilor	lignit	Z_1	57,49
	huilă		61,06

Numărul de țevi care formează o serpentina	n	buc	3,00
Viteza masică a aburului prin țevi	w_p	kg/(m ² s)	1129,48
Entalpia la saturație a aburului supraîncălzit	i_s	kJ/kg	2465,13
Entalpia aburului la intrarea în supraîncălzitorul de abur	i_i	kJ/kg	2465,13
Entalpia aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur	i_e	kJ/kg	2749,45
Pierdere de presiune pe partea aburului în supraîncălzitor	Δp	bar	2,00
Presiunea aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur	p_e	bar	185,00
Temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur	t_e	°C	381,10
Diferența medie logaritmică de temperatura	$\Delta t_{m g}$	°C	429,29
Criteriul Reynolds pentru strat	R_{es}	-	111,11
Conductivitatea termică a aerului la temperatura t_s	λ_{aer}	w/mK	7,14E-02
Criteriul Prandtl pentru aer la temperatura t_s	Pr_{aer}	-	0,72
Vâscozitate cinematică a aerului la temperatura t_s	ν_{aer}	m ² /s	1,35E-04
Densitatea agentului de fluidizare la t_s	ρ_{aer}	kg/m ³	0,33
Coeficient de transfer de căldura prin convecție de la strat la peretele țevii	α_c	w/m ² K	225,40
Temperatura medie din supraîncălzitorul de abur	t_r	°C	370,62
Temperatura peretelui metalic spălat de gaze	t_p	°C	440,62
Coeficientul de schimb de căldura	α_r	w/m ² K	136,47

prin radiație de la strat la perete				
Presiunea medie din supraîncălzitorul de abur	p	bar	186,00	
Conductivitatea termică a aburului t_r și presiunea p	λ_{ab}	W/mK	2,62E-01	
Criteriul Prandtl pentru abur la temperatura t_r și presiunea p	Pr_{ab}	-	1,91	
Vâscozitate cinematică a aburului la temperatura t_r și presiunea p	ν_{ab}	m^2/s	2,34E-07	
Volumul specific mediu al agentului de lucru	\bar{v}	m^3/kg	0,008437	
Viteza aburului	w_{abur}	m/s	9,53	
Coefficientul de transfer de căldură prin convecție de la peretele țevii la abur	α_i	W/m^2K	19526,95	
Raportul diametrelor țevii	d_m	-	1,43	
Coefficientul global de transfer de căldură	k	W/m^2K	331,69	
Suprafața de schimb de căldură a supraîncălzitorului de abur	F_{SI}	m^2	245,80	
Lungimea unei serpentine	lignit	l_s	m	11,37
	huilă			10,68
Porțiunea dreaptă a serpentinei	lignit	y	m	6,12
	huilă			6,5
Numărul de brațe ale serpentinei	N	-	2,00	
Înălțimea totală a supraîncălzitorului de abur imersat în strat	h_{SI}	m	0,36	

Turbulența ridicată a particulelor în strat fluidizat conduce la intensificarea puternică a schimbului de căldură cu țevile imersate în strat. Transferul maxim de căldură se produce în domeniul uzual al porozității stratului cuprins între (0,6÷0,7), cazul de față fiind chiar mijlocul intervalului, $\varepsilon_s=0,65$. Imersarea suprafeței de schimb de căldură în stratul fluidizat al cazanului permite evitarea aglomerării bulelor de gaz în strat și economisire de metal. Amplasarea țevilor

imersate nu are o influență majoră asupra rezistenței hidraulice a acestuia.

În urma calculelor realizate pentru supraîncălzitorul de abur imersat în stratul fluidizat al cazanului de abur a rezultat că, în funcție de combustibilul utilizat, se modifică dimensiunile serpentinei schimbătorului de căldură, precum și numărul de serpentine. Astfel, utilizarea unui combustibil mai bun (huilă) conduce la creșterea numărului de serpentine ale schimbătorului de căldură, precum și creșterea lungimii și porțiunii drepte ale unei serpentine. Acest lucru determină creșterea prețului schimbătorului de abur datorită utilizării unei cantități mai mari de material în realizarea lui, dar aduce un spor în recuperarea căldurii care poate fi recuperată din stratul fluidizat.

Temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur, temperatura medie din supraîncălzitorul de abur și temperatura peretelui metalic spălat de gazele de ardere au o tendință descrescătoare atunci când cazanul de abur are un debit nominal mai ridicat, în timp ce diferența medie logaritmică de temperatura crește odată cu creșterea debitului nominal de abur. Aceste aspecte sunt prezentate în figura 5, unde, valorile parametrilor avuți în vedere nu se modifică la utilizarea lignitului sau huilei drept combustibil.

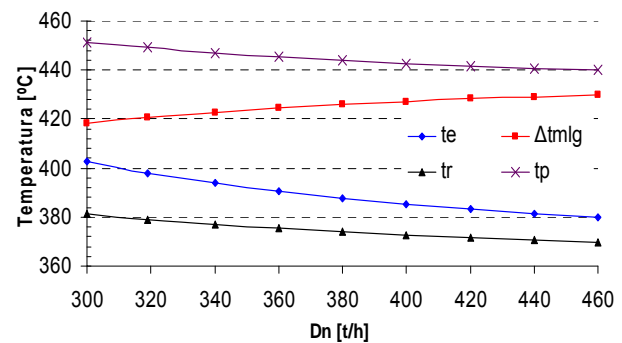


Figura 5. Variația temperaturilor t_e , t_r , t_p și Δt_{mlg} în funcție de debitul nominal de abur al cazanului.

Coefficienții de transfer de căldură prin convecție de la peretele țevii la abur precum și cel global de transfer de căldură determinați au o tendință crescătoare atunci când cazanul de abur are un debit nominal mai ridicat, iar alternanța tipului de combustibil nu modifică valorile acestor coeficienți de transfer de căldură, așa cum este prezentat în figura 6.

Elementele care arată mărirea schimbătorului de abur prezintă următoarele modificări la variația debitului nominal de abur al cazanului: lungimea unei serpentine a schimbătorului de abur scade la creșterea debitului

nominal de abur, în timp ce porțiunea dreaptă a unei serpentine are o tendință descrescătoare. Utilizarea huilei față de lignit aduce o micșorare a serpentinei schimbătorului de abur, iar porțiunea dreaptă a acestuia este mai mare. Aceste aspecte sunt prezentate în figura 7.

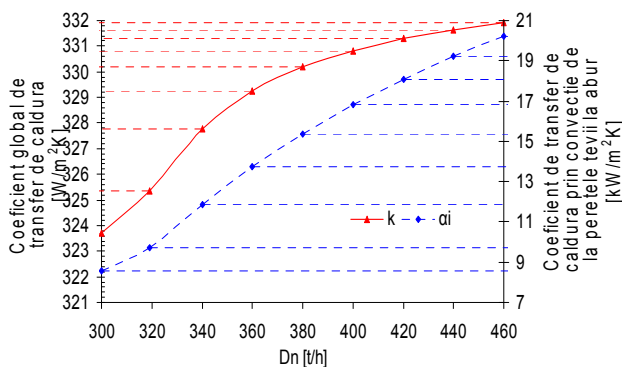


Figura 6. Variația coeficienților de transfer de căldură, α_i și k în funcție de debitul nominal de abur al cazanului

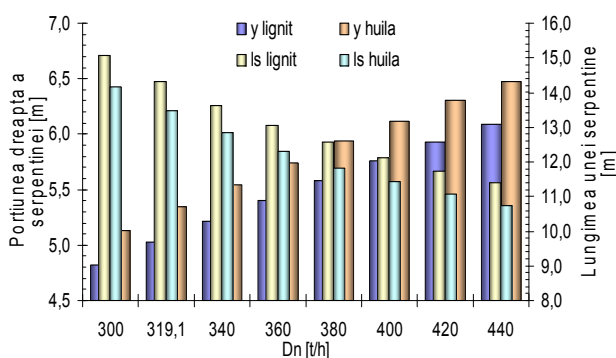


Figura 7. Variația lungimii și porțiunii drepte a unei serpentine în funcție de debitul nominal de abur al cazanului cu arderea lignitului și huilei în strat fluidizat.

5. CONCLUZII

În practică, de multe ori, s-au întâlnit re tehnologizări ale cazanelor de abur care au urmărit și schimbarea tipului de combustibil datorită modificării în timp a prețului acestuia. Proiectele de re tehnologizare au prezentat aspecte economice atractive pentru beneficiarul proiectului nu numai prin ajutor primit prin programe oferite de Stat, ci și prin reducerea costurilor cu combustibilul, deoarece, neținând cont de investiția realizată, ponderea costurilor cu combustibilul reprezintă 80% din totalul costurilor anuale ale unei centrale electrice de termoficare cu ardere în strat fluidizat,

referitoare la consumul de combustibil, mentenanță și operare.

La cazanele cu tehnologie de ardere în strat fluidizat, tipul combustibilului utilizat poate modifica dimensiunile schimbătorului de căldură în strat fluidizat, astfel, la utilizarea unui combustibil mai bun (huilă) numărul de serpentine ale schimbătorului de căldură crește, odată cu creșterea lungimii și porțiunii drepte ale unei serpentine. Acest lucru determină creșterea prețului schimbătorului de abur datorită utilizării unei cantități mai mari de material în realizarea lui, dar aduce un spor în recuperarea căldurii care poate fi recuperată din stratul fluidizat. Alternanța tipului de combustibil nu modifică valorile acestor coeficienți de transfer de căldură. Utilizarea huilei față de lignit aduce o micșorare a serpentinei schimbătorului de abur, iar porțiunea dreaptă a acestuia este mai mare.

Odată cu modificarea debitului de abur al cazanului se modifică parametrii specifici ai schimbătorului de căldură imersat în stratul fluidizat. Astfel, pentru un debit nominal de abur mai ridicat temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur, temperatura medie din supraîncălzitorul de abur și temperatura peretelui metalic spălat de gazele de ardere au o tendință descrescătoare, iar diferența medie logaritmică de temperatura, utilizată în special la optimizarea schimbătoarelor de abur crește.

De asemenea, variația debitului de abur al cazanului modifică parametrii specifici ai schimbătorului de căldură imersat în stratul fluidizat. Astfel, pentru un debit nominal de abur mai ridicat temperatura aburului la ieșirea din supraîncălzitorul de abur, temperatura medie din supraîncălzitorul de abur și temperatura peretelui metalic spălat de gazele de ardere au o tendință descrescătoare, iar diferența medie logaritmică de temperatura, utilizată în special la optimizarea schimbătoarelor de abur crește. De asemenea, la creșterea debitului de abur al cazanului crește lungimea unei serpentine a schimbătorului de abur scade (porțiunea dreaptă a unei serpentine având o tendință descrescătoare), iar coeficienții de transfer de căldură prin convecție de la peretele țevii la abur precum și cel global de transfer de căldură cresc.

Bibliografie

1. Neaga C. *Tratat de generatoare de abur, vol 1, Ed. AGIR, București, 2001.*
2. Neaga C., Epure Al. *Îndrumar. Calculul termic al generatoarelor de abur, Ed. Tehnică, București, 1988.*

3. **Pîșe I.** *Generatoare de abur. Procese și bilanțuri termoenergetice, Vol. I, Politehnica Press, 2013.*
4. **Athanasovici V.** *Tratat de inginerie termică – Alimentări cu căldură. Cogenerare, Ed. AGIR, București, 2010.*
5. **Roșu A., Fluerau C.** *Aplicarea tehnologiei de ardere în strat fluidizat la cazanele energetice Românești, Revista Energetica nr. 5-A, București, 1995.*
6. **Swapan S., Krishna K.S.** *Estimating Thermodynamics Properties of Coal, Char, Tar and Ash, Indian journal of applied research, ISSN - 2249-555X, Volume 4, Issue 1, Jan 2014.*
7. **Speight J.G.** *Handbook of coal analysis, vol. 166, Wiley Interscience, Inc., Publication, ISBN 0-471-52273-2, 2005.*
8. **Leca A., Prisecaru I.** *Proprietati termofizice si termodinamice - Solide, Lichide, Gaze, Volumul 2, Ed. Tehnică, 1994.*
9. **Ionel I. ș.a.** *Experimental results concerning the co-combustion of biomass in a stationary fluidised bed pilot with biogas support and CO₂ capture, 16th European Biomass Conference & Exhibition, 2-6 June 2008, Valencia, Spain.*
10. **Kovács, Jenő** *Combustion Handbook, 2001.*
11. **Pănoiu, N. ș.a.,** *Instalații de ardere pentru combustibili solizi, Editura tehnică, București 1985.*
12. **Mihăescu L., Prisecaru T., Oprea I.** *Cazane și turbine, București, Editura PERFECT, 2002.*
13. **Leca A., Prisecaru I.** *Proprietăți termofizice si termodinamice - Solide, Lichide, Gaze, Volumul 1, Ed. Tehnică, 1994.*
14. *Curs de teoria arderii și instalații de cazane*
15. **Hoară D.** *Aspecte privind dimensionarea focarelor cazanelor de abur cu arderea combustibililor în strat fluidizat, Raport Științific nr. 2, Universitatea Politehnica București, pag. 47, 2013.*

OPTIMIZAREA CONSTRUCTIVĂ A MALAXOARELOR CU ORGANE DE LUCRU ÎN FORMĂ DE BARE

S. Andrievschi, dr.conf.univ. A. Lozan, drd
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Optimizarea constructivă a malaxoarelor cu organe de lucru în formă de bare are următoarele scopuri: reducerea rezistenței la amestecare și deci, a consumului de energie; creșterea productivității malaxorului prin reducerea timpului necesar pentru omogenizarea amestecului; excluderea blocării particulelor între suprafața interioară a tobei și organele de amestecare; micșorarea volumului de materiale și a costului de producere a malaxorului. Optimizarea constructivă conduce la creșterea indicilor tehnico-economici ai malaxoarelor.

1. REZULTATELE CERCETĂRILOR PREVENTIVE

Până în prezent s-a cercetat influența asupra rezistenței la amestecare a diferitor parametri constructivi ai malaxoarelor cu organe de lucru în

$$Z = 85,77 + 89,5K_u + 13,67d + 12K_u d + 14,83K_u^2 + 2,3d^2 \quad (1)$$

Toți coeficienții au semnul plus ceea ce înseamnă că la majorarea diametrului barei și coeficientului de umplere rezistența la înaintare a barei prin material crește. Cea mai mare influență asupra rezistenței o are coeficientul de umplere, care are valoarea de 89,5.

Dependența rezistenței la înaintare de unghiul de așchiere s-a cercetat pentru bare cu unghiul de așchiere δ egal cu 30, 45, 60, 75 și 90°. Materialul utilizat a fost nisipul cu dimensiunea particulelor $a \leq 1$ mm. Profilul barei cu unghiul de așchiere mai mic de 90° și constant pe toată lungimea ei se obține utilizând la confecționare ecuația spiralei logaritmice.

Pentru orice valoare a coeficientului de umplere a tobei, rezistența la înaintare a barelor cu

$$Z = 23,14 + 39,2x_1 + 103,8x_2 + 42,3x_1x_2 + 72,9x_2^2 \quad (2)$$

La majorarea și a unghiului de așchiere δ și a coeficientului de umplere a tobei cu material K_u rezistența crește. Efectul liniar al coeficientului de umplere (x_2) este de 2,65 ori mai mare decât efectul

formă de bare, și anume: raza tobei; diametrul barei; unghiul de așchiere al barei; raportul dintre lungimea și diametrul tobei, pasul dintre bare și modul de amplasare a lor pe arbore [1].

Cercetările efectuate au arătat că dependența rezistenței la înaintare de raza tobei este parabolică. La majorarea razei tobei și coeficientului de umplere, rezistența la înaintare crește. La coeficientul de umplere egal cu 0,2 rezistența crește de la 44 N pentru raza tobei egală cu 0,15 m până la 738 N la raza de 0,5 m. La coeficientul de umplere $K_u = 0,5$ rezistența crește de la 320 N la raza tobei de 0,15 m până la 4360 N la raza tobei de 0,5 m.

Dependența rezistenței la înaintare de diametrul barei și coeficientul de umplere s-a cercetat folosind planul D-optimal pentru doi factori: coeficientul de umplere K_u și diametrul barei d . Luftul dintre capătul barei și corp a fost 27 mm pentru excluderea blocării particulelor ($a = 10 \dots 15$ mm). S-a obținut polinomul de gradul doi

$\delta < 90^\circ$ este totdeauna mai mică decât cea a barei cu $\delta = 90^\circ$. La majorarea coeficientului de umplere se mărește considerabil rezistența la înaintare. De exemplu, la majorarea lui K_u de la 0,3 până la 1,0 rezistența la înaintare a barelor cu unghiul de așchiere $\delta = 30^\circ$ crește de la 7,5 N până la 400 N, deci de 53,3 ori.

Pentru obținerea relației matematice a dependenței rezistenței la înaintare a barei prin nisip de unghiul de așchiere $\delta(x_1)$ și coeficientul de umplere $K_u(x_2)$ s-a utilizat planificarea ortogonală compozițională pentru doi factori [1]. În rezultatul efectuării analizei de regresie s-a obținut polinomul de gradul doi.

liniar al factorului x_1 (unghiul de așchiere). Efectul interacțiunii factorilor este semnificativ și egal cu 42,3. Creșterea concomitentă a unghiului de așchiere și a coeficientului de umplere conduce la

creșterea rezistenței la înaintare. Efectul pătratic al factorului x_1 este nesemnificativ, însă a factorului x_2 este destul de mare.

Dependența rezistenței la înaintare de **raportul dintre lungimea și diametrul tobei** (L/D) s-a determinat pentru malaxorul cu 6 rânduri longitudinale de bare și pasul barelor $p = 90 \text{ mm}$ [1]. Pentru varierea raportului L/D s-a modificat lungimea tobei, diametrul fiind constant $D = 300 \text{ mm}$. Materialul din tobă a fost nisipul cu dimensiunea particulelor $a \leq 1$

Observăm că pentru orice valoare a lui K_u , odată cu creșterea raportului L/D crește și rezistența la înaintare. Pentru $K_u = 0,1 - 0,3$ aceasta creștere este aproximativ direct proporțională, însă, pentru $K_u = 0,4 - 0,5$ creșterea rezistenței este mai mică până la raportul $L/D = 1,1 - 1,3$, apoi rezistența crește semnificativ.

Dependența rezistenței la înaintare de **pasul barelor** s-a determinat pentru două cazuri [1]. În primul caz barele au fost amplasate pe arbore pe o linie dreaptă, iar în al doilea caz – pe o linie elicoidală. În calitate de mediu de lucru s-a utilizat nisip de râu cu dimensiunile particulelor $a \leq 1 \text{ mm}$, coeficientul de umplere $K_u = 0,5$, raza tobei $R = 0,15 \text{ m}$, diametrul barelor $d = 10 \text{ mm}$. Pentru primul caz pasul barelor în lungul axei arborelui a fost de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 160, 180, 240, 340, 450 și 540 mm. **Numărul de bare** în rând a fost 2, 3, 4 și 5.

Când pasul este egal cu 10 mm (distanța dintre bare este egală cu zero) rezistența la înaintare are valori destul de mari. La majorarea pasului barelor rezistența se micșorează foarte simțitor și atinge valoarea minimă când pasul este de 60 mm. Majorarea de mai departe a pasului conduce la creșterea rezistenței la înaintare. Această legitate se respectă pentru toate numerele de bare. Valorile mari ale rezistenței la distanță minimă dintre bare (raportul $p/d = 1$, unde p este pasul barelor, iar d diametrul barelor) se datorează faptului că barele împing înaintea lor masa de material fără divizarea acesteia. La majorarea pasului printre bare începe să treacă o parte de material și aceasta conduce la micșorarea rezistenței la înaintare. Valoarea minimă se obține când raportul p/d este egal cu 5...8. În acest caz mobilitatea materialului dintre bare este destul de înaltă datorită acționării asupra lui a barelor megieșe – are loc interacțiunea barelor în procesul trecerii lor prin material.

Majorarea de mai departe a pasului conduce la creșterea rezistenței la înaintare. Această legitate se respectă pentru toate numerele de bare cercetate și se datorează creșterii zonei de acționare totale a barelor și lipsei interacțiunii lor. La pasul barelor

egal aproximativ cu 300...340 mm în toate cazurile rezistența nu mai crește, devine constantă și aceasta dovedește faptul că interacțiunea barelor nu mai are loc – barele înving rezistențele de deplasare separat. Valorile pasului la care rezistența la înaintare nu mai crește reprezintă grosimea transversală a zonei de material acționată de bară.

S-a cercetat și dependența rezistenței la înaintare de pasul barelor amplasate pe o linie dreaptă pentru calcar cu dimensiunea particulelor $a = 2,5 - 5 \text{ mm}$, coeficientul de umplere $K_u = 0,3$. Ceilalți parametri nu s-au schimbat. Caracterul variației rezistenței la înaintare este asemănător cu cel descris pentru nisip la toate numerele de bare cercetate, iar valoarea minimă a rezistenței la înaintare se obține când raportul p/d este egal cu 6...7 (fig. 1).

Pentru cazul situării barelor pe arbore pe o linie elicoidală s-a cercetat rezistența la înaintare pentru valorile pasului longitudinal 30, 45, 60, 75 și 90 mm [1], pasul radial a fost constant și egal cu 60°. Ceilalți parametri ai experimentului au fost la fel ca și pentru cazul descris mai sus.

La majorarea numărului de bare pe linia elicoidală, rezistența la înaintare mai întâi se micșorează, apoi rezistența crește lin până la numărul de bare egal cu 6. Când pe arbore sunt șapte bare rezistența crește brusc. Prima și a șaptea bară sunt situate pe una și aceeași linie paralelă cu axa arborelui, deoarece aici se termină prima spirală a liniei elicoidale pe care sunt amplasate barele. Astfel, aceste două bare înving concomitent rezistența materialului, iar creșterea rezistenței la înaintare are loc deoarece barele se afla la o distanță la care zonele lor de acționare nu interacționează.

La mărirea de mai departe a numărului de bare rezistența la înaintare nu se modifică esențial, însă la numărul de bare egal cu 13 creșterea este bruscă. Aici se termină spira a doua a liniei elicoidale: barele 1, 7 și 13 sunt situate pe o linie paralelă cu axa arborelui. La spira a treia procesul de schimbare a rezistențelor este asemănător. Majorarea bruscă a rezistențelor are loc când în material intră concomitent barele care se găsesc la începutul și la finele fiecărei spire elicoidale și pe o linie paralelă cu axa arborelui.

Se poate conclua, că la situarea acestor bare pe suprafața arborelui nu pe o linie paralelă cu axa malaxorului, ci cu o oarecare abatere de la ea, astfel ca nici o bară să nu intre în material concomitent cu alte bare, rezistența la înaintare se va micșora și, deci, se va micșora și rezistența totală de amestecare.

2. SOLUȚII CONSTRUCTIVE PENTRU MICȘORAREA REZISTEȚEI LA ÎNAINȚARE

S-a construit un organ de amestecare cu 33 de bare conform [2], amplasate pe arbore în așa mod că nici o bară nu coincide cu nici una alta, atât în planurile longitudinale, cât și în cele transversale (fig. 2, c). Pentru a compara rezistența a acestui organ de amestecare, s-au construit alte două tot cu 33 de bare, unul cu amplasarea barelor în mod

clasic (fig. 2, a), iar al doilea doar cu **decalaj unghiular** (fig. 2, b), ceea ce înseamnă că în planuri transversale, barele sunt amplasate în rânduri câte trei bare (în total 11 rânduri). Pasul dintre rândurile transversale este egal cu 60 mm.

Datorită situării în șah, fiecare bară divizează materialul din fața sa în două părți egale. De aceea componentele axiale de apăsare asupra barei sunt direcționate în sensuri opuse și forța axială totală este nulă.

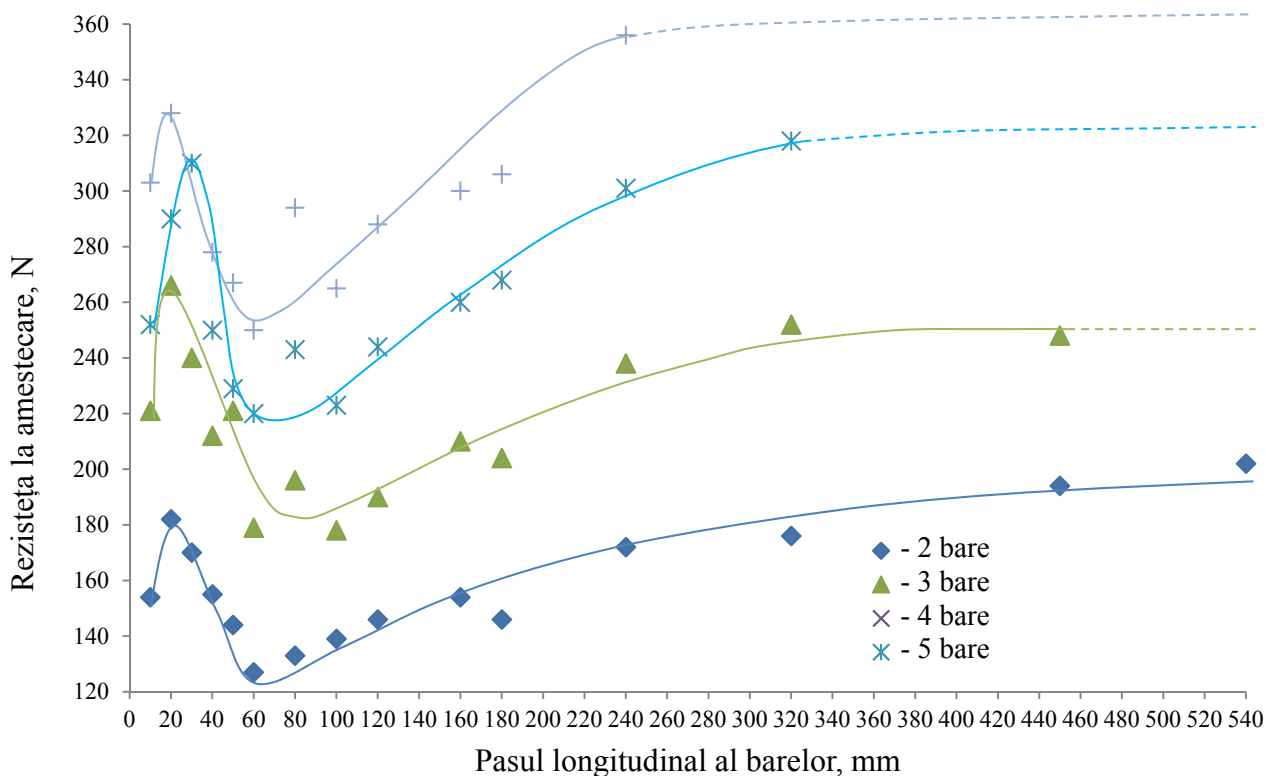


Figura 1. Rezistența la înaintare funcție de numărul de bare pe linia elicoidală și pasul lor longitudinal

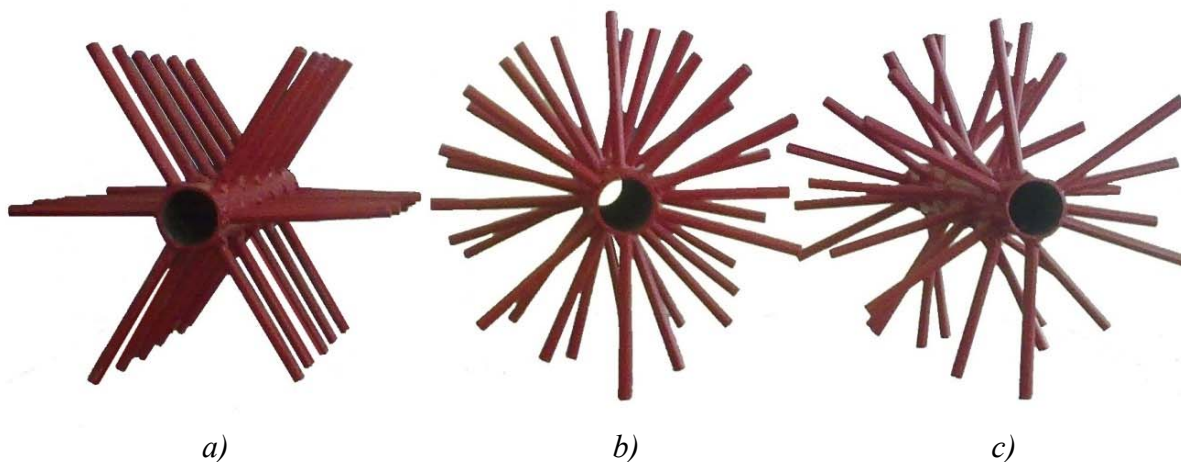


Figura 2. Organe de amestecare ale malaxoarelor cu bare, situate pe arbore în șah: a) fără decalaj unghiular și longitudinal; b) cu decalaj unghiular; c) cu decalaj unghiular și longitudinal.

Afară de aceasta, utilizarea organelor de amestecare în formă de bare în locul paletelor conduce la afânarea amestecului în tot volumul său, micșorarea densității acestuia și micșorarea rezistenței la amestecare de 16 ori.

Cercetările efectuate [3] au arătat că cea mai mică rezistență la amestecare este la organul de amestecare cu **decalaj longitudinal** și circular datorită faptului că materialul este acționat de un număr mare de bare care nu se găsesc pe aceeași linie. Micșorarea rezistenței față de celelalte organe de amestecare constituie 20...26,7 % pentru $K_u = 0,2...0,4$.

În procesul amestecării particulele pot să se blocheze între bare și toba malaxorului. Acest fapt conduce la: majorarea consumului de energie necesar pentru prepararea amestecului; majorarea consumului de materiale necesare pentru confecționarea malaxorului din cauza forțelor mari care acționează asupra organelor de amestecare, arborilor, transmisiei, rulmenților; fărâmișarea agregatelor și ca rezultat – la modificarea compoziției granulometrice inițiale și deci a calității articolelor fabricate.

O soluție constructivă care permite excluderea blocării este **răzuitorul cu element elastic** [4], (fig. 3). Acesta este alcătuit din placa 2 fixată pe bara 1 și cuțitul 4 fixat de placa 2 prin intermediul elementului elastic 3 și a elementelor de îmbinare 5. Circumferința descrisă de capătul cuțitului 4, când acesta nu contactează cu toba, are o rază mai mare cu 1...3 mm decât raza interioară a tobei. Datorită acestui fapt, cuțitul 4 totdeauna se găsește în contact cu suprafața interioară a tobei fără joc, asigurând astfel evitarea deplină a blocării particulelor între capătul cuțitului și toba. Cercetările efectuate [5] au demonstrat că blocarea

particulelor între cuțitul 4 și suprafața interioară a tobei nu are loc pentru orice mărime ale particulelor.

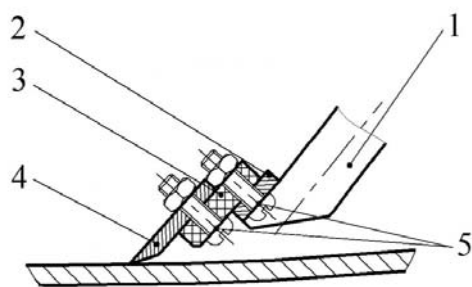


Figura 3. Răzuitor cu element elastic; 1-bară cu profil longitudinal curbiliniu; 2 – placă; 3 – element elastic; 4 – cuțit; 5 – elemente de îmbinare

O altă soluție constructivă care permite excluderea blocării este **răzuitorul articulat** [6], (fig. 4). Răzuitorul articulat longitudinal este alcătuit din cuțitul 4 fixat articulat de bara 1 prin intermediul bucei 3, bolțului 5 și piuliței 6, tubul cauciucat 2, care este îmbrăcat cu un capăt pe buca 3, iar cu celălalt capăt, cu diametrul mai mic, pe bara 1. Când răzuitorul articulat longitudinal trece prin amestec, ele sunt apăsate spre fundul corpului cilindric și formează un joc nul cu corpul datorită faptului că forța sumară care acționează asupra răzuitorului este situată între axa bolțului 5 față de care se rotește răzuitorul și locul de contactare a răzuitorului cu corpul. Bucsa 3 menține răzuitorul în poziție gata de lucru atunci când acesta nu se găsește în amestec. Tubul cauciucat exclude pătrunderea particulelor și a laptelui de ciment în zona articulației răzuitorului.

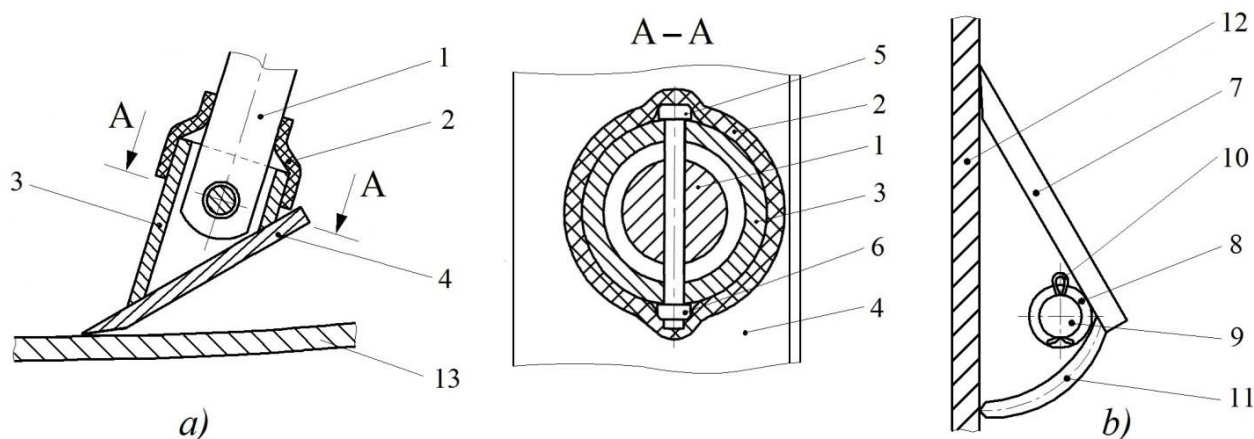


Figura 4. Răzuitor articulat longitudinal a) și radial b); 1-bară cu profil curbiliniu; 2 – tub cauciucat; 3 și 8 – bucsă; 4 și 7 – cuțit; 5 – bolț; 6 – piuliță; 9 – pivot radial; 10 – șplint; 11 – bară de sprijin; 12 – perete lateral; 13 – corpul tobei.

Răzuitorul articulat radial (fig. 4, b)

este alcătuit din cuțitul 7 care este îmbinat cu pivotul radial 9 prin intermediul bușelor 8, șplintul 10 fixat în pivotul radial 9 și bara de sprijin 11 fixată pe răzuitor. Răzuitoarele articulate radiale în procesul malaxării sunt apăsate de către material spre peretele lateral datorită forțelor sumare mai mari care acționează pe suprafața frontală a răzuitorului situată între peretele lateral și linia centrului pivotului radial 9 decât a forțelor care acționează pe suprafața frontală situată între linia centrului pivotului și partea opusă a răzuitorului. Aceasta contribuie la formarea unui joc nul între peretele lateral și cuțitul 7. Șplintul 10 nu permite deplasarea cuțitului 7 în direcție radială. Bara de sprijin 11 contribuie la menținerea răzuitorului radial în poziția gata de lucru atunci când acesta nu se găsește în material.

În procesul funcționării nu toate barele se găsesc concomitent în amestec, prin urmare forța de rezistență a materialului nu se distribuie asupra tuturor barelor. În amestec concomitent se găsesc aproximativ 1/3 din bare, de aceea forța maximă de rezistență acționează concomitent asupra doar a unui rând longitudinal de bare. Dacă forța de rezistență la amestecare, în procesul funcționării, s-ar distribui asupra tuturor barelor organului de amestecare, atunci ar fi posibil de micșorat secțiunea barelor, iar acest fapt, la rândul său ar contribui la micșorarea rezistenței la amestecare, consumului de metal și masei malaxorului

Pentru ca forța de rezistență la amestecare să se distribuie la toate barele, trebuie ca acestea să fie unite toate între ele. Aceasta se poate obține utilizând **inele de rigidizare** [7], (fig. 5).

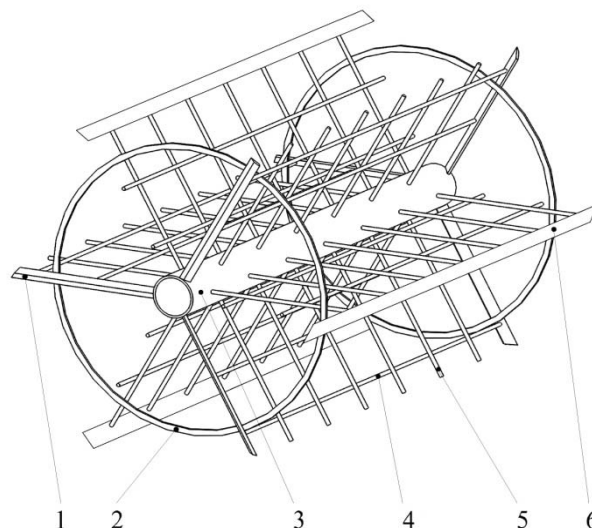


Figura 5. Malaxor cu bare cu inele de rigidizare: 1 – răzuitor radial; 2 – inel; 3 – arbore; 4 – bară longitudinală; 5 – bară radială; 6 – răzuitor longitudinal

Barele radiale în rândurile longitudinale sunt unite între ele prin bare longitudinale, iar toate rândurile longitudinale între ele se unesc prin inele de rigidizare. Astfel, toate barele preiau sarcinile de lucru, indiferent dacă se găsesc sau nu în material.

Barele și răzuitoarele longitudinale, afară de consolidarea barelor radiale, au misiunea de a diviza materialul din tobă în planuri transversale și de a efectua procesul de migrare în direcție radială. Aceasta contribuie la intensificarea dublă a procesului de amestecare în cazul egalității numărului de rânduri longitudinale de bare cu numărul de rânduri radiale de bare.

3. PARAMETRII CONSTRUCTIVI OPTIMALI AI MALAXORULUI CU ORGANE DE LUCRU ÎN FORMĂ DE BARE CU VOLUMUL TOBEI EGAL CU 25 dm^3 PENTRU BETON ($a < 20 \text{ mm}$)

Nr. crt.	Parametrul	Valoarea
1.	Raportul dintre lungimea și diametrul tobei, L/D	1...1,3
2.	Diametrul barei (pentru cazul utilizării inelelor de rigidizare)	6 mm
3.	Unghiul de așchiere al barei cu profil longitudinal curbiliniu	45°
4.	Unghiul de înclinare a răzuitoarelor longitudinale în plan transversal și a răzuitoarelor radiale în plan orizontal	30°
5.	Numărul de bare radiale	21
6.	Numărul de bare longitudinale	9
7.	Raportul dintre pasul barelor și diametrul barei	13

CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

1. Pentru a micșora rezistența la amestecare trebuie de utilizat tobe cu diametrul mare însă cu coeficient de umplere mai mic;

2. La mărirea diametrului barei și a coeficientului de umplere are loc creșterea rezistenței la amestecare, însă cea mai mare influență asupra rezistenței o are coeficientul de umplere. Pentru a micșora rezistența la amestecare trebuie de micșorat coeficientul de umplere și diametrul barei;

3. Cu cât este mai mic unghiul de așchiere al barei, cu atât este mai mică rezistența la amestecare, însă pentru orice ungi de așchiere, la mărirea coeficientului de umplere are loc creșterea rezistenței. Cercetările au arătat că coeficientul de umplere are o pondere mai mare asupra rezistenței decât unghiul de așchiere al barei;

4. Raportul dintre pasul barelor și diametrul lor p/d optimal, din punct de vedere al rezistenței la amestecare, pentru nisip de râu cu dimensiunea particulelor $a \leq 1 \text{ mm}$ este 5...8, iar pentru calcar cu dimensiunea particulelor $a = 2,5 - 5 \text{ mm}$ – 6...7;

5. La amplasarea barelor pe o linie elicoidală rezistența la amestecare crește brusc atunci când pe o linie paralelă cu axa arborelui se află mai mult de o bară. Aceasta se datorează faptului că barele care se află pe aceeași linie înving concomitent rezistența la înaintare și ele se află la o distanță una față de alta la care zonele lor de acționare nu interacționează;

6. Cea mai mică rezistență la amestecare se formează la organul de amestecare cu decalaj longitudinal și circular datorită faptului că materialul este acționat de un număr mare de bare care nu se găsesc pe aceeași linie. Micșorarea rezistenței față de celelalte organe de amestecare constituie 20...26,7 % pentru $K_u = 0,2...0,4$;

7. Utilizarea răzuitorului elastic exclude blocarea particulelor de orice dimensiuni, ceea ce conduce la micșorarea rezistenței la amestecare și păstrarea compoziției granulometrice a materialului;

8. Utilizarea inelelor de rigidizare permite unirea tuturor barelor într-un sistem integrat și distribuirea forței de rezistență la amestecare între toate barele. Aceasta la rândul său permite de a micșora secțiunea barei, a consumului de metal și a masei malaxorului. Micșorarea secțiunii barei conduce la micșorarea rezistenței la amestecare.

Bibliografie

1. **Andrievschi S.** Intensificarea procesului de amestecare în malaxoarele cu organe de lucru în formă de bare. Univ. Tehn. a Moldovei. –Ch.: UTM, 2008. – 176 p;
2. **Andrievschi S., Lozan A., Guștiuc I.** Malaxor cu acțiune ciclică. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr 815; 2014.09.30. BOPI nr.9/2014.
3. **Andrievschi S., Lungu V., Carcea A., Lozan A., Guștiuc I.** Rezistența la amestecare a malaxorului cu decalaj circular și longitudinal al barelor”. Conferința Tehnico-Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, U.T.M., Chișinău, octombrie 2014; 4 pag.
4. **Andrievschi S., Lozan A.** Malaxor cu acțiune ciclică. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr MD 583 Z, 2013.01.31. BOPI nr. 1/2013;
5. **Lozan A., Andrievschi S.** Legități ale procesului de amestecare în malaxoarele cu bare. Conferința Tehnico-științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 8-10 decembr. 2011, Chișinău.-Ch.: U.T.M. 2012, vol. II, p. 446-449. ISBN 978-9975-45-208-3;
6. **Andrievschi S., Lozan A., Braniște I.** Malaxor cu acțiune ciclică. Brevet de invenție al Republicii Moldova nr. 883. 2015.02.28. BOPI nr.2/2015.
7. **Andrievschi S., Lozan A., Vascan O.** Malaxor cu acțiune ciclică. Brevet de invenție de scurtă durată al Republicii Moldova nr.747, 2014.03.31. BOPI nr. 3/201.

UNELE CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND COROZIUNEA PELICULELOR DIN GRAFIT OBTINUTE PRIN DESCĂRCĂRI ELECTRICE ÎN IMPULS

¹V. Beșliu, dr.conf., ¹P. Topala, dr.hab.prof., ²P. Stoicev, dr.hab.prof., ¹A. Ojegov, dr.,
¹A. Hîrbu, ¹D. Guzman, drd.

¹Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

²Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Piese și construcțiile metalice alcătuiesc una din cele mai importante fonduri ale industriei oricărei țări dezvoltate, iar protecția lor împotriva coroziunii a devenit o problemă științifico-tehnică și economică foarte stringentă [1].

Aceasta se referă mai în deosebi la țările înalt dezvoltate în care creșterea cheltuielilor economice, din cauza distrugerii componentelor metalice prin coroziune, se datorează faptului, că în ultimii ani a obținut un impuls de dezvoltare considerabilă industria petrolieră, chimică, metalurgică, energia atomică, aviația, construcțiile navale, construcția de mașini etc., pentru care este caracteristică utilizarea mediilor agresive, temperaturii și presiunii înalte, de asemenea și acțiunea concomitentă a mediilor agresive și sarcinilor mecanice. Pentru aceste domenii rezistența la coroziune este una dintre cele mai importante caracteristici care determină siguranța și durata de funcționare a utilajului tehnologic [2, 3].

Așadar, o problemă importantă este protecția anticorozivă a suprafețelor funcționale a pieselor, subansamblurilor și ansamblurilor mașinilor. Ea prezintă o totalitate de măsuri, care pot fi întreprinse pentru a proteja materialele tehnice de acțiunea agresivă a mediilor corozive. Sunt cunoscute foarte multe metode și mijloace de protecție anticorozivă, care pot fi grupate în următoarele categorii: metode de prevenire a coroziunii [3]; utilizarea metalelor și aliajelor rezistente la coroziune [3, 7]; metode de acționare asupra mediului coroziv [7]; metode noi de depunere a acoperirilor cu proprietăți anticorozive pe suprafețele metalice ale pieselor mașinilor și dispozitivelor [3, 7]; pasivarea suprafețelor prin depunerea peliculelor de oxizi sau hidroxizi [8], etc.

Referindune la protecția corozivă a diferitor produse [1] este necesar de ținut cont ca materialul sau stratul depus nu numai trebuie să fie rezistent la coroziune și să posede o durată de exploatare înaltă, dar și să corespundă raportului preț/calitate în așa

mod ca să satisfacă producătorul și consumatorul. În ceea ce privește straturile depuse pe suprafețele metalice acestea trebuie să fie atât rezistente la coroziune cât și rezistente la uzura abrazivă posedând un înalt grad de aderență cu materialul de bază.

Orișice tehnologie nouă elaborată prezintă o valoare atât teoretică, cât și practică, dacă include în sine următoarele criterii: aplicabilitate practică; eficiență economică; fiabilitate și performanță. Din acest punct de vedere obținerea suprafețelor cu proprietăți deosebite a straturilor subțiri de ordinul nanometrilor este o tendință strategică a cercetărilor contemporane prin elaborarea de noi procedee și tehnologii de prelucrare a materialelor, astfel, încât să se asigure o înaltă productivitate, economie de materiale și energie și să se asigure o calitate înaltă a suprafețelor prelucrate.

În ultimul timp, după cum ne demonstrează lucrările [4-6], se produc cercetări experimentale în scopul obținerii peliculelor din grafit pe piese executate din materiale metalice prin descărcări electrice în impuls, în regim de subexcitare, în scopul măririi durității stratului superficial, durabilității și refractarității pieselor, reducerea fenomenului de gripare, înșsa fenomenul comportării la coroziune a acestor pelicule nu a fost studiat. Deaceia în această lucrare vor fi descrise câteva rezultate experimentale din acest domeniu.

METODICA CERCETĂRILOR EXPERIMENTALE

Încercările experimentale de formare a depunerilor din grafit pe suprafețe metalice au fost executate în condiții normale în mediul de lucru – aer. În acest scop au fost aplicate descărcări electrice în impuls care interacționau cu suprafețele electrozilor în regimul de întreținere pe pete electrolice ”*reci*” pentru a evita topirea, vaporizarea și prelevarea de material de pe acestea. În calitate de electrozi-scule erau luate bare executate din grafit pirolitic de formă cilindrică, iar ca probe a fost

utilizat oțel 3, Oțel 35 și Oțel 45. În scopul formării depunerilor de grafit în lipsa topirii și vaporizării suprafeței prelucrate a piesei în calitate de sursă de energie pentru determinarea expresă a coroziunii peliculelor de grafit a fost aleasă metodă electrochimică de cercetare. S-a utilizat această metodă deoarece ea permite accelerarea procesului de coroziune, care reprezintă nu altceva decât dizolvare anodică, astfel economisind timpul de studiere a unei probe cu aplicarea generatorului de impulsuri de curent, a cărui construcție și principiu de funcționare este descris în lucrarea [4]. Acesta asigură formarea impulsurilor de curent cu durata cuprinsă în intervalul 10^{-6} - 10^{-7} s, ceea ce corespunde duratei de viață a petelor electrodeice "reci". Generatorul asigură formarea impulsurilor de curent cu următorii parametri: energia degajată în interstițiu $W_s=0-4,8 J$, energia acumulată pe bateria de condensatoare $W_c=0-12 J$, la tensiunea aplicată la încărcarea bateriei de condensatoare $U_c=0-250 V$, pentru o capacitate a acesteia cuprinsă în limitele de $C=100-600 \mu F$ cu pasul $100 \mu F$. Acesta asigură amorsarea descărcărilor electrice în impuls la valori ale interstițiului $S=0,05-2,5 mm$ cu frecvența descărcărilor $f=0-50 Hz$.

Morfologia suprafețelor prelucrate a fost studiată prin metoda SEM, iar cea de compoziție chimică prin metoda EDX.

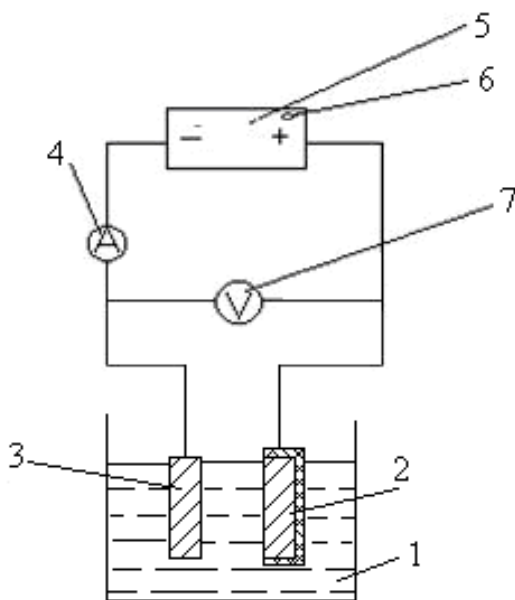


Figura 1. Schema de principiu a instalației electrochimice: 1 – celula de electroliză; 2 – anod; 3 – catod; 4 – ampermetru; 5 – sursa de curent; 6 – potențiomter; 7 – voltmetru.

Instalația electrochimică (figura 1) este compusă dintr-o celulă de electroliză ce conține o soluție de electrolit de NaCl cu concentrația 1-5 %

în care sunt plasați doi electrozii: catodul oțel și anodul din oțel sau oțel acoperit cu o peliculă de grafit, aceștia fiind uniți prin intermediul voltmetrului și ampermetrului la o sursă de curent continuă reglabilă în diapazonul 0-40 V. De asemenea un șir de probe au fost amplasate în soluție de HNO₃ (30%).

Viteza de coroziune a fost determinată după relația:

$$K_m = \frac{\Delta m}{A \tau} \quad (1)$$

unde: Δm este diferența de masă metalică (g); τ - timpul (h); A- suprafața supusă coroziunii (mm^2).

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Dacă în lucrările [5, 6], în rezultatul prelucrării suprafețelor metalice cu descărcări electrice în impuls cu electrod-sculă din grafit, conectat ca catod, se obțineau pelicule de grosimi până la 5-7 μm cu concentrația de 75 – 82 % carbon, atunci la regimurile tehnologice aplicate în această lucrare se atestă depunerea unei pelicule subțire de grafit cu concentrația de până la 92 % carbon, ceea ce se confirmă prin analizele compoziției chimice realizate prin metoda EDX (figura 3-4). Analizele au fost realizate pe aceeași probă în diferite regiuni ale ei, precum și pe alte probe la același regim de prelucrare. Continuitatea acestei pelicule se atestă prin realizarea morfologiei suprafeței prin metoda SEM (figura 2), în care se atestă și prezența unor fisuri de lățimea de până la 500 nm, apariția cărora probabil se datorește gradientului de temperaturi înalte în zona de prelucrare cu cristalizarea rapidă a materialului depus din faza lichidă sau cea de vapori, ceea ce conduce la apariția tensiunilor remanente și formarea fisurilor respective.

În lucrarea [6] au fost studiate proprietățile macroscopice ale peliculelor din grafit și anume comportarea la întindere (tracțiune) a probelor metalice după aplicarea descărcărilor electrice în impuls cu electrod - sculă din grafit. S-a demonstrat experimental că pelicula din grafit, depusă la diferite polarități, mărește forța maximă de rupere cu 50 kgF, ceea ce este descris mai detaliat în lucrarea [6]. Aceste probe au fost păstrate în condiții de laborator timp de 3 ani. S-a observat că probele din oțel acoperite cu o peliculă de grafit nu au suferit schimbări în comparație cu probele neprelucrate, la care se atestă evident urmele coroziunii (figura 5).

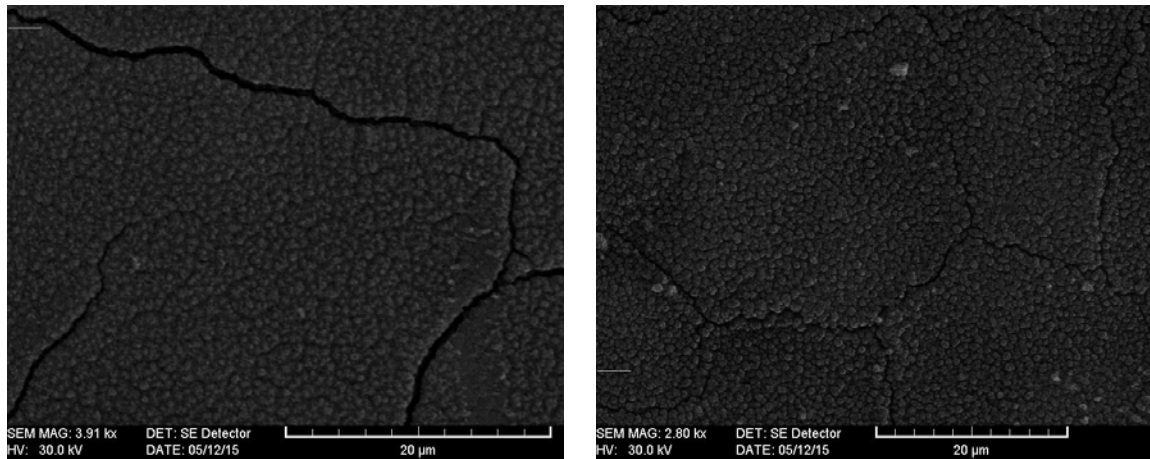
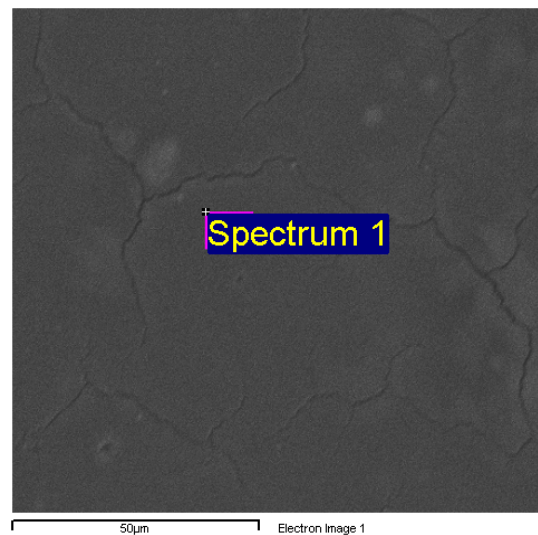
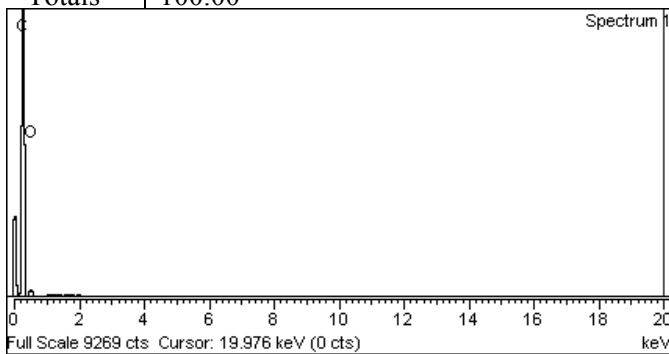


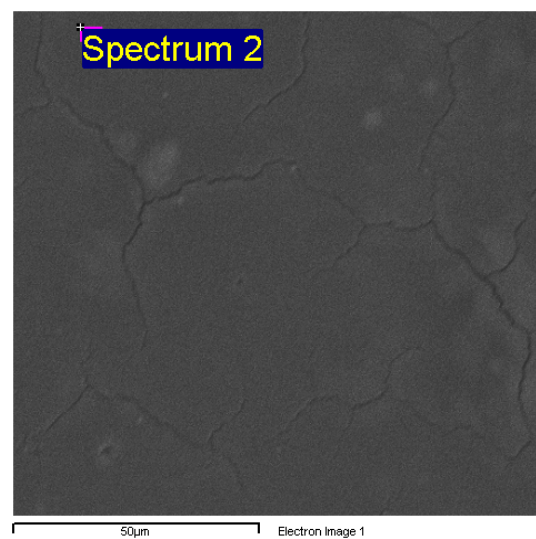
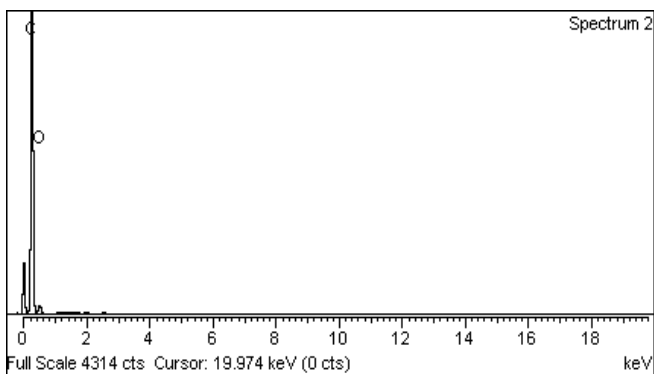
Figura 2. Morfologia peliculei din grafit realizată prin descărcări electrice în impuls.

Element	Greutate %	Atomic %
C K	89.63	92.20
O K	9.99	7.71
Fe K	0.38	0.09
Totals	100.00	



a)

Element	Greutate %	Atomic %
C K	88.63	91.22
O K	11.37	8.78
Totals	100.00	



b)

Figura 3. Morfologia și compoziția chimică a peliculei de grafit pe proba nr. 2 în diferite regiuni.

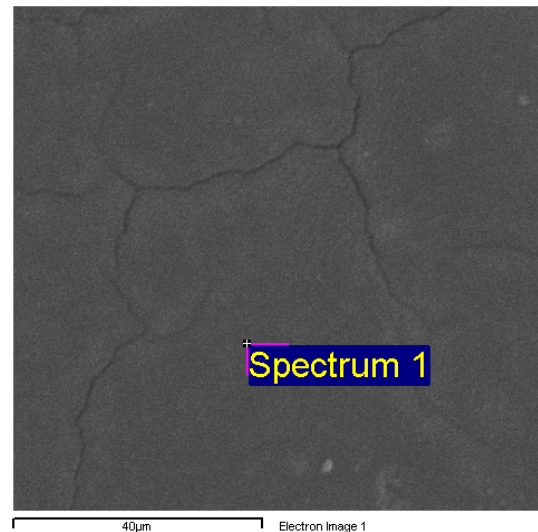
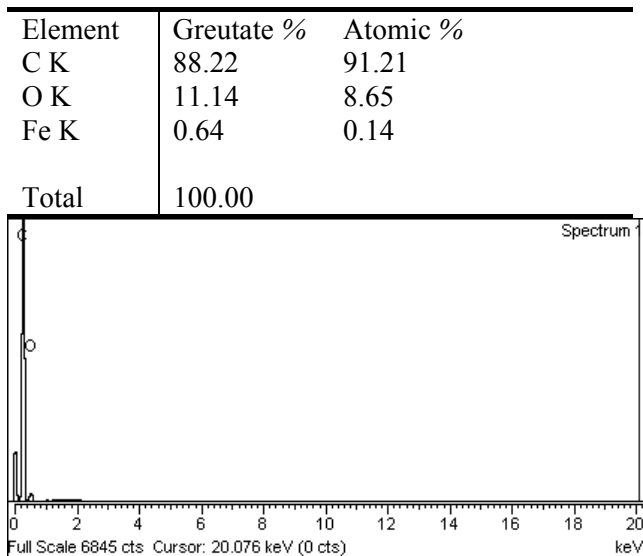


Figura 4. Morfologia și compoziția chimică a peliculei de grafit pe proba nr. 3.



Figura 5. Vederea generală a probelor supuse coroziunii în atmosferă, în condiții de laborator, timp de 3 ani: *a* – starea inițială; *b* – suprafața fără depunere; *c* – suprafață cu depunere de grafit.

Aceasta s-ar putea explica și prin faptul, că la prelucrarea cu descărcări electrice în impuls, cu aplicarea electrodului-sculă din grafit pirolitic (conectat în calitate de catod), cauzează formarea pe suprafața anodului atât a peliculei de grafit, cât și a unei pelicule de oxizi, fapt atestat prin analize EDX. Aceste analize depistează prezența în suprafața prelucrată a unei cantități considerabile de oxigen, iar la unele regimuri de prelucrare - circa 16-20 % [6], iar în cazul regimului de prelucrare aplicat în prezenta lucrare - până la 9 %.

Aceste constatări au condus la cercetarea comportamentului depunerilor de grafit depuse prin metoda electroeroziunii în diferite medii chimic active.

În continuare (tabelul 1-2) sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale privind viteza de coroziune a probelor investigate la dizolvarea anodică a suprafețelor active în electrolit în dependență de concentrația lui. Timpul de

investigare la coroziune între două măsurări consecutive constituia 0,5 ore.

Dacă comparăm viteza de coroziune a suprafețelor probelor neprelucrate cu cele acoperite cu pelicule de grafit, atunci putem constata, că se atestă micșorarea vitezei de coroziune pentru suprafețele probelor prelucrate. Acest fapt poate fi explicat prin aceea, că pe suprafața activă a probelor se formează pelicule izolatoare în stare amorfă, rolul preponderent în care îl joacă oxigenul și compușii lui cu materialul de bază. Dacă ne vom referi la analizele SEM și EDX a suprafețelor cercetate, atât în stratul superficial al peliculelor de grafit este prezent oxigenul, pentru pelicule de grafit concentrația lui constituie 8-10 % *at*. După cum am menționat anterior, atunci acești oxizii în stare amorfă protejează suprafața cercetată de acțiunea mediului agresiv, ceea ce duce la micșorarea vitezei de coroziune.

Pentru toate suprafețele cercetate (atât neprelucrate, cât și cele acoperite cu carbon) se observă creșterea vitezei de coroziune odată cu creșterea concentrației electrolitului (figura 6-7).

Creșterea în timp a vitezei de dizolvare anodică în cazul cercetării suprafețelor cu depuneri (figura 6-8) se datorează faptului, că pe parcursul procesului de coroziune și pelicula însăși se dizolvă, și peste o durată de timp se dezgolesc zonele ale suprafeței materialului de bază, la care viteza de coroziune este mai considerabilă. Viteza medie de coroziune a suprafețelor acoperite cu grafit este de 1,23 ori mai mică decât a celor neprelucrate. Au fost realizate și unele cercetări experimentale în soluția de HNO_3 cu concentrația de 30% (figura 9). A fost stabilit experimental că în soluția de 30% HNO_3 masa corodată a fost mai mare de 1,4 ori pentru

Tabelul 1. Viteza de coroziune a probelor din Oțel 35 neprelucrate.

Concentrația electrolitului, % NaCl	Nr d/o	Masa inițială a probei m_i , g	Masa finală a probei m_f , g	Δm , g	Viteza de coroziune K, $g/m^2 \cdot h$	Viteza de coroziune medie K_{med} , $g/m^2 \cdot h$
1	1	2,5581	2,5467	-0,0114	181,4	189,1
	2	2,5467	2,5351	-0,0116	184,6	
	3	2,5351	2,5236	-0,0115	183,0	
	4	2,5236	2,5111	-0,0125	198,9	
	5	2,5111	2,4987	-0,0124	197,4	
2	1	2,5098	2,4946	-0,0152	241,9	245,7
	2	2,4946	2,4796	-0,0150	238,7	
	3	2,4796	2,4637	-0,0159	253,1	
	4	2,4637	2,4478	-0,0159	253,1	
	5	2,4478	2,4326	-0,0152	241,9	
3	1	2,5886	2,5660	-0,0226	359,7	385,2
	2	2,5660	2,5425	-0,0235	374,0	
	3	2,5425	2,5165	-0,0260	413,8	
	4	2,5165	2,4911	-0,0254	404,3	
	5	2,4911	2,4676	-0,0235	374,0	
4	1	2,8441	2,8137	-0,0304	483,8	464,1
	2	2,8137	2,7826	-0,0311	495,0	
	3	2,7826	2,7524	-0,0302	480,6	
	4	2,7524	2,7248	-0,0276	439,3	
	5	2,7248	2,6983	-0,0265	421,8	
5	1	2,6474	2,6138	-0,0336	534,8	539,5
	2	2,6138	2,5766	-0,0372	592,1	
	3	2,5766	2,5421	-0,0345	549,1	
	4	2,5421	2,5097	-0,0324	515,7	
	5	2,5097	2,4779	-0,0318	506,1	

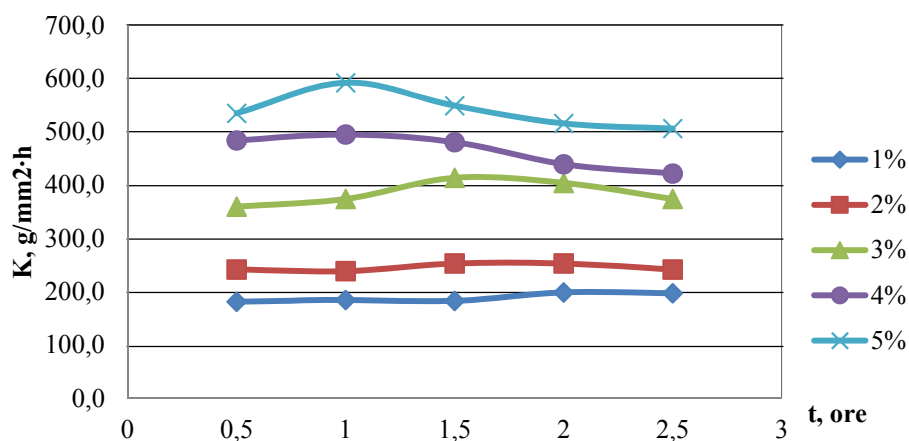


Figura 6. Dependența vitezei de coroziune de timp a suprafețelor neprelucrate din Oțel 35, la diferite concentrații a electrolitului.

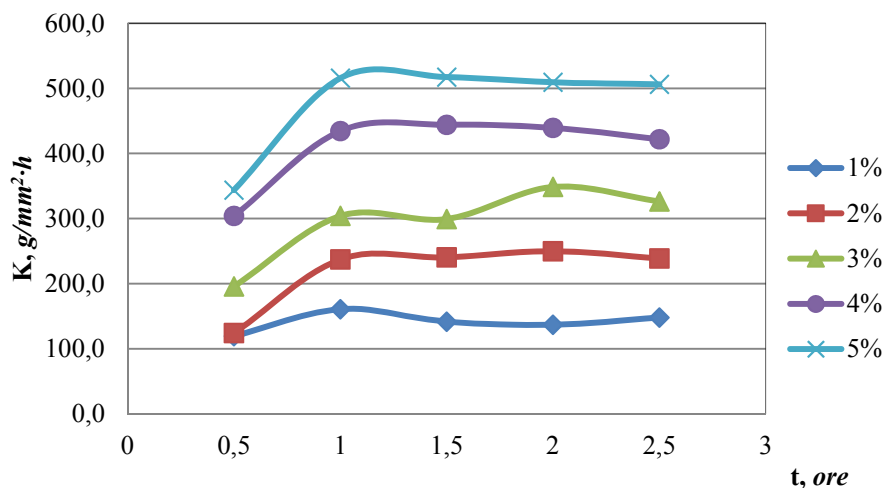


Figura 7. Dependența vitezei de coroziune de timp a suprafețelor acoperite cu pelicule de grafit pe Oțel 35, la diferite concentrații ale electrolitului

Tabelul 2. Viteza de coroziune a peliculelor de grafit depuse pe Oțel 35.

Concentrația electrolitului, % NaCl	Nr d/o	Masa inițială a probei m_i , g	Masa finală a probei m_f , g	Δm , g	Viteza de coroziune K, $g/m^2 \cdot h$	Viteza de coroziune medie K_{med} , $g/m^2 \cdot h$
1	1	2,5788	2,5713	-0,0075	119,4	141,3
	2	2,5713	2,5612	-0,0101	160,7	
	3	2,5612	2,5523	-0,0089	141,6	
	4	2,5523	2,5437	-0,0086	136,9	
	5	2,5437	2,5344	-0,0093	148,0	
2	1	2,6999	2,6921	-0,0078	124,1	218,0
	2	2,6921	2,6772	-0,0149	237,1	
	3	2,6772	2,6621	-0,0151	240,3	
	4	2,6621	2,6464	-0,0157	249,9	
	5	2,6464	2,6314	-0,0150	238,7	
3	1	2,7042	2,6919	-0,0123	195,8	294,8
	2	2,6919	2,6728	-0,0191	304,0	
	3	2,6728	2,6540	-0,0188	299,2	
	4	2,6540	2,6321	-0,0219	348,5	
	5	2,6321	2,6116	-0,0205	326,3	
4	1	2,5307	2,5116	-0,0191	304,0	408,7
	2	2,5116	2,4843	-0,0273	434,5	
	3	2,4843	2,4564	-0,0279	444,0	
	4	2,4564	2,4288	-0,0276	439,3	
	5	2,4288	2,4023	-0,0265	421,8	
5	1	2,4052	2,3836	-0,0216	343,8	478,4
	2	2,3836	2,3512	-0,0324	515,7	
	3	2,3512	2,3187	-0,0325	517,3	
	4	2,3187	2,2867	-0,0320	509,3	
	5	2,2867	2,2549	-0,0318	506,1	

probele executate din oțeluri neacoperite cu grafit în raport cu cele acoperite în timp de 3 min și circa 1,3 ori în timp de 10 min. Așadar, peliculele de grafit formate cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls, contribuie la sporirea rezistenței la coroziune a suprafețelor metalice de bază.

CONCLUZII

Reieșind din rezultatele cercetărilor experimentale, privind cercetarea proprietăților anticorozive ale suprafețelor metalice putem

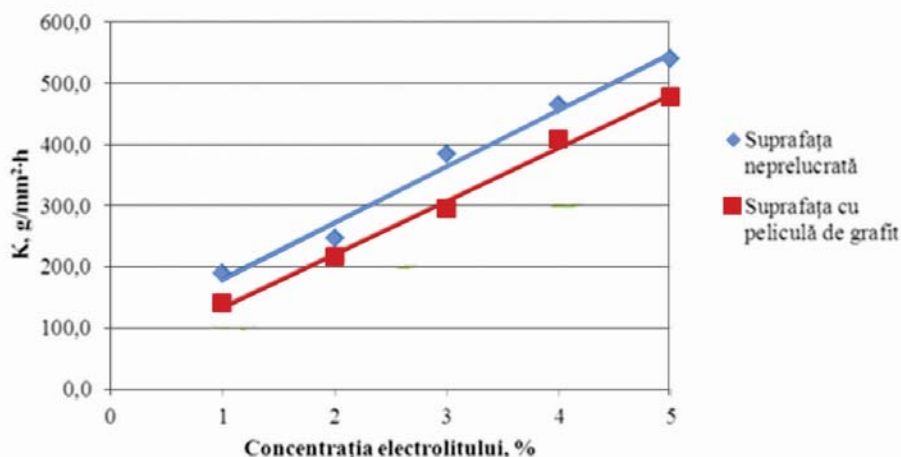


Figura 8. Dependența vitezei medii de coroziune a suprafețelor cercetate funcție de concentrația electrolitului.

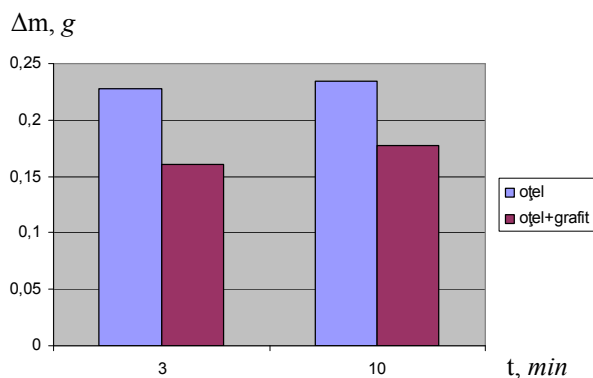


Figura 9. Variația diferenței de masă și a vitezei de coroziune funcție de timpul de imersie pentru Oțel 45 acoperit cu grafit și neacoperit în soluție de 30% HNO₃

conclude că:

- rolul preponderent în protejarea anticorozivă a suprafețelor îl joacă oxigenul, care formează cu materialul de bază compuși chimici (oxizi și hidroxizi) în stare amorfă;
- pentru toate suprafețele cercetate (atât neprelucrate, cât și cele acoperite cu pelicule) se atestă creșterea vitezei de coroziune odată cu sporirea concentrației electrolitului (soluției apoase de NaCl și HNO₃);
- peliculele de grafit sporesc rezistența la coroziune a pieselor executate din oțeluri de construcție în mediul de aer, iar în medii lichide agresive – de 1,2-1,4 ori în raport cu suprafețele pieselor neprelucrate.

Bibliografie

1. Proscurin E.V., Petrov I.V., Perov A.S., Ivanov O.V. Innovacionnaya tehnologiya difфузионного цинкования «NEOCZINK» – novу'e vozmozhnosti dlya zashhity' ot korrozii

dlinnomerny'x metallicheskih izdelij i konstrukcij, s.73-77. <http://www.nadzor-info.ru/resources/blog/attach/20529/39125.pdf>.

2. Nanu A. Tehnologia materialelor. Chișinău, Știința, 1992. 550 p.

3. Zhukov A.P., Malaxov A.I. Osnovy' metallovedeniya i teoriya korrozii. M. Vysshaya shkola, 1991. 168 s.

4. Beșliu V. Cercetări privind tratarea termică și termochimică a suprafețelor pieselor prin aplicarea descărcărilor electrice în impuls. Rezumat al tezei de doctorat. Galați, 2008. 53 p.

5. Topala P., Mazuru S., Besliu V., Cosovschii P., Stoicev P. Increasing the durability of glass moulding forms applying graphite pillicles. Proceedings of The 14th International Conference, Modern Technologies, Quality and Innovation. Slănic-Moldova, 2010, p. 635-638. ISSN 2066-3919.

6. Topala P., Besliu V., Stoicev P., Ojegov A. Structural modifications - properties of surface microstrata with graphite depositions. International Journal of Modern Manufacturing Technologies, 2013, vol II, p.97-102. ISSN 2067-3604.

7. Tarchigina N.F., Rusin V.N., Galkina Yu.M. Ximicheskoe soprotivlenie materialov i zashhita ot korrozii: uchebnoe posobie. Izdatel' stvo Moskovskogo gosudarstvennogo otkry'togo universiteta, 2012. 154 s.

8. Topala P., Stoicev P., Ojegov A., Pinzaru N., Monaco E. Analysis of processes occurring on the tool and piece electrode surface during the formation of oxide pellicles by applying electrical discharges in impulse. Proceedings of The 14th International Conference, Modern Technologies, Quality and Innovation. Slănic-Moldova, 2010, p. 631-634.

Recomandat spre publicare: 22.08.2015.

CALCULUL SĂGEȚII INIȚIALE DE ÎNCOVOIERE A TURNULUI ZĂBRELIT PRIN UTILIZAREA MODELULUI GRINZII ECHIVALENTE

V. Beleuța, S. Galbinean
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Turnul reprezintă partea componentă, care asigură unei macarale rotitoare avantajul de a oferi sub braț, un spațiu de lucru mult mai mare, comparativ cu alte tipuri. După cum se știe, în partea superioară a turnului sunt amplasate: brațul, distanțierele, cabina, iar în cazul turnului nerotitor, contrabrațul, sistemul de orientare și mecanismele macaralei. La rândul său, turnul este susținut de către șasiul macaralei, platforma rotitoare, fundație, sistemele de ancorare la clădire ș.a. Foarte frecvent, mai ales în cazul macaralelor înalte, turnul este și cea mai mare componentă, cu cea mai mare pondere din masa constructivă a mașinii.

Din practica exploatării macaralelor se știe că, în afară de portanța și masa sa, turnul mai trebuie să corespundă unor rigori secundare, dar la fel de importante cum sunt: flexibilitatea, respectiv parametrii săi oscilatorii, precum și gabaritele secțiunii transversale.

Calculul acestor parametri este legat indispensabil de determinarea deplasărilor elastice, care în cazul structurilor zăbrelite, caracteristice majorității variantelor constructive utilizate, prevăd un volum mare de calcule. Această problemă devine mai acută, dacă ținem cont de faptul, că pentru obținerea unei construcții optime, este necesară verificarea mai multor variante, cu variația diverșilor factori ce influențează caracteristicile menționate mai sus.

1. FORMULAREA PRINCIPALEI IPOTEZE DE CALCUL ȘI PROBLEMEI PUSE SPRE REZOLVARE

Conform celor expuse în lucrările [1], [2], [3], [4] ș.a. putem admite întocmirea modelului simplificat de calcul al rigidității, prin înlocuirea structurii zăbrelite reale cu o grindă echivalentă, care ar avea aceeași rigiditate la încovoiere.

Conform GOST 13994-75, momentul de inerție al grinzii echivalente urmează a fi calculat conform relației:

$$I_{ech} = I_{lonj} \cdot k_S \cdot k_F ; \quad (1)$$

în care: I_{lonj} este momentul de inerție al lonjeroanelor turnului;

k_S - coeficientul subunitar, care ține cont de flexibilitatea sistemului de zăbrelire, la care este stabilită valoarea $k_S=0,95$ pentru toate cazurile;

k_F - coeficient ce ține cont de neliniaritățile aleatorii ale lonjeroanelor.

Analogic, în lucrarea [2], în aceleași scopuri, se propune relația:

$$I_{ech} = \frac{I_{lonj}}{\mu} ; \quad (2)$$

în care: μ este coeficient supraunitar, care ține cont de influența deformațiilor elementelor de zăbrelire, valorile aproximative ale căruia sunt date pentru unele cazuri particulare.

După cum s-a menționat în lucrarea [5], pentru starea de lucru, cu o aproximație acceptabilă calculelor preliminare, acțiunea repartizată a vântului, poate fi redusă la vârful turnului sub forma unei forțe orizontale care se va adăuga celei transmise de către partea rotitoare.

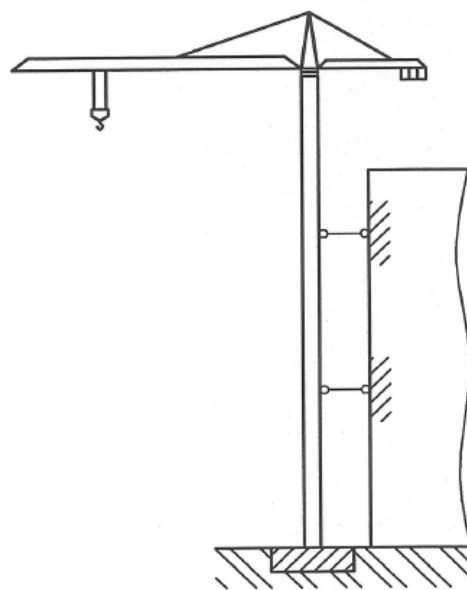


Figura 1.

În cadrul analizelor comparative, efectuate de către autorii prezentei lucrări, pentru cazul turnului nerotitor cu două ancoraje la clădire, s-au efectuat calcule cu aceleași variante de încărcări, pentru structura reală zăbreliță (v. fig.1) și pentru o grindă simplă cu momentul de inerție, egal cu cel al lonjeroanelor turnului (v. fig.2).

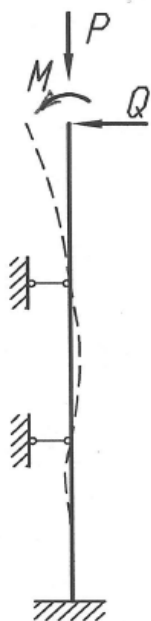


Figura 2.

În urma analizei rezultatelor, s-a constatat o mare variație a valorii necesare coeficientului de echivalare. Astfel, numai în funcție de modul încărcării, înălțimea turnului și parametrii săi de ancorare, eroarea în direcția diminuării a constituit de la 1,88% până la 16,51%, ceea ce denotă faptul, că utilizarea unui coeficient unic, sau stabilirea valorii sale orientative în baza unor cazuri particulare, nu este admisibilă.

Din aceasta reiese că, pentru a găsi o soluție sigură de echivalare a grinzii simple cu structura zăbreliță reală a turnului, este necesară analiza factorilor ce duc la aceste erori.

Scopul prezentei lucrări este găsirea soluțiilor de calcul operativ al săgeții primare de încovoiere la vârful turnului.

2. ANALIZA MODULUI PRIN CARE SE PRODUC DEFORMAȚIA TURNULUI ZĂBRELIȚ

După cum se știe, deformația structurii zăbrelițe în ansamblu, se produce în rezultatul alungirii și comprimării barelor componente, care duce atât la rotirea, cât și la modificarea geometriei „discurilor”

componente. Efectul încovoierilor locale ale barelor ca rezultat al rotirii nodurilor este nesemnificativ (v. [4] ș.a.). Pentru simplitatea expunerii, se propune examinarea schemei planeizate a structurii turnului fără ancorare (v. fig.3). În aceleași scopuri analiza se va limita la procesul de încovoiere primară (fără efectele de ordinul II).

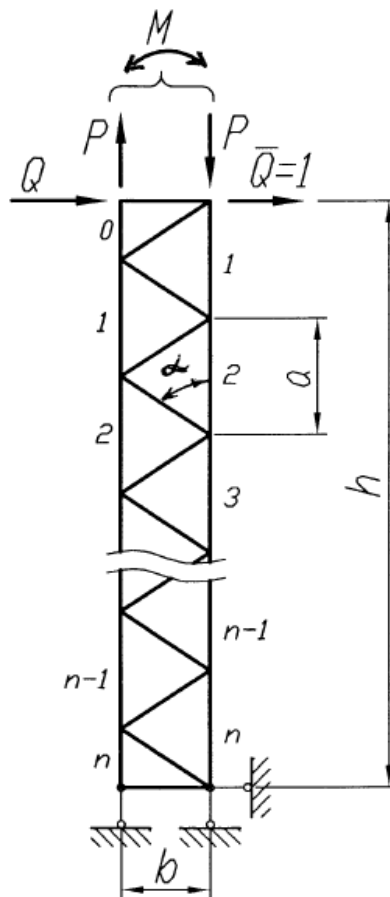


Figura 3.

Conform formulei Maxwell-Mohr (vezi [1], [2] ș.a.), deplasarea elastică pe direcție orizontală la capătul superior al turnului, constituie:

$$f = \sum_{i=1}^z \frac{N_i \cdot \bar{N}_i}{E \cdot A_i} \cdot l_i ; \quad (3)$$

unde: i, z este indicele barei curente și, respectiv, numărul total de bare;

N_i, \bar{N}_i - efortul axial în bara i , determinat de încărcările de calcul și respectiv de o sarcină unitară acționând la nodul al cărui deplasare se calculează și în direcția acestei deplasări;

l_i, A_i - respectiv, lungimea și aria secțiunii transversale a barei i ;

E - modulul de elasticitate longitudinal.

Divizând această sumă conform tipurilor și dimensiunilor barelor componente, putem exprima:

$$f = f_s + f_{dr} + f_d = \sum_{i=1}^n \frac{N_{si} \cdot \bar{N}_{si}}{E \cdot A_p} \cdot a + \sum_{i=1}^n \frac{N_{dri} \cdot \bar{N}_{dri}}{E \cdot A_p} \cdot a + \sum_{i=1}^d \frac{N_{di} \cdot \bar{N}_{di}}{E \cdot A_d} \cdot l_d ; \quad (4)$$

unde: n, d sunt numărul panourilor active ale lonjeroanelor și respectiv, numărul diagonalelor ($d=2n$);

$N_{si}, \bar{N}_{si}, N_{dri}, \bar{N}_{dri}$ - respectiv, eforturile axiale reale și virtuale la panourile lonjeronului din stânga și lonjeronului din dreapta;

a, l_d - respectiv, lungimea unui panou și a unei diagonale;

A_p, A_d - respectiv, aria secțiunii transversale a unui panou și a unei diagonale.

Utilizând metoda izolării nodurilor, efectuând unele transformări algebrice și aplicând formule existente pentru calculul sumei seriilor numerice (vezi [6]), obținem expresia de calcul a primei sume din relația (4), care reprezintă influența deformațiilor lonjeronului din stânga:

$$f_s = \frac{a}{EA_p} \cdot 2\bar{N}_d \cos \alpha \times \left[\frac{n(n+1)}{2} \cdot P + \left(\frac{n(n+1)(2n+1)}{3} \right) \times \right] \times N_d \cos \alpha ;$$

Introducând în această expresie egalitățile ce reies din schema de calcul (vezi fig.3), și anume:

$$N_d \cos \alpha = \frac{Qa}{2b} ; \quad \bar{N}_d \cos \alpha = \frac{a}{2b} ;$$

$$P = \frac{M}{b} ; \quad l_n = \frac{a}{2} ;$$

obținem relația:

$$f_s = \frac{a \cdot h}{2b^2 EA_p} \cdot \left(nM + \frac{Qa(4n^2 + 2)}{6} \right) ; \quad (5)$$

Analogic obținem expresia valorică a celei de a doua sume din relația (4), care reprezintă influența deformațiilor lonjeronului din dreapta:

$$f_{dr} = \frac{a \cdot h}{2b^2 EA_p} \cdot \left(nM + \frac{Qa(4n^2 - 1)}{6} \right) ; \quad (6)$$

Adunând expresiile (5) și (6) și ținând cont de expresia momentului sumar de inerție ale lonjeroanelor:

$$I = 2A_p \cdot \left(\frac{b}{2} \right)^2 \Leftrightarrow A_p \cdot b^2 = 2I ,$$

precum și de egalitatea $h = a \cdot n$, obținem relația de calcul a influenței deformațiilor la ambele lonjeroane:

$$f_s + f_{dr} = \frac{Mh^2}{2EI} + \frac{Qh^3}{3EI} + \frac{Qa^3 n}{24EI} ; \quad (7)$$

După cum se vede, în această formulă, primii doi termenii reprezintă săgeata de încovoiere, ce ar fi la o grindă simplă, momentul de inerție al căreia ar fi egal cu cel al lonjeroanelor turnului, iar cel de al treilea termen reprezintă deplasarea suplimentară, ce are loc la structura zăbreliț din cauza creșterii pe trepte a eforturilor de-a lungul lonjeroanelor.

Utilizând metoda proiecțiilor, descriem efectul produs de deformațiile diagonalelor. Astfel valoarea absolută a efortului la oricare din diagonale constituie:

$$N_d = \frac{Q}{\sin \alpha} = \frac{Q \cdot l_d}{b} = const ;$$

analogic: $\bar{N}_d = \frac{l_d}{b} ;$

Introducând aceste egalități în al treilea termen al expresiei (4), obținem forma:

$$f_d = \frac{2nQl_d^3}{EA_d \cdot b^2} ,$$

iar ținând cont de relațiile geometrice:

$$l_d = \frac{a}{2 \cos \alpha} ; \quad \text{și} \quad b = \frac{a}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha ,$$

obținem o formă mai expresivă a influenței diagonalelor asupra valorii săgeții de încovoiere:

$$f_d = \frac{Qh}{EA_d \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha} ; \quad (8)$$

Adunând expresiile (7) și (8), obținem formula deplasării orizontale la capătul superior al turnului neancorat de construcție zăbreliț:

$$f = \frac{Mh^2}{2EI} + \frac{Qh^3}{3EI} + \frac{Qa^3n}{24EI} + \frac{Q \cdot h}{EA_d \cdot \sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha}; \quad (9)$$

Pentru a estima influența celui de al treilea termen asupra rezultatului, îl împărțim către cel de al doilea, obținând astfel marja de eroare în funcție de numărul de panouri la un lonjeron:

$$\frac{\frac{Qa^3n}{24EI}}{\frac{Qh^3}{3EI}} = \frac{1}{8n^2};$$

astfel la :

$$\begin{aligned} n=6 &\Rightarrow 0,35\% & n=9 &\Rightarrow 0,15\% \\ n=7 &\Rightarrow 0,25\% & n=10 &\Rightarrow 0,125\% \\ n=8 &\Rightarrow 0,2\% \end{aligned}$$

Dacă ținem cont de faptul, că forța transversală constituie doar o parte din încărcare, atunci această eroare este încă mai mică.

3. CONSTATĂRI ȘI CONCLUZII

1. În baza studiului analitic expus mai sus, s-a obținut o formulă de calcul operativ al deplasării elastice primare la vârful turnului zăbreliț neancorat, fără a diminua precizia.

2. Deoarece influența celui de al treilea termen în formula (9) este mică, în funcție de destinația calculului și numărul de panouri, el poate fi omis reducând astfel volumul calculelor.

3. Influența celui de al patrulea termen din formula (9), care constituie deosebirea esențială dintre valorile săgeții de încovoiere la o grindă simplă și la o fermă, depinde atât de factori constructivi, cât și de modul încărcării. Astfel echivalarea precisă a fermei cu o grindă printr-un coeficient generalizat este problematică și de regulă, lipsită de sens.

4. Studiind factorul $\sin^2 \alpha \cdot \cos \alpha$ și egalând derivata sa cu zero, obținem valoarea $\alpha = 54,736^\circ \approx 55^\circ$, care constituie unghiul optim între diagonale și lonjeroane, reieșind din criteriul rigidității structurii.

5. Metoda de calcul bazată pe adăugarea corecției de influență a diagonalelor, poate fi utilizată și în cazul turnurilor ancorate, urmând a fi aplicată succesiv la porțiunea de vârf și cea între ancorajul superior și următorul reazem (ancoraj sau fundație).

Bibliografie

1. **Alămoreanu M., Tișea T.** *Mașini de ridicat. vol.II, Editura tehnică, București, 2000.*
2. **Goxberg M.M.** *Metallicheskie konstrukcii pod' yomno-transportnyx mashin M.: Mashinostroenie, 1976*
3. **Nevzorov L.A., Zareczkii A.A. i dr.** *Bashennye krany. M.: Mashinostroenie, 1979*
4. **Segall H., Viță I., Popa I.** *Calculul și construcția macaralelor. I.N.C.E.R.C., București, 1975.*
5. **Andriuță M., Beleuța V.** *Determinarea săgeții inițiale de încovoiere a turnului macaralei în baza modelelor statistice. Chișinău, Meridian ingineresc, nr.1, 2012.*
6. **Ryvkin A.A., Ryvkin A.Z., Xrenov L.S.** *Spravochnik po matematike. M.: Vysshaya shkola, 1975*
7. **GOST 13994-75.** *Krany bashennye stroitel'nye. Normy raschyota.*

NiSb/NiGa localizați în regiunea macrodefectelor (de obicei, dislocativ).

Așa dar, putem admite că o concentrație mică de atomi de nichel lichidează defectele proprii în cristalele primare, conducând astfel la amplificarea emisiei excitonice, iar partea majoritară din acestea sunt concentrați în regiunea dislocațiilor formând clustere de tipul NiGa/NiSb.

CONCLUZII

Rezultatele experimentale discutate în această lucrare permit evidențierea următoarelor concluzii:

1. În premieră s-au studiat particularitățile proprietăților fizice ale antimonidului de galiu dopat cu nichel pentru un interval larg de concentrații;

2. Monocristalele de antimonid de galiu studiate în această lucrare s-au obținut prin metoda modificată a topirii zonale;

3. Analiza procesului tehnologic utilizat demonstrează, că nichelul în concentrații mai mari ca 0,1% atomare formează în matricea de bază niște incluziuni de o altă structură cu baza orientată de-a lungul deplasării zonei topite, numite clustere. Densitatea clusterilor crește proporțional cu creșterea concentrației dopantului;

4. În raport de orientarea clusterilor față de câmpurile electric și magnetic exterioare s-a înregistrat o anizotropie $\sim(20\pm 30)\%$ a efectelor galvanomagnetice. Se propune un model de explicație a acestei asimetrii.

5. În premieră se demonstrează că doparea antimonidului de galiu cu nichel contribuie la deplasarea marginii benzii fundamentale de absorbție s-a calculat concentrația dopantului;

6. S-a identificat structura complexă a spectrelor de iradiere ale antimonidului de galiu dopat cu nichel în diferite concentrații. Structurile identificate ne permit să conchidem, că în concentrații mici nichelul lichidează unele din defectele proprii ale cristalului, iar în concentrații mari partea majoritară din acestea sunt concentrați în regiunea dislocațiilor formând clustere de tipul NiSb/NiGa;

7. Doparea concomitentă a antimonidului de galiu cu telur și nichel a permis evidențierea și modificarea proprietăților fizice sub influența interacțiunii donor-acceptor.

2. *Ibchenko E. UFN, 2012, e 182, № 8, s. 869 – 876.*

3. *Gheorghitza, E., Ivanov-Omskij V., Postololati I. Polumagnitnye poluprovodniki Hg_{1-x}Mn_xTe, Hg_{1-x-y}Cd_xMn_yTe как детекторные материалы: сравнение с Hg_{1-x}Cd_xTe// Obzor, preprint. Chișinău, 2005, 60 s.*

4. *Omel'yanovskij A., Pantyuhov A., Fistul' V.// FTP, 1975, t. 9, s. 1390.*

5. *Omel'yanovskij A i dr. FTP, 1975, m 9, c 576-578.*

6. *Andrianov D. i dr.// FTP, 1976, t 10, s. 1173-1176.*

7. *Vinogradova K. i dr. FTP, 1972, t. 6, s.1845-1850.*

8. *Gheorghitza, E. u др. Письма в ЖТФ, 1991, № 17, c 21.*

9. *Krukovskazy L. i dr. FTP, 1978, t. 12, s. 689.*

10. *Mihălache A. Particularitățile proprietăților optice ale antimonidului de galiu dopat cu fier// Teza de doctor, Chișinău, 2014.*

11. *Georgitse E., Gutzuleac L., Mikhelake A., Postolaci I., Yuldashev S., Kang, T. Photoluminescence Features of GaSb Doped by Fe// Columbia International Publishing. Journal of Luminescence and Applications. Vol. 1. No.1. pp. 1-6. 2014, IF 2,367, ISSN: 0022-2313*

12. *Suchkova N., Andrianov D., Omel'yanovskij A., Dashevskaya E., Solovyev N. Svoistva arsenida galiya, legirovannogo geliem// FTP, 1975, t. 9, s. 718.*

13. *Gheorghitza E., Gutuleac L., Melinte V. Aktual'ni problemy fiziki nanivprovodnikov. Drogobych, Ukraina, 2013.*

14. *Il'menkov G. Kandidatskaya dissertatziya, Leningrad, 1972.*

15. *Mironov I. Kandidatskaya dissertatziya, Кишинев, 1972.*

16. *Gheorghitza, E. Doktorskaya dissertatziya, Chișinău, 1991.*

17. *Vaksman Yu. I dr. FTP, 2010, t. 44, № 2, s. 149.*

Bibliografie

1. *Kursaev Yu. UFN, 2010, e 180, № 7, s. 759 – 773.*

Recomandat spre publicare: 21.05.2015.

SESIZAREA VAPORILOR DE NO₂ ȘI DE APĂ LA TEMPERATURA CAMEREI, PRIN VARIAȚIA IMPEDANȚEI PELICULELOR CALCOGENICE As₂Te₁₃Ge₈S₃.

M. Ciobanu, drd

Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Este cunoscut că semiconductorii calcogenici, atât cei sticloși cât și cei cristalini sunt atractivi pentru aplicarea lor în senzori de gaze [1]. Aceasta se datorează abilității lor de operare la temperatura camerei precum și tehnologiei nesofisticate de fabricare. Peliculele calcogenice sensibile la gaze pot fi crescute utilizând un număr mare de compoziții calcogenice binare, ternare ori cuaternare, dar până în prezent, a fost mai mult investigat doar telurul elementar [2-10] și unii compuși ai săi [11,12], precum și unele pelicule de calcogenuri dopate cu argint [13,14]. Referitor la compozițiile multicomponente de calcogenuri, până în prezent, există doar câteva studii realizate pentru clarificarea posibilității aplicării lor în traductori de gaze operabili la temperatura camerei. Aliajul sticlos binar Te₁₃Ge₃ a fost determinat ca unul din cele mai stabile materiale cu o sensibilitate înaltă la oxidul de azot [11] iar peliculele ternare de Ge - As - Te, deși interacționează cu mai multe gaze, posedă o sensibilitate majoră la concentrații mici de bioxid de azot [12]. Combinarea câtorva elemente, în special Ge și Te este considerată drept o modalitate de stabilizare a proprietăților sensoriale a detectoarelor de gaze în bază de Te, fapt ce se datorează localizării electronilor și reducerii caracterului metalic de conductibilitate electrică. Pe de altă parte, reducerea caracterului metalic de conductibilitate a unor astfel de compoziții, mărește rezistența electrică a stratului activ, ceea ce aduce la reducerea raportului semnal / zgomot [11]. În lucrarea de față, pentru a depăși dezavantajul cauzat de raportul mic semnal / zgomot, la detectarea gazelor cu aplicarea sticlelor calcogenice multicomponente a fost utilizat curentul alternativ, prin măsurarea variației impedanței la interacțiunea cu gazul toxic țintă (NO₂) ori vaporii de apă.

1. METODE EXPERIMENTALE

Fabricarea peliculelor în cauză a fost realizată prin metoda evaporării termice în vid a materialului

prealabil sintetizat, care este cea mai răspândită tehnologie de fabricare a senzorilor de gaze.

În procesul fabricării am stabilit că structura și proprietățile peliculei As₂Te₁₃Ge₈S₃ sunt puternic determinate de parametrii de fabricare, cum ar fi natura substratului și temperatura lui, viteza de creștere a peliculei de calcogenură etc. În această lucrare peliculele subțiri As₂Te₁₃Ge₈S₃ au fost obținute cu viteza de depunere de ~30 nm/s fie pe substrat din sticlă (Pyrex) sau din ceramică Al₂O₃.

Evaporarea s-a realizat dintr-un evaporator de tantal sub formă de luntre, la presiunea de lucru de $\approx 10^{-4}$ Pa fără încălzirea sau răcirea substratului. Aria de depunere a fost de aproximativ 5 mm². Grosimile și forma peliculelor au fost măsurate și analizate, după preparare, folosind un microscop de forță atomic (SIS SCAN control / C). Morfologia suprafeței peliculelor a fost investigată, folosind un microscop electronic cu baleaj VEGA TESCAN TS 5130 MM (SEM). Structura peliculelor crescute a fost studiată prin analiza difracției razelor „X”, folosind difractometrul DRON -YM1 cu radiație FeK α . Viteza de rotație a contorului de scintilație a fost 2 (sau 4) grade / min.

Măsurarea impedanței s-a efectuat în interval de frecvențe de la 5 Hz până la 13 MHz folosind un analizor de impedanță HP4192A. Pentru aceste experimente peliculele subțiri active, au fost puse într-o celulă de testare (de 10 ml volum) în care gazele au fost injectate paralel cu suprafața peliculei. Debitul constant (100 ml / min) a fost menținut utilizând traductoare de debit (MFC, Wigha, Germania).

Vaporii de bioxid de azot cu o concentrație de 1,5 ppm, au fost obținuți utilizând tubul permiativ "Extended Life Tube- STD", ce asigură la temperatura 30°C o viteză de difuzie $r = (188 \pm 5)$ ng/min. Tubul a fost fabricat la compania VICI Metronics, California (SUA), și a fost certificat la Institutul Național de Standartizare din SUA. În instalația experimentală gazul purtător (aer sintetic uscat) se împarte în două fluxuri independente. Ambele fluxuri duc la un termostat și sunt conectate la două tuburi de sticlă în formă de „U”. Cilindrul permiativ a fost plasat în unul din tuburi, în care

gazul purtător era saturat cu gazul țintă (NO_2) la temperatură constantă. Al doilea flux este utilizat fie pentru diluare fie ca flux de referință. Ambele fluxuri trec prin dispozitivul de comutare / diluare, care îndreaptă gazul diluat ori spre celula de testare ori spre sistemul de evacuare.

Influența vaporilor de apă asupra spectrelor de impedanță a fost studiată umidificând gazul purtător, adică aerul uscat, folosind soluția saturată de sare de NaBr în apă. Este cunoscut că vaporii de aer la suprafața acestei soluții posedă o umiditate relativă de 58%.

2. REZULTATELE EXPERIMENTALE

2.1. Structura și morfologia

Peliculele subțiri de calcogenură cuaternară $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$ au fost crescute atât pe substraturi de sticlă (Pyrex) cât și pe substraturi de ceramică din Al_2O_3 .

Experimentele cu diferite substraturi au arătat că la viteze mari de depunere peliculele crescute pe substraturi de sticlă (Pyrex) sunt continue și netede, dar cele crescute pe ceramică sinterizată din Al_2O_3 constau din insule interconectate între care sunt spații în formă de găuri neregulate. Imaginea suprafeței acestor pelicule realizată cu microscopul electronic cu baleaj este reprezentată în Figura 1.

În fig. 2 sunt prezentate mostrele spectrelor de difracție a razelor „X” (XRD) ale peliculelor cuaternare $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$ depuse atât pe substrat sticlos (Pyrex) cât și pe substrat de ceramică Al_2O_3 . Este evident că, independent de natura substratului peliculele sunt în stare amorfă. În continuare, noi ne-am concentrat atenția asupra peliculelor de $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$ crescute pe substraturi de ceramică Al_2O_3 , deoarece morfologia lor conține spații și găuri neregulate, care facilitează penetrarea gazelor, oferind o suprafață activă de interacțiune mai mare. $45\mu\text{m}$.

Aceste pelicule au fost preparate prin evaporarea termică "prin explozie" a materialului în cauză, pe substraturi ceramice de Al_2O_3 cu electrozi interdigitali de platină depuși anterior. Lățimea fiecărui electrod constituia $15\mu\text{m}$ iar distanța dintre interelectrzi $45\mu\text{m}$.

2.2. Sesizarea gazelor prin măsurarea impedenței

Impedanța unei structuri funcționale caracterizată printr-un circuit echivalent RC,

inclusiv în baza unui material solid, poate fi prezentată în formă complexă [15]:

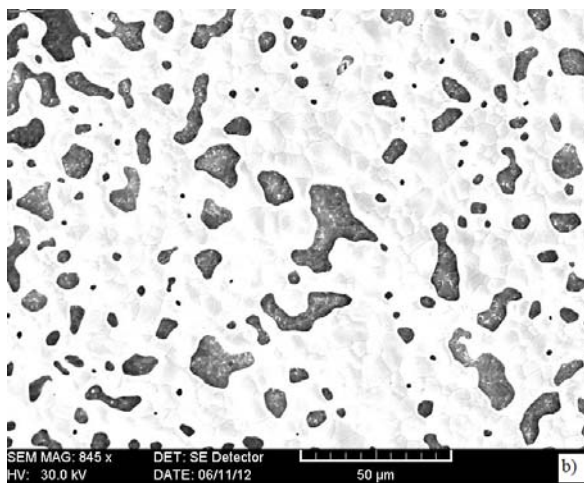
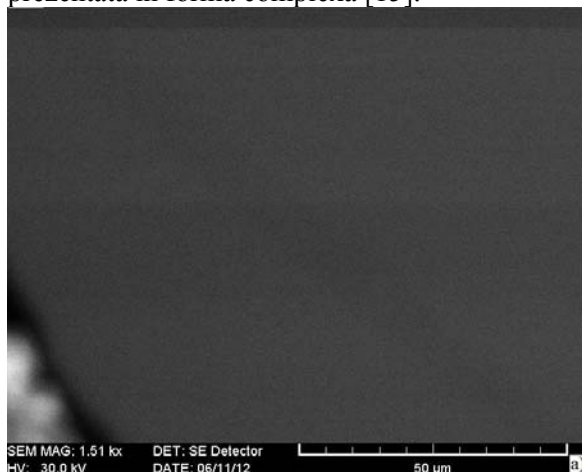


Figura 1. Microimaginea peliculelor subțiri din aliaje cuaternare $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$ crescute pe substraturi de sticlă (a) și pe ceramică din Al_2O_3 sinterizat (b).

$$Z(\omega) = \text{Re}(Z) + i \times \text{Im}(Z) \quad (1)$$

unde partea reală este:

$$\text{Re}(Z) = \frac{R}{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2} \quad (2)$$

iar partea imaginară:

$$\text{Im}(Z) = -\frac{\omega \cdot C \cdot R^2}{1 + (\omega \cdot C \cdot R)^2} \quad (3)$$

În aceste relații, R este rezistența activă, C – capacitatea electrică iar ω - pulsația câmpului electric aplicat. Este evident că la interacțiunea structurilor funcționale în bază de calcogenuri cu unele gaze din mediu ambiant, precum și cu vaporii de apă pot fi variate atât impedența cât și părțile ei reală și imaginară. În acest context este convenabil de a prezenta spectrele de impedanță

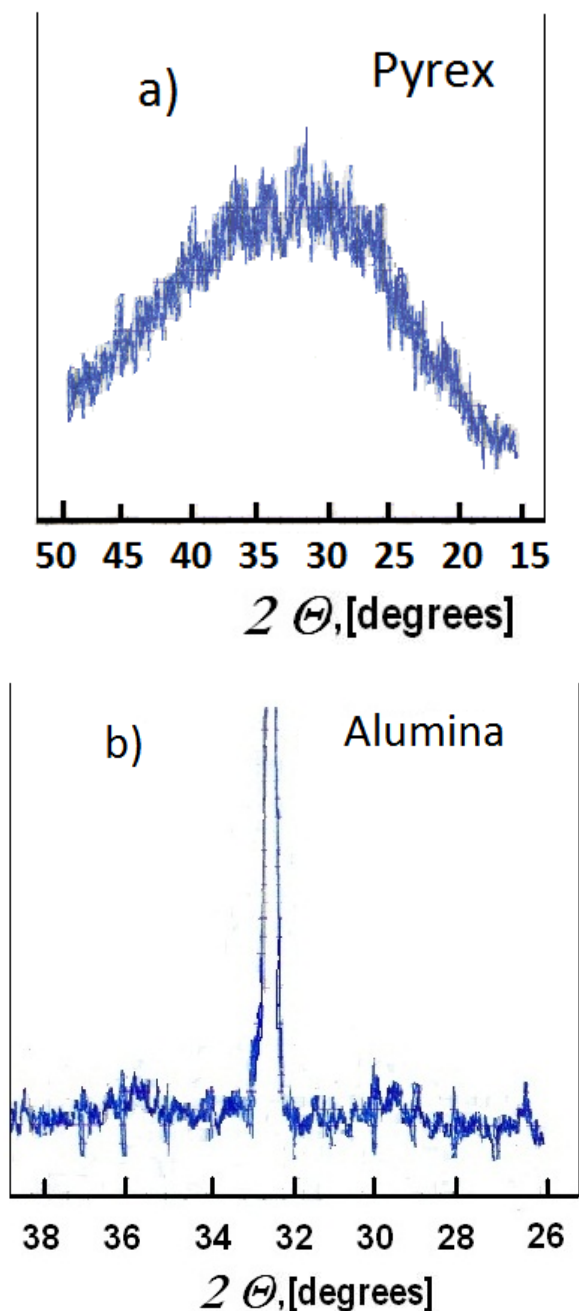


Figura 2. Monstrele spectrelor de difracție a razelor „X” a peliculelor cuaternare $As_2Te_{13}Ge_8S_3$ depuse pe substrat de sticlă (a), ori pe substrat de ceramică Al_2O_3 (b).

în forma în care partea imaginară a impedenței este reprezentată grafic versus părții reale a ei. Analiza acestei diagrame, în unele cazuri, dă posibilitatea de a determina parametrii electrici ai circuitului, rolul electrozilor, influența factorilor externi dependent de frecvența câmpului electric aplicat [15].

În figura 3,a este reprezentată diagrama complexă tipică pentru compoziția cuaternară $As_2Te_{13}Ge_8S_3$ (50 at.% Te) la temperatura camerei

(22°C) obținută în aer uscat și în mixtura lui cu 1,5 ppm NO_2 .

Se vede că diagrama complexă a impedenței, construită conform datelor experimentale măsurate ale valorilor părților reale și imaginare, par a fi niște semicercuri, tipice pentru un circuit RC paralel. Diametrele acestor semicercuri sunt atât de mari, adică rezistențele activă și reactivă sunt atât de mari, că nu pot fi reprezentate grafic complet, fiind limitați de posibilitățile analizatorului de impedență HP4192A utilizat (1200 kOhm).

Dependent de frecvență, adsorbția bioxidului de azot aduce la micșorarea atât a părții reale cât și celei imaginare a impedenței, adică influențează atât rezistența activă cât și capacitatea electrică a dispozitivului senzorial.

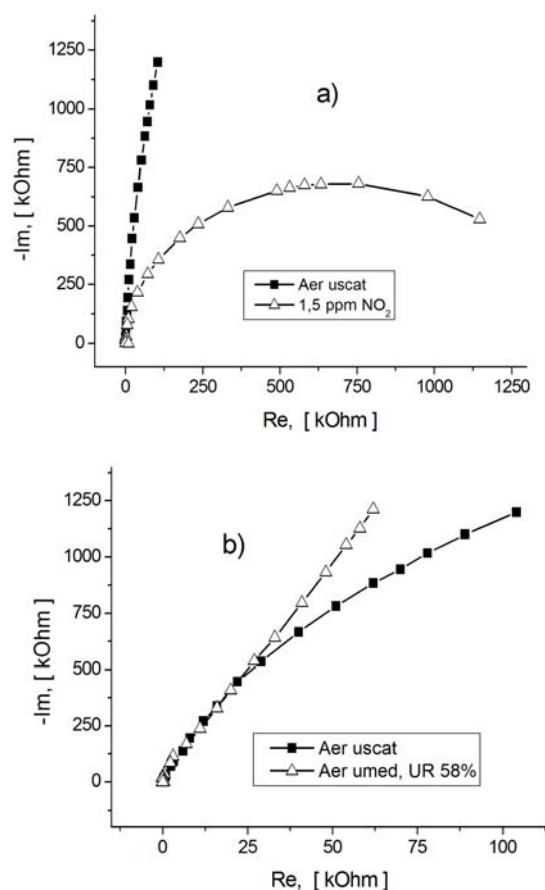


Figura 3. Influența bioxidului de azot (a) și a vaporilor de apă (b) asupra spectrului complex al impedenței a peliculelor de $As_2Te_{13}Ge_8S_3$ la temperatura 22°C.

Influența vaporilor de apă asupra diagramei complexe a impedenței are un caracter vice-versa. În figura 2,b este reprezentată această diagramă pentru aceeași peliculă de $As_2Te_{13}Ge_8S_3$, în condițiile când la temperatura de 22°C, aerul

uscăt este înlocuit cu aer care are umeditatea relativă (UR) 58 %. Aici, dependent de frecvență, interacțiunea cu vaporii de apă rezultă în creșterea esențială a părții imaginare a impedenței concomitent cu variația neesențială a părții ei reale.

Însăși impedența, dependent de frecvență se micșorează brusc la diluarea a 1,5 ppm de NO_2 în aer uscat, însă crește destul de lent în cazul când aerul devine umed. Figura 4 confirmă această afirmație prin prezentarea spectrelor de impedență a peliculei $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$ în aer uscat pur, diluat cu 1,5 ppm de bioxid de azot, precum și în aer umezit pînă la UR 58 %. Din această figură se vede că variația relativă a impedenței atinge valoarea de 80 % la fiecare ppm de bioxid de azot, adică acest material ar putea servi drept bază la elaborarea unui traductor excelent de NO_2 , operabil la temperatura camerei, chiar și în condițiile unei umedități sporite a aerului din mediul ambiant.

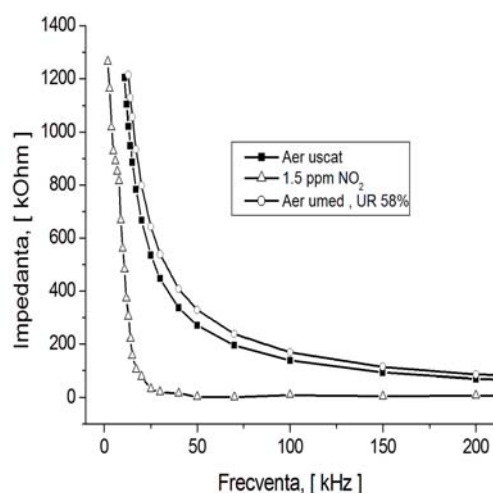


Figura 4. Influența bioxidului de azot și a umidității asupra spectrelor de impedență a peliculelor cuaternare $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$, la temperatura 22°C .

2. DISCUȚIA REZULTATELOR

Mecanismul interacțiunii semiconductorilor calcogenici, în special a Te polycristalin ori amorf a fost cercetat și discutat în mai multe lucrări dedicate sensibilității acestor materiale către gaze [3-8]. Una din sugestiile afirmate este că aceste materiale fac parte din clasa de materiale numite semiconductori cu electroni solitari. Stările energetice ale p-electronilor solitari (care nu sunt implicați în formarea legăturilor covalente) ai atomilor de calcogen din aceste materiale, se extind într-o bandă energetică admisă. Intervalul energetic dintre această bandă și banda de conducție reprezintă

banda interzisă de bază a acestui material, care determină proprietățile lui de semiconductor.

În afară de aceasta, interacțiunea dintre electronii solitari, precum și cea dintre ei și legăturile chimice nesaturate, crează defecte încărcate proprii; adică stări energetice localizate în banda interzisă, care fixează nivelul Fermi mai aproape de banda de valență și determină conductibilitatea electrică de tipul „p”. Dezordinea spațială și compozițională a materialului aduce la crearea unui potențial aleatoriu, care rezultă în formarea cozilor benzilor admise, precum și la apariția unei valori finite a densităților de stări în vecinătatea nivelului Fermi.

În această ordine de idei, ca și în cazul Te elementar [3], sensibilitatea peliculei de $\text{As}_2\text{Te}_{13}\text{Ge}_8\text{S}_3$ către bioxidul de azot se afiliază chemisorbției „puternice”, adică molecula de NO_2 , fiind adsorbită la suprafața materialului calcogenic semiconductor în cauză, se impune ca o legătură chimică nesaturată, care acceptă un electron din perechea solitară a atomilor calcogenurii. Capturarea unui electron solitar înseamnă tranziția unui electron din partea de sus a benzii de valență (formată din stările electronilor solitari) pe un nivel acceptor creat de molecula de NO_2 , proces însoțit de eliberarea unui gol suplimentar. În așa mod, adsorbția bioxidului de azot aduce la creșterea la suprafața materialului a densității purtătorilor de sarcină majoritari și, în final, la creșterea conductibilității lui electrice, inclusiv la current alternativ.

Mecanismul influenței vaporilor de apă asupra impedenței peliculelor de calcogenuri în cauză, diferă de cel discutat pentru interacțiunea cu NO_2 . În acest caz, adsorbția vaporilor de apă mărește rezistența electrică a peliculei. Ca și în cazul telurului elementar [3] această creștere poate fi cauzată de particularitățile deosebite ale moleculei de apă. Molecula de H_2O posedă un moment dipolar foarte mare ($15 \cdot 10^{-30} \text{ C} \cdot \text{m}$). Apropiindu-se de suprafața calcogenurii încărcate pozitiv, molecula de H_2O se rotește în spațiu, se orientează și se fixează pe suprafața peliculei cu polul negativ spre interior. Concomitent, golurile libere din rețeaua spațială a solidului devin tot mai localizate la suprafața la care s-au fixat moleculele de apă, datorită apariției unor forțe de legătură de natură electrostatică, foarte slabe. Localizarea unor goluri libere la suprafață, micșorează electroconductibilitatea peliculei, adică se observă o influență a vaporilor de apă vice-versa celei ale moleculelor de bioxid de azot.

În sfârșit, este de menționat faptul că impedența peliculelor calcogenice în cauză

descrește cu creșterea frecvenței câmpului electric aplicat, cea ce duce la realizarea mecanismului de conductibilitate "prin salturi" ale electronilor pe stările localizate în cozile benzilor admise și /ori pe stările localizate în vecinătatea nivelului Fermi. Acest tip de conductibilitate este unic pentru materialele dezordonate. Variația caracterului descreșterii impedenței cu creșterea frecvenței la aplicarea bioxidului de azot (Fig.4) scoate în evidență modificarea, la adsorbția acestui gas, nu numai a concentrației purtătorilor de sarcină majoritari, dar și a mecanismului lor de transport.

3. CONCLUZII

Absorbția bioxidului de azot la suprafața materialului $As_2Te_{13}Ge_8S_3$ aduce la creșterea esențială a conductibilității lui electrice, inclusiv la curent alternativ. Impedența peliculelor calcogenice în cauză, descrește cu creșterea frecvenței câmpului electric aplicat, fapt ce indică realizarea mecanismului de conductibilitate "prin salturi" ale purtătorilor de sarcină pe stările localizate în cozile benzilor admise și /ori pe stările localizate în vecinătatea nivelului Fermi. Sensibilitatea peliculelor $As_2Te_{13}Ge_8S_3$ către bioxidul de azot este cauzată nu numai de creșterea concentrației purtătorilor de sarcină majoritari, la adsorbția acestui gas, dar și de modificarea mecanismului lor de transport.

4. CONTRIBUȚII

Această lucrare a fost susținută de CSȘDT AȘM, grant 15.817.02.29A. Autorul exprimă mulțumiri Dr. M. Enache de la CNCM a UTM pentru efectuarea Microscopiei electronice cu baleaj și Dr. G. F. Volodina de la IFA IAF AȘM pentru analiza difracției razelor „X”

Bibliografie

1. **Tsiulyanu D.** Chalcogenide Semiconductor Based Gas Sensors, in: *Encyclopedia of Sensors, V. 2*, edited by C. A. Grimes and E.C. Dickey, USA, American Scientific Publishers, pag. 113 ... 124, 2006.
2. **Tsiulyanu D., Marian S., Miron V., Liess H-D.** High sensitive tellurium based NO₂ gas sensor, *Sens. Actuators, B*, 73, pag.35 ... 39, 2001.
3. **Tsiulyanu D., Stratan I., Tsiulyanu A., Liess H-D. și Eisele I.** Investigation of the oxygen,

nitrogen and water vapour cross-sensitivity to NO₂ of tellurium-based thin film. *Sens. Actuators, B*, 121, pag.406 ... 413, 2007.

4. **Tsiulyanu D., Tsiulyanu A., Liess H-D., Eisele I.** Characterization of tellurium based films for NO₂ detection. *Thin Solid Films*, 485, pag. 252 ... 256, 2005.
5. **Bhandarkar V., Sen S., Muthe K.P., Kaur M., Kumar M. S., Deshpande S.K., Gupta S.K., Yakhmi J.V., Sahni V.C.** Effect of deposition conditions on the microstructure and gas-sensing characteristics of Te thin films. *Materials Science and Engineering, B*, 131, pag.156 ... 161, 2006.
6. **Siciliano T., Di Giulio M., Tepore M., Filippo E., Micocci G., Tepore A.** Tellurium sputtered thin films as NO₂ gas sensors. *Sens. Actuators, B*, 135, 250 ... 256, 2008.
7. **Tsiulyanu D., Marian S., Liess H-D.,** Sensing properties of tellurium based thin films to propylamine and carbon oxide, *Sens. Actuators, B*, 85, pag. 232 ... 238, 2002.
8. **Sen S., Muthe K.P., Joshi N., Gadkari S.C., Gupta, S.K., Roy J.M., Deshpande S.K. Yakhmi J.V.** Room temperature operating ammonia sensor based on tellurium thin films. *Sens. Actuators, B*, 98, pag. 154 ... 159, 2004.
9. **Sen S., Bhandarkar V., Muthe K.P., Roy M., Deshpande S.K., Aiyer R.C., Gupta S.K., Yakmi J.V., Sahni V.C.** Highly sensitive hydrogen sulphide sensors operable at room temperature, *Sens. Actuators, B*, 115, pag. 270 ... 275, 2006.
10. **Wüsten J., Potje-Kamloth K.** Chalcogenides for thin film NO sensors. *Sens. Actuators, B*, 145, pag. 216 ... 224, 2010.
11. **Marian S., Tsiulyanu D., Liess H-D.** Ge - As - Te based sensor selective to low NO₂ concentrations. *Sens. Actuators, B*, 78, pag.191 ... 194, 2001.
12. **Koleva K., Popov C., Petkova T., Petkov P., Mihailescu I.N., Reithmaier J – P.** Complex $(As_2S_3)_{(100-x)}(AgI)_x$ chalcogenide glasses for gas sensors. *Sens. Actuators, B*, 143, pag. 395...399, 2009.
13. **Popescu M., Velea A., Sava F., Lorinczi A., Tomescu A., Simion C., Matei E., Soco G., Mihailescu I.N., Andonie A., Stamatin I.** Structure and properties of silver doped SnSe₂ and Ge₂Sb₂Te₅ thin films prepared by pulsed laser deposition. *Phys. Status Solidi, A*, 207, pag. 516 ... 520, 2010.
14. **Macdonald J.R.** Impedance Spectroscopy. Willey, New York, pag.341, 1987.

Recomandat spre publicare:27.05.2015.

PROCEDEE ȘI TEHNICI DE STABILIZARE A PROCESELOR DE ARDERE A GAZELOR ÎN INSTALAȚII CU PUTERE VARIABILĂ

*V. Daud, consultant științific,
Agenția Națională pentru Reglementare Energetică*

1. INTRODUCERE

Tendința de extindere a diapazonului de variație a puterii arzătoarelor necesită variația într-un diapazon larg afectează mulți parametri, care determină formarea amestecului, lungimea flăcării și caracteristicile lui hidraulice. Totodată se agravează altă problemă – stabilitatea procesului de ardere. În practică deseori apare o instabilitate a procesului de ardere a gazelor în legătură cu ruperea flăcării sau pătrunderea ei în canalul arzătorului. Problemele stabilității proceselor de ardere a gazelor au fost studiate în mod teoretic și experimental de către mulți savanți din mai multe țări [1, 2].

Problema principală a acestor cercetări constă în obținerea rezultatelor experimentale și elaborarea modelelor matematice pentru aprecierea adecvată a acestor fenomene. Ca idee de bază a acestor experimente este determinarea corelației dintre stabilitatea procesului de ardere și viteza de propagare a flăcării. Vorbind de stabilitatea procesului de ardere, se subînțelege proprietatea flăcării de a se menține în procesul de ardere în stare „nemișcată” în raport cu gura arzătorului. Este cunoscut faptul [2], că există un echilibru dintre tendința flăcării de a se deplasa împotriva fluxului de amestec, pe de o parte, și tendința de a fi “aruncată” de la gura arzătorului de către fluxul de amestec. Spre regret, fenomenul de echilibru al flăcării se observă într-un diapazon îngust de viteze ale fluxului de amestec aer-gaz. După cum este menționat [1, 2], factorii care influențează stabilitatea procesului de ardere sunt următorii: cantitatea de gaze în amestec și raportul de aer-gaze; modul de mișcare a amestecului; diametrul gurii arzătorului; diverse particularități constructive ale arzătorului.

În literatura de specialitate [1,2] sunt propuse diverse modele pentru explicarea mecanismului de stabilizare a flăcării, dintre care unul are la bază balanța energiei termice generate la arderea gazelor cu temperatură înaltă și energia consumată de amestecul aer-gaz cu temperatură joasă. Echilibrul termic se formează la granița de contact dintre amestecul care nu s-a aprins și produsele de ardere

cu temperatură înaltă. Stabilitatea procesului de ardere se asigură cu ajutorul diverselor piese - stabilizatoare de diferite construcții. De regulă, se utilizează piese de barare a fluxului de amestec cu caracteristici aerodinamice joase, pentru care zona de recirculare nu depinde semnificativ de viteza fluxului de amestec aer-gaz.

Multiple cercetări experimentale arată, că pentru flacăra difuzională formarea amestecului aer-gaz are un caracter local și structura flăcării depinde de raportul local, nu integral de aer-gaz și din această cauză stabilitatea procesului de ardere depinde de acest raport, în deosebi la viteza fluxului apropiată de valoarea critică a vitezei de rupere a flăcării. Rezultatele cercetărilor anterioare sunt viabile pentru un set de condiții concrete, însă în realitate condițiile variază mult, legate de necesitatea funcționării într-un diapazon larg de putere.

În lucrarea curentă se prezintă rezultatele cercetărilor stabilizării procesului de ardere viabile într-un diapazon larg de putere, ce servesc ca model de control electronic în timp real în instalațiile de ardere.

2. METODICA DE CERCETARE A STABILITĂȚII PROCESULUI DE ARDERE

Diapazonul de ardere stabilă se află în intervalul dintre limitele de rupere a flăcării și pătrunderii ei în arzător. Cu cât este mai mică viteza amestecului, la care flacăra pătrunde în interior și mai mare aceea de rupere, cu atât mai larg devine diapazonul de reglare a puterii arzătorului la sarcina cu caracter variabil. Trebuie de menționat, că fenomenul ruperii flăcării este caracteristic tuturor tipurilor de arzătoare și pericolul lui se manifestă prin întreruperea arderii gazelor pe un timp, apoi urmată de explozia amestecului acumulat în acest timp. Fenomenul pătrunderii flăcării în arzător se observă de regulă, la arzătoare cu amestec preliminar, dar se întâmplă mai rar, și la arzătoare difuzionale care se manifestă prin arderea în ambrazura arzătorului, ceea ce duce la defectarea lui.

Pentru cercetarea diapazonului de funcționare stabilă a arzătorului e necesar ca condițiile de ardere în timpul cercetărilor, să decurgă cât se poate, mai aproape de realitate, prin arderea reală a gazului, nu prin simulare. Funcție de aceste condiții se determină procedeele de efectuare a experimentelor. Cercetările arzătoarelor de putere variabilă, în lucrare, se realizează în cazane de încălzire cu apă. Experimentele au fost efectuate pe stand, care permite colectarea datelor în mod automatizat și repetarea experimentelor în condiții similare. O altă latură importantă este realizarea experimentelor în două cazuri diferite: cu flacără deschisă (în afara focarului); în focar, în prezența contrapresiunii din focar. Pentru a stabili flacăra, la ieșire din arzător, se crează condiții sigure de aprindere a amestecului aer/gaz. Aceasta se rezolvă prin metode aerodinamice și cu utilizarea stabilizatoarelor. S-au cercetat stabilizatoare de diferite tipuri și dimensiuni, și s-a apreciat influența calitativă și cantitativă asupra stabilității flăcării pe tot diapazonul de variație a puterii arzătoarelor. Există o gamă largă de dispozitive atât cu funcții de formare a turbulenței, cât și de stabilizare a flăcării, dintre care pentru arzătoare cu putere variabilă, se consideră mai eficiente două tipuri:

a) stabilizator cu distribuție axială a gazului format dintr-un disc cu palete sectoriale, răsucite sub un unghi α față de curentul de aer (în continuare numit stabilizator de tip A;

b) stabilizator format dintr-un număr de palete în formă de „V” cu distribuție axială a gazului, numit stabilizator de tip B.

c) stabilizator de formă conică cu distribuția gazului pe partea periferică, numit stabilizator de tip C.

A fost cercetată stabilitatea procesului de ardere pe trei tipuri de stabilizatoare, A, B, și C cu diverse dimensiuni. Ținând cont că, din punct de vedere a securității se recomandă ca experimentarea stabilității să fie efectuată pe arzătoare de putere mică și medie dar reeșind și de la gradul înalt de automatizare și securitate a standului de cercetare au fost alese următoarele modele de arzătoare: de putere mică – $P_w = 250$ kW și de putere medie $P_w = 750$ kW.

Experimentarea stabilității funcționării arzătoarelor s-a efectuat pe standul automatizat, înzestrat cu senzori de presiune diferențială cu diapazonul 0-1000 Pa, calibrați pentru arzător: DAVA-250, putere maximă experimentală $P_w(max) = 300$ kW. La putere maximă, presiunea diferențială a gazului este calibrată la $\Delta P_g = 1000$ Pa și corespunde consumului de gaz $V_g = 300$ kW/(9,304*3600) = 0,00896 m³/s, iar presiunea

diferențială a aerului- calibrată la $\Delta P_a = 1000$ Pa și corespunde consumului de aer $V_a = V_g * 9,52 = 0,0855$ m³/s. Consumurile curente de aer și gaz se calculează cu formulele:

$$V_a = \Delta P_a \cdot 0,0855/1000 \text{ [m}^3/\text{s]},$$

$$V_g = \Delta P_g \cdot 0,00896/1000 \text{ [m}^3/\text{s]}$$

În mod similar, pentru arzătorul tip DAVA-750 cu puterea maximă experimentală $P_w(max) = 950$ kW, presiunea diferențială a gazului este calibrată la $\Delta P_g = 1000$ Pa și corespunde consumului de gaze $V_g = 950$ kW/(9,304*3600) = 0,0284 m³/s, iar presiunea diferențială a aerului este calibrată la $\Delta P_a = 1000$ Pa și corespunde consumului de aer, $V_g * 9.52 = 0,2706$ m³/s. Consumul curent de aer și gaz se calculează cu formulele:

$$V_a = \Delta P_a \cdot 0,2706/1000 \text{ [m}^3/\text{s]},$$

$$V_g = \Delta P_g \cdot 0,0284/1000 \text{ [m}^3/\text{s]},$$

care au avut aplicație la procesele de experimentare și cercetare a stabilității funcționării arzătoarelor. Colectarea datelor experimentale privind stabilitatea flăcării cu utilizarea standului automatizat și s-a realizat conform următoarei scheme pentru toate arzătoarele și tipurile de stabilizatoare:

1. S-e stabilește calitatea amestecului prin menținerea la nivel constant pe parcursul experimentului a coeficientului de exces de aer.

2. Se pornește arzătorul la o putere minimă prestabilită, P_w^{min} , și se crește treptat până la puterea $P_w \cong 0,9 P_w^{max}$.

3. Se crește lent puterea arzătorului, monitorizând în continuu volumurile instantanee de gaz și aer și starea de echilibru a flăcării.

4. În momentul dezechilibrului flăcării (rupeții/pătrunderii) se fixează automat și manual consumul instantaneu de gaz și aer - V_g și V_a .

5. Se coboară puterea arzătorului la puterea $P_w \cong 0,9 P_w^{max}$ și se repetă punctele 3 și 4 de, cel puțin, 3 ori. Trebuie de menționat, că această schemă este valabilă pentru toate cazurile propuse spre cercetare cu următoarele excepții:

a) în cazul cercetării pătrunderii flăcării în interior, puterea arzătorului se micșorează treptat de la P_w^{min} , până la apariția acestui fenomen;

b) în cazul cercetărilor în focar, s-au monitorizat mai mulți parametri cu excepția debitului instantaneu de gaz și aer - V_g^r și V_a^r : contrapresiunea în focar – P_c , temperatura produselor de ardere în coșul de fum – T_g .

Prelucrarea statistică a datelor colectate, s-a efectuat conform următorului algoritm:

Tabelul 1. Rezultatele experimentale privind stabilitatea arderii (arzător- Dava-750, stabilizator tip C, $D_s=144\text{mm}$, "pătrunderea flăcării").

Coef. exces de aer, "a"	Datele măsurate consum aer						Datele măsurate consum gaz					
	Exp. 1		Exp. 2		Exp. 3		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 3	
	dP_a Pa	V_a m^3/s	dP_a Pa	V_a m^3/s	dP_a Pa	V_a m^3/s	dP_g Pa	V_g m^3/s	dP_g Pa	V_g m^3/s	dP_g Pa	V_g m^3/s
0.8	118	0.0318	117	0.0316	116	0.0315	127	0,0037	137	0,0037	173	0,0036
0.9	153	0.0415	154	0.0418	143	0.0388	165	0,0043	165	0,0044	169	0,0040
1	148	0.0401	138	0.0374	147	0.0397	134	0,0038	127	0,0035	134	0,0038
1.1	139	0.0375	125	0.0338	126	0.0342	134	0,0033	137	0,0029	134	0,0030
1.2	105	0.0284	96	0.0260	109	0.0294	67	0,0023	95	0,0021	95	0,0024

Tabelul 2. Rezultatele experimentale privind stabilitatea arderii (arzător Dava-750, stabilizator tip C, $D_s=144\text{mm}$, "ruperea flăcării").

Coef. exces de aer "a"	Datele măsurate de consum aer						Datele măsurate de consum gaz					
	Exp. 1		Exp. 2		Exp. 3		Exp. 1		Exp. 2		Exp. 3	
	dP_a Pa	V_a m^3/s	dP_a Pa	V_a m^3/s	dP_a Pa	V_a m^3/s	dP_g Pa	V_g m^3/s	dP_g Pa	V_g m^3/s	dP_g Pa	V_g m^3/s
0.8	687	0.186	658	0.178	743	0.201	880	0,022	845	0,021	915	0,023
0.9	839	0.227	942	0.255	957	0.259	915	0,024	951	0,027	915	0,027
1	831	0.225	865	0.234	902	0.244	845	0,021	880	0,022	880	0,023
1.1	750	0.203	824	0.223	750	0.203	704	0,018	775	0,019	704	0,018
1.2	647	0.175	610	0.165	591	0.160	563	0,014	528	0,013	493	0,013

1. Pentru volumele instantanee de gaz și aer - V_g și V_a măsurate și coeficientul excesului de aer α stabilit, se determină viteza amestecului aer-gaz în momentul ruperii flăcării cu următoarea formulă:

$$w_{am}^r = C_{am}^r / S_a, \tag{1}$$

unde: $V_{am}^r = V_g^r + V_a^r$ este debitul amestecului instantaneu egal cu suma volumelor instantanee de gaz și aer; S_a - aria secțiunii echivalente a gurii arzătorului.

2. Se prelucrează statistic valorile colectate în conformitate cu metoda prescrisă în [4]:

a) se determină valoarea medie a vitezei amestecului la ruperea flăcării:

$$\tilde{w}_r = \sum_{i=1}^k w_{am_i}^r / k, \tag{2}$$

b) se calculează dispersia vitezei amestecului la ruperea flăcării:

$$S^2 = \sum_{i=1}^k (w_{am_i}^r - \tilde{w}_r)^2 / k, \tag{3}$$

c) se calculează abaterea standard a vitezei amestecului de la viteza medie la ruperea flăcării:

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{1}{k-1} \cdot \sum_{i=1}^k (w_{am_i}^r - \tilde{w}_r)^2}, \tag{4}$$

d) se calculează abaterea maximă:

$$\Delta w_{max} = |w_{am}^r - \tilde{w}_r|. \tag{5}$$

e) se verifică abaterea maximă cu ajutorul t-distribuției Student [67, 69]:

$$\tau = \Delta w_{max} / \bar{S}, \tag{7}$$

f) Se determină valorile $t_{(5\%, k-2)}$ și $t_{(0.1\%, k-2)}$ din t-distribuția Student [64, 66]:

g) Se calculează $t_{(p, k)}$, pentru valorile $t_{(5\%, k-2)}$, $t_{(0.1\%, k-2)}$ cu formulele următoare:

$$\tau_{(5\%,k)} = \frac{t_{(5\%,k+2)} \cdot \sqrt{k-1}}{\sqrt{(k-2) + |t_{(5\%,k+2)}|}^2} \quad (8)$$

$$\tau_{(0.1\%,k)} = \frac{t_{(0.1\%,k+2)} \cdot \sqrt{k-1}}{\sqrt{(k-2) + |t_{(0.1\%,k+2)}|}^2},$$

se compară rezultatele obținute și valorile pentru care $\tau_{(5\%,k)} \gg \tau_{(0.1\%,k)}$ și se exclud;

h) se recalculează din nou \tilde{w}_r, \bar{S} pentru valorile filtrate.

3. Pentru generalizarea rezultatelor experimentale s-a utilizat ecuația criteriului Pekle [144, 167]:

$$Pe = Pe_n \frac{1}{n} \alpha^m, \quad (9)$$

în care:

$Pe = wd/a$ - criteriul Pekle, determinat la viteza amestecului la ruperea flăcării;

$Pe_n = u_n d/a$ - criteriul Pekle, determinat la viteza de propagare a flăcării;

unde:

w_r - viteza medie a amestecului la ruperea flăcării [m/s];

d - diametrul gurii arzătorului [m];

a - coeficientul de difuzie a temperaturii în amestec [m/s];

u_n - viteza normală de propagare a flăcării [m/s];

α - coeficientul excesului de aer în amestec.

4. Conform rezultatelor experimentale se construiesc graficele ecuațiilor criteriului Pekle în scară logaritmică:

$$\lg(Pe) = F(\lg(Pe_n)) \quad (10)$$

Reieșind din poziția de înclinare a acestor drepte se calculează valoarea numerică a exponentului puterii - n :

$$w \cdot d / a = c(u_n \cdot d / a)^n \text{ sau } Pe = c \cdot Pe_n \frac{1}{n}, \quad (11)$$

de unde:

$$n = \frac{\Delta \lg(Pe)}{\Delta \lg(Pe_n)}. \quad (12)$$

5. Se calculează coeficientul de proporționalitate c pentru fiecare dreaptă (ecuație) în baza datelor experimentale cu formula:

$$c = \frac{wd/a}{(u_n \cdot d/a)^n} = \frac{Pe}{Pe_n^{1/n}}. \quad (13)$$

6. Se mediază valoarea coeficientului de proporționalitate, c , obținut pentru toate ecuațiile criteriului Pekle, apoi în coordonate logaritmice se construiește dependența de tipul:

$$c = F(\alpha^m). \quad (14)$$

7. Unghiul de înclinație a acestei drepte determină exponentul m , care reflectă dependența fenomenului ruperii/pătrunderii flăcării de α - excesul de aer:

$$m = \frac{\Delta \lg(c)}{\Delta \lg(F(\alpha^m))}. \quad (15)$$

8. În rezultat se obțin ecuațiile de rupere/pătrundere a flăcării:

$$\frac{w_r \cdot d}{a} = c_r \cdot \alpha^m \cdot \left(\frac{u_n \cdot d}{a}\right)^{\frac{1}{n_r}},$$

$$\frac{w_p \cdot d}{a} = c_p \cdot \alpha^m \cdot \left(\frac{u_n \cdot d}{a}\right)^{\frac{1}{n_p}}. \quad (16)$$

9. Se determină vitezele amestecului aer-gaz de rupere/pătrundere a flăcării:

$$w_r = c_r \cdot \alpha^m \cdot u_n \left(\frac{1}{n_r}\right) \left(\frac{d}{a}\right)^{\left(\frac{1}{n_r}-1\right)},$$

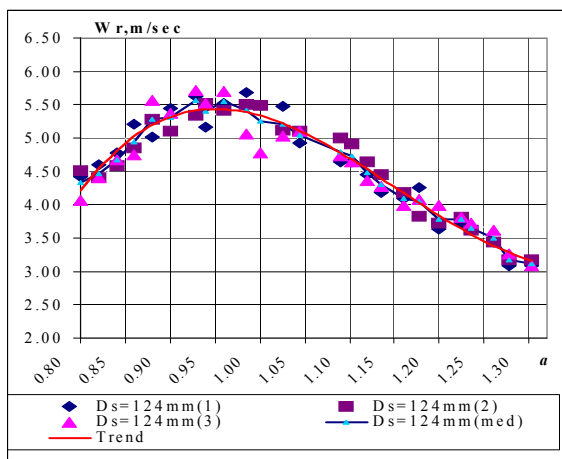
$$w_p = c_p \cdot \alpha^m \cdot u_n \left(\frac{1}{n_p}\right) \left(\frac{d}{a}\right)^{\left(\frac{1}{n_p}-1\right)}. \quad (17)$$

Aceste ecuații analitice sînt utilizate pentru verificarea rezultatelor experimentale, proiectarea noilor arzătoare și la exploatarea lor.

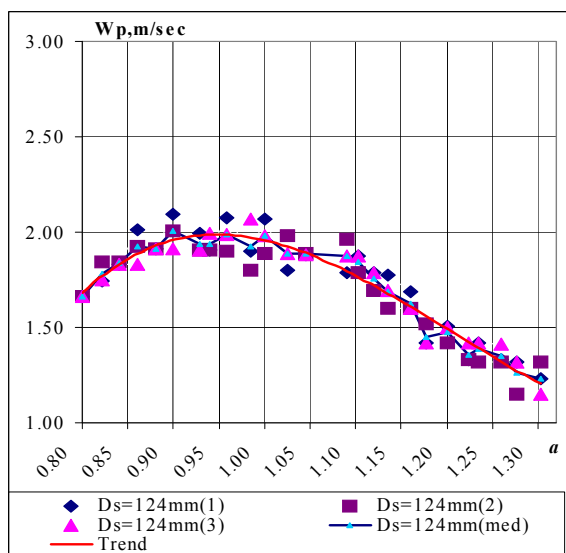
3. DETERMINAREA LIMITELOR DE STABILITATE A PROCESULUI DE ARDERE

După cum s-a mai menționat, factorii, care influențează stabilitatea procesului de ardere sunt cantitatea de gaze în amestec și raportul de aer-gaze, modul de mișcare a amestecului, diametrul gurii arzătorului, diverse particularități constructive ale arzătorului. Realizând o gamă de experimente, apoi prelucrând aceste date în conformitate cu metodica expusă mai sus, obținem dependențele vitezelor rupere/pătrundere a flăcării de calitatea amestecului aer/gaz pentru fiecare arzător și tip de stabilizator. Luând în considerație că excesul de aer este recomandat $a = 0,95 \text{--} 1,05$ în

condiții staționare și $a = 0,8\text{:-}1,2$ în condiții tranzitorii, am propus să determinăm limitele stabilității procesului la acele viteze ale amestecului corespunzătoare limitelor exesului de aer în condiții tranzitorii. Astfel au fost experimentate arzătoare cu puterea $P_w = 250/750$ kW cu stabilizatoare de tip A,B,C cu dimensiunile echivalente $D_s = 138\text{:-}144$ mm, cu exces de aer $a = 0,8\text{:-}1,2$. Prezentăm un exemplu de diagrame experimentale în figurile 1a și 1b ale dependenței vitezei amestecului la rupere/pătrundere a flăcării de excesul de aer a .



(a)

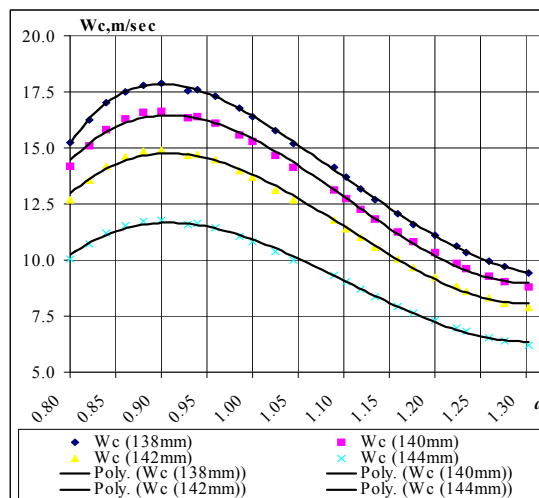


(b)

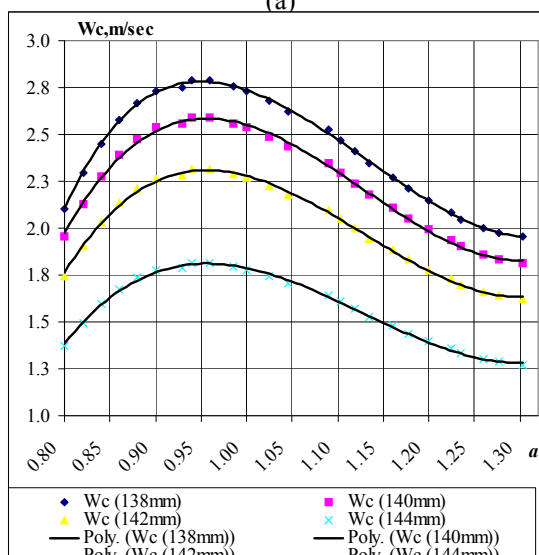
Figura 1. Dependența vitezelor de rupere (a) și pătrundere (b) experimentale de excesul de aer ($P_w=250$ kW, cu stabilizator tip A, $D_s = 124$ mm).

Pentru a generaliza diagramele obținute experimental, efectuăm recalculul acestor diagrame a vitezelor amestecului aer-gaz de rupere/pătrundere a flăcării în baza ecuațiilor teoretice pentru aceleași

condiții (vezi p. 9 din metoda de calcul). Aceste diagrame sunt prezentate în figurile 3 și 4.



(a)



(b)

Figura 2 . Graficul vitezelor de rupere (a) și pătrundere (b) calculate, în dependență de excesul de aer pentru cazul: $P_w=750$ kW, stabilizator tip C, $D_s = 138, 140, 142, 144$ mm.

Analiza rezultatelor obținute referitor la vitezele de rupere/pătrundere a flăcării permite să constatăm următoarele:

1. Curbele dependenței vitezei de rupere/pătrundere a flăcării de excesul de aer are valori maxime în diapazonul de variere $a = 0.95\text{:-}1.05$, practic pentru toate tipurile de stabilizatoare și nu depinde de dimensiunea lui (figurile 1 și 2). Aceasta se explică prin faptul, că arderea amestecului de această calitate generează mai multă căldură, ceea ce permite menținerea unui echilibru mai stabil între masa de amestec proaspăt și masa de amestec consumat (deja ars).

Tabelul 3. Parametrii ecuațiilor de stabilitate a flăcării.

Tip	P _w	Rupere			Pătrundere		
		n	c	m	n	c	m
A	250	0,71	3,18	-0,10	0,74	1,45	-1,08
	750	0,74	10,08	-1,15	0,86	3,57	-0,28
B	250	0,80	5,25	-0,29	0,75	1,47	-0,98
	750	0,70	8,47	-0,85	0,85	3,44	-0,58
C	250	0,78	5,42	-0,41	0,75	1,34	-1,11
	750	0,82	16,72	-1,48	0,82	2,71	-0,65

2. Viteza de rupere/pătrundere a flăcării depinde esențial de diametrul stabilizatorului și se observă că cu cât diametrul este mai mic, cu atât fenomenul de rupere este la viteză mai mică, iar fenomenul de pătrundere - la viteză mai mare. La viteze mari ale amestecului, micșorarea diametrului duce la diminuarea turbulenței, amestecul devine neomogen în volumul flăcării și ca urmare, procesul devine instabil (figurile 1 și 2).

Efectuând verificarea rezultatelor experimentale cu ajutorul criteriului Pekle am constatat, că procesul de ardere este stabil pentru toate tipurile de stabilizatoare. Dependența liniară a logaritmului, l_e (P_e) și l_e (P_{en}) confirmă că procesul de ardere se află în stare de echilibru.

În baza prelucrării rezultatelor experimentale pentru determinarea stabilității procesului de ardere a gazelor în condițiile susnumite s-au calculat valorile coeficienților n , c , și m din ecuațiile de stabilitate, care sunt prezentate în tabelul 3.

În scopul generalizării acestor rezultate, ținând

cont de variația liniară a acestor coeficienți, s-a aplicat interpolarea liniară a acestor parametri și am obținut formula variației coeficienților din ecuațiile de stabilitate, care permite calculul acestor coeficienți pentru puterile intermediare ale arzătoarelor:

$$k_x = k_0 + \frac{\Delta k}{\Delta P_w} \cdot (P_w^x - P_w^0) \quad (18)$$

Pentru cazul concret avem:

$$\Delta P_w = 750 - 250 \text{ kW}; \quad P_w^0 = 250 \text{ kW};$$

unde P_w^x este puterea curentă a arzătorului, kW;
 k_0 , P_x - valoarea coeficientului respectiv (n, c, m) la puterea 250 kW și P_w^x , respectiv.

Prin urmare, această formulă se aplică la calculul valorilor parametrilor c , n și m atât în proiectarea arzătoarelor noi, cât și în exploatarea celor curente. De regulă, aceste rezultate sunt implementate în programele de comandă ale arzătoarelor pentru determinarea în mod operativ a limitelor stabilității flăcării și combaterii

Tabelul 4. Vitezele limită stabile ale flăcării cu diverse stabilizatoare

Tip	P _w , kW	Diametru stabilizator	Viteza maximă de rupere	Viteza minimă de pătrundere	Diapazonul de viteze
		D _s	W _r , m/s	W _p , m/s	dW, m/s
A	250	124	5,50	2,00	3,50
		122	4,75	1,78	2,97
	750	144	14,24	2,35	11,89
		142	13,45	2,77	10,68
B	250	124	5,52	2,00	3,52
		122	5,06	1,75	3,31
	750	144	14,48	2,75	11,73
		143	13,40	2,33	11,07
C	250	124	6,45	1,85	4,60
		122	5,56	1,71	3,85
	750	144	15,48	2,63	12,85
		143	14,07	2,29	11,78

fenomenului de rupere/pătrudere a flăcării [3,5,6, 8,9]. În acest mod s-au calculat valorile vitezelor maxime de rupere și celor minime de pătrundere, corespunzător diapazonul de viteze, ce sunt prezentate în tabelul 4, din care rezultă, că performanțele stabilizatorului tip C sunt mai înalte față de celelalte tipuri A și B.

În baza datelor experimentale înafară de viteza amestecului aer/gaz la limita de rupere/pătrundere flacără am determinat consumul de gaz și puterea dezvoltată în aceste condiții. Acești parametri sunt foarte importanți atât la etapa de proiectare a noi arzătoare, cât la etapa de exploatare, asigurând un control electronic a stabilității procesului de ardere. Unele rezultate sunt prezentate în figurile 3 și 4 ce reflectă dependența consumului de gaz și puterea dezvoltată, respectiv în condițiile de rupere/pătrundere flacără. Se observă că puterea dezvoltată este proporțională cu consumul de gaz, însă e

turbulență mai puternică și respective se formează un amestec mai omogen aer/gaz și duce la sporirea puterii arzătorului. Totodată, se observă, că valorile maxime ale puterii se obțin în diapazonul excesului de aer = 0,9:-1,05.

Aceste rezultate sunt recomandate și utilizate atât în proiectarea arzătoarelor noi [2, 9, 10], cât și în exploatarea lor. Rezultatele obținute sunt implementate în programele de comandă pentru a determina electronic, în mod operativ limitele stabilității flăcării

4. CONCLUZII

După cum s-a menționat, problema principală a cercetării stabilității procesului de ardere a gazelor constă în obținerea rezultatelor experimentale și elaborarea modelelor matematice pentru aprecierea

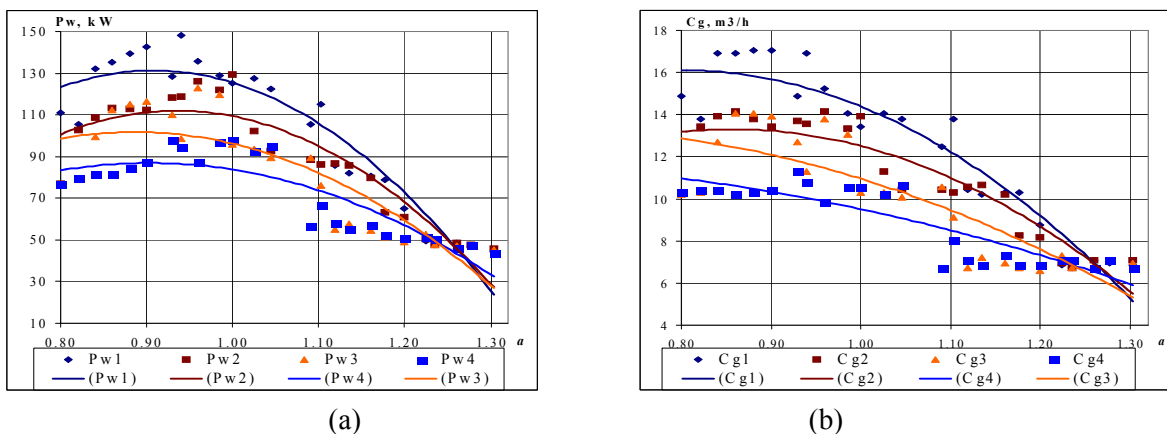


Figura 3. Puterea dezvoltată (a) și consumul de gaz (b) la rupere în dependență de excesul de aer ($P_w=750$ kW, stabilizator tip C, $D_s = 138, 140, 142, 144$ mm).

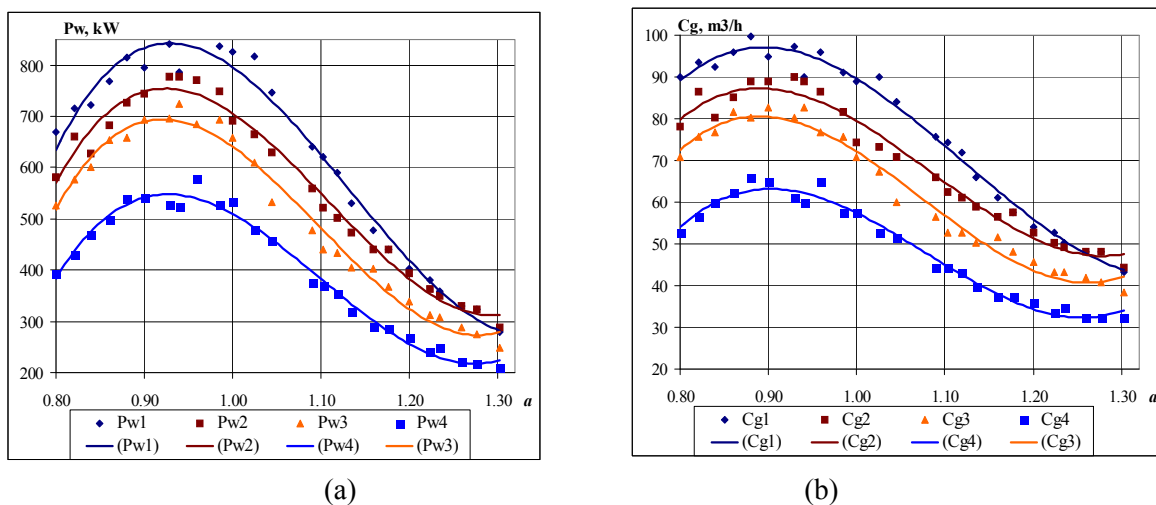


Figura 4. Puterea dezvoltată (a) și consumul de gaz (b) la pătrundere în dependență de excesul de aer ($P_w=750$ kW, stabilizator tip C, $D_s = 138, 140, 142, 144$ mm).

puernic influențată și de tipul și diametrul efectiv al stabilizatorului. Acest parametru cauzează o

adecvată a acestor fenomene. În lucrarea curentă am prezentat metoda și algoritmul de prelucrare

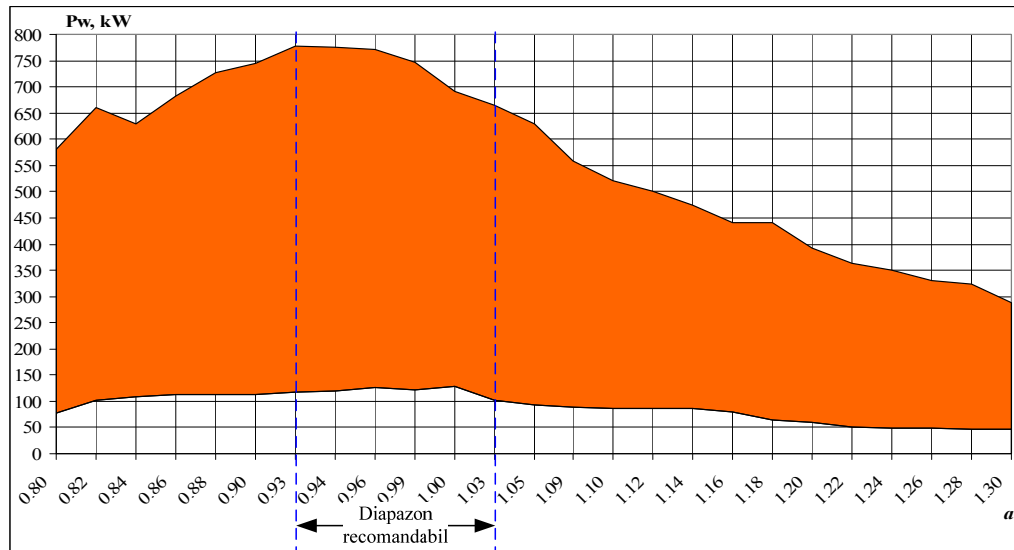


Figura 5. Diapazonul de putere dezvoltată cu ardere stabilă pentru cazul: $P_w=750$ kW, stabilizator tip C, $D_s = 142$ mm.

statistică a datelor experimentale pentru determinarea stabilității procesului de ardere. Analiza comparativă a rezultatelor acumulate permite formularea următoarelor concluzii:

- Curbele dependenței vitezei de rupere/pătrundere a flăcării depind de excesul de aer, au valori maxime în diapazonul de variație $a = 0.95$ - 1.05 practic pentru toate tipurile de stabilizatoare și nu depind de dimensiunea lor, însă depind esențial de diametrul echivalent: cu cât diametrul este mai mic, cu atât fenomenul de rupere se observă la viteză mai mică, iar fenomenul de pătrundere - la viteză mai mare.

- S-au determinat parametrii, n , c , m din ecuațiile de stabilitate a arderii și s-au calculat vitezele teoretice de rupere/pătrundere a flăcării pentru aceleași condiții ale experimentelor. Rezultatele calculului corespund dependențelor experimentale ale vitezelor de rupere/pătrundere a flăcării. Devierea rezultatelor teoretice de cele experimentale constituie ± 2 - 8% .

- Puterea dezvoltată minimă/maximă a arzătoarelor este dependentă de viteza de rupere/pătrundere a flăcării, care este influențată esențial de diametrul echivalent al stabilizatorului. S-a constatat că stabilizatorul tip C are performanțe mai bune. Ținând cont totodată și de tehnologia fabricării stabilizatoarelor, se recomandă utilizarea stabilizatorului de tip A și stabilizatorului de tip C.

- S-a dedus formula, care se aplică la calculul valorilor parametrilor c , n și m atât în proiectarea arzătoarelor noi, cât și în exploatarea lor: aceste rezultate sunt implementate în programele de comandă ale arzătoarelor pentru determinarea în mod operativ a limitelor stabilității flăcării și combaterii fenomenului de rupere/pătrundere a flăcării.

Bibliografie

- Alexeeva T.I., Novicov L. M. *Novye zakonmernosti stabilizatsii plameni. Fizika gorenija i vzryva*. 1979 № 4, p. 135-137.
- Antonescu N., Stănescu P.D., Antonescu N.N. *Procese de ardere - bazele fizice și experimentale*. - Editura MATRIX - București 2003.
- Arzătoare automatizate de gaz de tip "DAVA". - In: <http://www.rgg.md/doc.arzro.html>
- Bercea M. *Bazele cercetării experimentale. Vol.1. Iași: Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", 1997*
- Daud V., Nicu R. *Studiul tehnicilor de stabilizare a proceselor de ardere în arzătoare de gaze cu putere variabilă*. - In: *Registrul de Stat a operelor ocrotite de dreptul de autor și drepturi conexe. Seria PC, Nr. 1090/1911, AGEPI, 2008*
- Daud V., Nicu R. *Program de calcul a parametrilor arzătoarelor cu control electronic de putere variabilă*. - In: *Registrul de Stat a operelor ocrotite de dreptul de autor și drepturi conexe. Seria OS Nr. 1667/1634, AGEPI, 2007*.
- Daud V., R. Nicu. *Procedeu de optimizare a proceselor tehnologice în sisteme termoenergetice*. In: *Tezele conferinței anuale a doctoranzilor și studenților UTM*. - Chișinău, 17 noiembrie 2006.
- Nicu T., Daud V., Cerneavschi M. *Procedeu de dirijare automatizată a arzătorului de gaz. Brevet de invenție nr. 1908G2 (MD), F23 NI /02, 2001*.
- Nicu T., Nicu V., I. Ciobanu. *Microcontroller electronic control for monoblock gas burners type «DAVA»*. - In: *PROCEEDING OF CNE - 2000, Chișinău, 2000*.

Recomandat spre publicare: 16.04.2015.

CERCETAREA FACTORILOR DE BAZĂ CARE DETERMINĂ REZISTENȚA PĂMÂNTURILOR ARGILO-NISIPOASE

V. Polcanov, dr.ing., conf.univ., N. Funieru
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

În Moldova construcții se efectuează în condiții geologico-tehnice foarte dificile care, în special, sunt condiționate de răspândire largă a pământurilor argilo-nisipoase cu grosimea mare a straturilor. Distrugerea echilibrului natural al mediului geologic însoțită de inundarea terenurilor de fundare și aplicarea sarcinilor adăugătoare, care apar în limitele șantierelor, formează calități și proprietăți noi a pământurilor. Ca urmare, se schimbă și capacitatea portantă a terenurilor de fundare. De aceea, pentru proiectanți este foarte important de a determina corect valorile caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor, care sunt implicate în domeniul acțiunii ingineresti.

În articolul sunt prezentate rezultatele cercetărilor proprietăților fizico-mecanice ale pământurilor argilo-nisipoase din diferite regiuni a Republicii Moldova.

1. ARGUMENTAREA CERCETĂRILOR EFECTUATE

Materialele existente faptice arată, că în Republica Moldova cercetările rezistenței, între care, și luarea în considerare proprietăților reologice ale pământurilor, care alcătuiesc majoritatea taluzurilor și versanților, se referă la două tipuri de pământ argilos: 1 – argile pestrițe ghemuite, boțite, care aproape complet au schimbat structura sa inițială, cu fisurația verticală, cu oglinzi de alunecare înclinate, des situate; 2 – argile suriu-verzi, sure, albastre întuncate cu încluziuni de nisip pe suprafața de stratificație care au păstrat structura și textura sa inițială. Aceste pământuri alcătuiesc majoritatea taluzurilor și versanților din Republica Moldova. Întrebările legate de studiul rezistenței pământurilor argilo-nisipoase nu sunt expuse destul de bine.

Ca urmare, în literatură informativă și tabele regionale lipsesc valorile caracteristicilor reologice: coeziunii structurale, pragului de fluid, ș.a. Este locul de remarcat, că anume aceste parametre determină posibilitatea de manifestare a deformației de fluid la

pământuri și reducerea rezistenței în timp, ceea ce permite prognoza rezistenței îndelungate și determinarea exactă a capacității portante a terenurilor de fundare.

2. REZULTATELE CERCETĂRILOR

Partea principală a încercărilor de studiu a fost efectuată la catedra de Geodezie, cadastru și geotehnică a Universității Tehnice a Moldovei. Rezultatele încercărilor efectuate au fost completate cu datele surselor din arhiva institutului „Moldghiproautor”.

Preventiv au fost cercetate proprietățile fizice ale pământurilor argilo-nisipoase studiate. Pe baza diagramelor de risipire a indicilor fizici n-a fost stabilită schimbarea proprietăților fizice în funcție de adâncimea. A fost evidențiată mărirea neînsemnată a densității, micșorarea umidității și consistenței a probelor de pământ din regiunile de sud a Republicii Moldova. S-a manifestat încă o dispersiune destul de mare a determinărilor valorilor caracteristicilor fizice ale pământurilor studiate (tabelul 1).

Tabelul 1. Valorile indicilor fizici ale pământurilor argilo-nisipoase

Regiunea Moldovei	Densitatea scheletului ρ_s , g/cm^3	Densitatea ρ , g/cm^3	Umiditatea w , %	Indicele de plasticitate, I_p , %	Indicele de lichiditate I_L , <i>unit. relativa</i>
Nord	2,69	$\frac{1,95}{1,65 - 2,15}$	$\frac{25}{15 - 45}$	$\frac{14}{7 - 17}$	$\frac{0,6}{-0,6 - 0,7}$
Centru	2,72	$\frac{1,95}{1,6 - 2,2}$	$\frac{25}{15 - 25}$	$\frac{15}{10 - 17}$	$\frac{0}{-0,6 - 0,6}$
Sud	2,70	$\frac{2,00}{1,7 - 2,2}$	$\frac{15}{15 - 25}$	$\frac{11}{15 - 17}$	$\frac{-0,1}{-0,6 - 0,3}$

Proprietățile de rezistență au fost studiate cu ajutorul aparatului de forfecare directă. Au fost construite diagramele de risipire care au evidențiat dispersiunea mare a rezultatelor încercărilor, ce poate fi explicată, în primul rând, cu diapazonul larg al consistenței eșantioanelor încercate (tabelul 2).

Tabelul 2. Valorile indicilor de rezistență a pământurilor argilo-nisipoase

Regiunea Moldovei	Diapazonul schimbării a rezistenței la forfecare τ_f , kPa pentru presiunea $\sigma_n=200$ kPa	Unghiul de frecare interioară, φ , grade	Coeziunea totală C_w , kPa	Coeziunea structurală C_c , kPa	Coeziunea primară Σ_w , kPa
Nord	39-222	11	60	40	20
Centru	70-385	14	120	60	60
Sud	45-294	17	120	70	50

Pentru a studia caracterul rezistenței a pământurilor cercetate au fost prelucrate rezultatele ale mai multor de 800 de încercări la forfecare a probelor de pământ cu suprafață naturală de forfecare și suprafață pregătită de forfecare.

Ecuatiile, care caracterizează rezistența pământurilor argilo-nisipoase, se exprimă prin următoarele relații: $S_1=0,19\sigma+60$ kPa – regiunea de nord, $S_2=0,25\sigma+120$ kPa – regiunea centrală, $S_3=0,30\sigma+120$ kPa – regiunea de sud.

Băzindu-se pe conceptul lui prof. N.N.Maslov [1,2] și rezultatele încercărilor pe probe de pământ cu suprafața pregătită de forfecare, coeziunea totală (C_w) a fost împărțită în două componente: coeziune structurală (C_c) și coeziune primară (Σ_w) (tabelul 2). Aceasta ne-a dat posibilitatea de a alcătui ecuațiile care caracterizează rezistența pământurilor cercetate cu coeziunea structurală complet distrusă: $S_{res1}=0,19\sigma+20$ kPa; $S_{res2}=0,25\sigma+60$ kPa; $S_{res3}=0,30\sigma+50$ kPa.

Pentru un studiu mai detaliat a reducerii posibile a rezistenței în funcție de consistență a fost efectuată pregătirea specială a selecțiunii și prelucrarea ulterioară ei folosind metoda „densitate-umiditate”.

A fost stabilit, că influența consistenței se manifestă, în mare măsură, în intervalul care depășește consistența plastic vârtoasă. La

consistența tare aceasta influență practic nu se manifestă. De aceasta cauză nu a fost obținută dependența rezistenței în funcție de consistență pentru pământurile din regiunea de sud ($I_L = -0,1$).

Analiza detaliată a indicilor fizici ale probelor de pământ din regiunile centrale și de nord a dat posibilitatea de a prelucra datele din selecțiunea totală. În fine, au fost obținute dependențe matematice ale parametrilor de rezistență în funcție de consistență (fig. 1), care pot fi folosite la rezolvarea problemelor ingineresti pentru constatare preventivă.

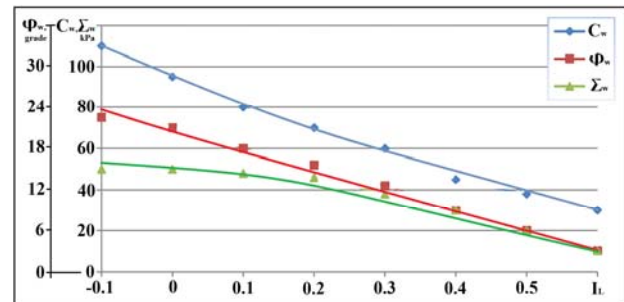


Figura 1. Diagrame dependentele parametrilor de rezistență în funcție de consistența ale pământurilor argilo-nisipoase cu plasticitate latentă.

În conformitate cu teoria fizico-tehnică de fluaj a terenului caracteristica reologică de bază este pragul de fluaj τ_{lim} , care poate fi determinat analitic prin formula: $\tau_{lim}=\sigma_n tg\varphi_w+C_c$. Trebuie de remarcat, că în majoritatea cazurilor condițiile localnice nu ne dă posibilitatea de a folosi direct expresia teoretică a pragului de fluaj pentru pământuri cu structura naturală. Referitor la cazul considerat acesta este legat cu încluziuni de mare măsură a carbonaților și cu particularitățile coeziunii structurale care încă nu sunt studiate complet. Legăturile rigide ale coeziunii structurale pot avea caracterul ionic; pot fi determinate prin legături de cimentare și de cristalizare etc. În toate cazurile ele au un caracter ireversibil. Totuși, cum demonstrează cercetările acad. V.D.Cazarnovschi, coeziunea primară a pământurilor argiloase de consistență dură și semidură la fel poate să condiționeze caracterul ireversibil rigid al deformației de forfecare. Așadar, este posibil, că coeziunea primară poate determina, într-o măsură anumită, valoarea pragului de fluaj. Și până acum întrebarea aceasta rămâne nerezolvată. Cu alte cuvinte, nu trebuie de crezut pe deplin schemelor teoretice. Aceasta înseamnă, că valoarea de calcul a pragului de fluaj trebuie să fie determinată experimental. Trebuie de remarcat, că rezultatele determinării experimentale a pragului de fluaj a pământurilor argilo-nisipoase din Moldova practic

lipsesc. Numai niște probe unice au fost cercetate în laboratoarele din Moldova, Dnepropetrovsc, Odesa. Cu toate acestea, din cauza lipșirii programului unic complex, au fost rezolvate niște probleme separate speciale. Nici nu există unitatea părerilor despre metoda încercărilor. În limitele cercetărilor prezentate valoarea coeziunii structurale (C_c) a fost stabilită pe baza rezultatelor încercărilor cu probe de pământ cu suprafața pregătită de forfecare. Pe baza dependențelor matematice obținute referitor la consistența de calcul pentru regiunile evidențiate expresiile pentru pragul de fluaj sunt: $\tau_{lim1}=0,19\sigma+20$ kPa; $\tau_{lim2}=0,31\sigma+40$ kPa; $\tau_{lim3}=0,34\sigma+60$ kPa.

La efectuarea cercetărilor prezentate pământurile argilo-nisipoase brun-roșietice au fost incluse într-o grupă specială (elementul geologotehnic EGT). Studiul lor a fost efectuat în timpul reconstruirii autodrumului Balcani-Chișinău cu scopul argumentării științifice a valorilor de calcul ale caracteristicilor de rezistență necesare pentru asigurarea stabilității îndelungate a taluzurilor. În laborator au fost cercetate probe de pământ prelevate dintr-un debleu de pe o zonă de drum.

În stare naturală probele de pământ cercetate se caracterizează prin umiditatea naturală cam mică, care se majorează cu mărirea adâncimii de la 12% până la 24%. Umiditatea mai mare de 20% a fost evidențiată la adâncimea mai mare de 8 m. De la adâncimea 8 m și mai jos se manifestă mărirea densității: $\rho=1,85-1,92$ g/cm³ – până la 8 m; $\rho=1,92-1,97$ g/cm³ – mai jos de 8m; și gradului de umiditate până la 0,84. Valorile indicelui porilor se schimbă fără oarecare caracter matematic și variază în limitele 0,60–0,73. Cu mărirea adâncimii se manifestă mărirea valorilor limitei superioare de plasticitate de la 35% până la 50%; indicelui de plasticitate (de la 15% până la 30%) și indicelui de lichiditate de la (-0,45) până la (+0,08). Pământurile stratului cercetat până la 18 m se află în stare tare.

În conformitate cu datele cercetărilor rețelei geodezice și încercărilor de laborator ale eșantioanelor din stratul argilos – argilo-nisipos ipotetic au fost evidențiate patru varietăți de pământ care corespund nivelelor de adâncime: 1m–3m, 3m–7m, 7m–15m, mai adânc de 15m.

Toate pământurile cercetate sunt mai puțin sau mai mult carbonizate. Cu toate că valorile indicelui de plasticitate sunt puțin mărite, stratul cercetat până la adâncimea 15 m poate să aparțină la pământuri argilo-nisipoase grele. Nu este exclus, că valoarea ridicată a indicelui de plasticitate I_p până la 22% se explică cu existența montmorilonitului în minerale argiloase.

Stratul de sus al pământurilor argilo-nisipoase până la adâncimea 3 m are culoare mai deschisă, este mult carbonizat și se caracterizează cu umiditatea mai redusă. Porțiunea de jos a stratului studiat (mai adânc de 15 m) este prezentată de către argile brun-roșietice. Proprietățile de rezistență ale diversităților de pământ evidențiate au fost cercetate în aparatul de forfecare directă folosind metoda forfecării rapide pentru trei valori ale presiunilor verticale: 100, 200, 300 kPa. În afară încercărilor cu probe de pământ cu structura naturală au fost efectuate și încercările cu probe de pământ cu suprafața pregătită de forfecare și cu suprafața umezită pregătită de forfecare. În total au fost efectuate 71 de încercări la forfecare.

Particularitățile textur-structurale ale pământurilor se determină mult caracterul de deformare în procesul de forfecare ceea ce, într-un șir de cazuri, complică alegerea valorii sarcinii inițiale critice necesare pentru construirea diagramelor de forfecare și stabilirea valorilor indicilor de calcul la rezistență, luând în considerație factorul de timp. De aceasta cauză, alegerea limitelor de rezistență a fost efectuată folosind diagramele construite pe baza valorilor tensiunilor inițiale critice care au fost determinate din graficele funcțiilor $\tau=f(\lambda)$. Aceasta a dat posibilitatea de a obține valorile caracteristicilor de rezistență (ϕ, C) care diferă de valorile obținute folosind sarcini admisibile limite.

Rezultatele încercărilor la forfecare demonstrează că, chiar în limitele unei presiuni de compresibilitate, deformația critică se află în limitele 1,5 – 5,8mm. Existența microzonelor de slăbire și, în special, oglinzilor de alunecare, în mare măsură predetermină valoarea deformației critice de forfecare. Așa, pentru probele de pământ prelevate din adâncimea 12m cu oglinzile de alunecare evidențiate valoarea deformației critice este 1,5mm (la presiunea $\sigma=100$ kPa). Este interesant, că în intervalul presiunilor 100–300 kPa deformația critică practic nu depinde de presiunea de îndesare. Pentru probe de pământ cu suprafața pregătită de forfecare valorile deformației critice se schimbă de la 0,6mm până la 1,7mm. În medie, la $\sigma=100$ kPa, aceste valori corespund deformației critice a probelor de pământ cu oglinzi de alunecare evidențiate.

Probele de pământ prelevate dintr-o adâncime de 2–3m cu umiditatea 11–13% și indicele de lichiditate (-0,50) au rezistența mai ridicată ($S=0,23\sigma+130$, kPa), care, bineînțeles, poate se reduce în procesul de exploatare a debleului, mai ales la schimbarea regimului de umezire în zonă de aeratie.

La cercetarea monolitului prelevat dintr-o adâncime de 6m, cu toate că zonele vizibile de slăbire lipsesc, au fost fixate eforturi minime de forfecare. Ecuația obținută a diagramei de forfecare are forma $S=0,23\sigma+50$, kPa. Ecuația această practic coincide cu ecuația obținută pentru suprafața pregătită de forfecare: $S=0,25\sigma+50$, kPa. Acest fenomen poate fi explicat prin pierderea coeziunii structurale datorită existenței microzonelor de slăbire într-o zonă frământată, care posibil se formează în taluzul debleului existent.

Ecuațiile de rezistență aproximative pentru probe de pământ din intervalul adâncimilor 7–15m au forma: $S=0,29\sigma+100$, kPa. Ecuațiile anologice au fost obținute folosind diagramele de forfecare a probelor de pământ cu suprafețe pregătite de forfecare și cu suprafețe umezite pregătite de forfecare (tabelul 3).

Trebuie remarcat, că existența zonelor de slăbire practic nu influențează asupra valorilor eforturilor de distrugere în încercări la forfecare pentru probe de pământ prelevate din adâncimea 12–15m. Este evident, că aceasta poate fi explicată prin carbonizarea mărită a probelor de pământ. Totuși, la alegerea schemei de calcul pentru determinarea stabilității îndelungate a taluzurilor trebuie luată în considerație existența zonelor posibile de slăbire în adâncimile remarcate.

Înainte de încercări la forfecare o porțiune de probe de pământ a fost umezită în cutii cu nisip umed în timp de la 3 până la 33 de zile pentru a stabili gradul de influență a umezirii adăugătoare posibile asupra rezistenței pământurilor studiate, ca și a constata caracterul dependenței rezistenței lor în funcție de consistență. Aceasta a dat posibilitatea de a lărgi diapazonul consistenței de la starea tare până la starea plastică. Totodată umiditatea probelor de pământ cercetate după umezire adăugătoare era 21–28%.

Folosind rezultatele ale 81 de încercări la forfecare a probelor de pământ care după saturarea de apă aveau valoarea gradului de umiditate apropiată de 1: pentru umiditatea $w=28\%$ la adâncimea $h=1-3m$, pentru $w=24-26\%$ la adâncimea $h=3-15m$, pentru $w=28\%$ la adâncimea $h=15m$, au fost obținute valorile rezistenței corespunzătoare a probelor de pământ cu structură naturală, cu suprafața pregătită de forfecare și suprafața umezită pregătită de forfecare (tabelul 3).

Ca rezultat, după umezire adăugătoare are loc micșorarea rezistenței din cauza scăderii bruște a coeziunii, reducerea căruia practic până la valoarea minimă (10 kPa), se înregistrează în încercări la forfecare cu probe de pământ cu suprafața pregătită de forfecare. În încercări pe

probe de pământ cu suprafața umezită pregătită de forfecare cu coeziune minimă se micșorează și valoarea unghiului de frecare interioară.

Tabelul 3. Rezultatele cercetărilor proprietăților de rezistență ale pământurilor argilo-nisipoase brușetice.

Condițiile încercărilor	Adâncimea prelevării monoliților de pământ h, m	Indicele de lichiditate, I_L		Parametrele de rezistență a probelor de pământ încercate la forfecare.			
		natural	după umezire	la umiditatea naturală		după umezire adăugătoare	
				φ , grade	C , kPa	φ , grade	C , kPa
1*	1–3	-0,50	0,38	13	130	13	20
	6	-0,30	0,17	13	50	16	44
	7–15	-0,08		16	100		
2*	1–3	-0,50	0,38	15	80	13	10
	6	-0,30	0,17	14	50	16	10
	7–15	-0,08		15	50		
3*	1–3	n-a fost determinat		13	30	9	10
	7–15	n-a fost determinat		10	20	12	9

Nota. 1*–Forfecarea probelor de pământ cu structura naturală; 2* – forfecarea probelor de pământ cu suprafața pregătită de forfecare; 3*– forfecarea probelor de pământ cu suprafața umezită pregătită de forfecare.

Pentru probe de pământ argilo-nisipos prelevate din adâncimea 3–15m a fost efectuată încercarea pentru a obține dependența rezistenței la forfecare în funcție de consistență. Cu acest scop, preventiv au fost construite diagramele punctuale de risipire de tupul $\tau=f(I_L)$. Analiza lor a confirmat, că pentru umiditatea naturală în intervalul consistenței tare în primul rând se manifestă influența factorului de discretizare care reflectă particularitățile textur-structurale ale pământurilor și gradul de distrugere a coeziunii structurale din cauza existenței zonelor naturale de slăbire, care determină caracterul de deformare rocilor de argilă rigidă și care bate influența densității, umidității și consistenței asupra rezistenței în masivul pământului.

Factorul consistenței, care reflectă rolul coeziunii primare în coeziunea totală și în coeficientul de viscozitate, începe să se manifeste la schimbarea consistenței a probelor de pământ de la stare tare până la stare semidură și plastic-vârtoasă, și, în mare măsură, determină caracterul de deformare a pământurilor în stare plastică. Am avut o posibilitate de a construi diagrama de dependență aproximativă $\tau_{lim}=f(I_L)$ numai pentru probe de pământ cu suprafața pregătită de forfecare, care modelează pierderea coeziunii structurale, adică care exclude influența factorului de discretizare. Folosind metoda "densitate-umiditate" propusă de către prof. N.N.Maslov [1,2] au fost obținute dependențe aproximative ale unghiului de frecare interioară (φ) și coeziunii primare (Σ_w) în funcție de consistență (I_L) (fig.2).

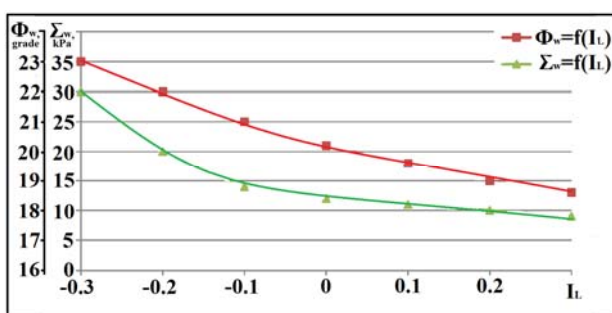


Fig. 2. Diagramele de dependență unghiului de frecare interioară (φ_w) și coeziunii primare (Σ_w) în funcție de consistență (I_L) ale pământurilor argilo-nisipoase brun-roșietice.

Analiza lor arată, că mărirea consistenței în mare măsură influențează asupra micșorării coeziunii primare. La consistența naturală $I_L=-0,20$ pentru stratul de pământ din intervalul adâncimii de la 3 m până la 15m unghiul de frecare interioară și coeziunea primară sunt egale corespunzător $\varphi=22^\circ$, $\Sigma_w=20$ kPa; după saturarea cu apă la $I_L=0,17$, $\varphi=19^\circ$, $\Sigma_w=10$ kPa. Caracterul dependențelor $\varphi, \Sigma_w=f(I_L)$ demonstrează posibilitatea de o micșorare anumită a unghiului de frecare interioară și valoare practic neschimbată a coeziunii primare, care practic coincide cu valoarea coeziunii remanente a argilelor neogen-quadernare, predispușe alunecărilor de teren de pe teritoriul Moldovei, a argilelor neogene de pe teritoriul Odesei și Caucazului.

Este evident, că schimbarea rezistenței în timp depinde nu numai de regimul de umiditate (consistența) și de condiții de lucru a terenurilor de fundare. În lipsa tensiunilor tangențiale mari în condiții de consolidare a terenurilor de fundare sub fundații trebuie de așteptat îmbunătățirea caracteristicilor de rezistență. Invers, existența

tensiunilor tangențiale poate duce la dezvoltarea proceselor de alunecare a taluzurilor care nu au căpătat stare limită de stabilitate. La taluzuri debleurilor și construcțiilor artificiale un rol important joacă procesele repetate de umezire-uscarea. Rezultatele cercetărilor au fost folosite la elaborarea recomandărilor pentru reconstruire a unui sector autodrumului Chișinău-Balcani. În special, a fost propusă clasificarea debleurilor după condiții geologice, au fost folosite secțiunile geologice de stabilitate echivalentă a taluzurilor, care au fost construite luând în considerare particularitățile reologice ale pământurilor, au fost argumentate măsurile de asigurarea stabilității îndelungate a taluzurilor debleurilor.

CONCLUZII

În condiții tehnico-geologice specifice ale teritoriului Moldovei este necesar de luat în considerație particularitățile regionale. Totodată, este important studiul caracterului rezistenței pământurilor argiloase și schimbarea lui sub influența diferitor factori.

Pe baza teoriei fizico-tehnice de fluaj au fost evidențiate parametrele reologice ale pământurilor argilo-nisipoase. A fost stabilită influența consistenței asupra valorilor caracteristicilor de rezistență a pământurilor.

Pentru alegerea preventivă a indicilor de calcul care caracterizează rezistența pământurilor argilo-nisipoase pot fi folosite dependențe obținute. Cu toate acestea, pentru asigurarea capacității portante cu o rezervă anumită de stabilitate este necesar de a continua cercetările particularităților reologice ale diferitelor tipuri de pământ argilo-nisipos. Aceasta va da posibilitatea de a preciza ecuațiile rezistenței îndelungate, care condiționează alegerea valorilor de calcul rezistenței pământurilor.

Bibliografie

1. **Timofeeva T.A., Polcanov V.N.** *Issledovanie dlitelinoj prochnosti sarmatskikh glin Moldavii// Izvestiya VUZov – Stroitel'stvo. Nr.7-8, pag.145-147, 1982.*
2. **Polcanov V.N.** *Rol' reologicheskix processov v razvitiu opolznej na territorii Moldovy. Chișinău. TUM, 176s.,2013.*
3. **Maslov N.N.** *Fiziko-tehnicheskaya teoriya polzuchesti glinistyx gruntov v praktike stroitel'stva. M.: Strojizdat. 176s.,1984.*

Recomandat spre publicare: 22.04.2015.

EPECTELE FUNCȚIONALIZĂRII SUPRAFETEI NANOSTRUCTURILOR DE OXID DE ZINC ASUPRA PERFORMANTELOR SENZORIALE

Crețu Vasilii

Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Materialele nanostructurate de oxizi semiconductori au atras atenția grupurilor de cercetători, datorită dependenței proprietăților fizico-chimice față de morfologia lor [1]. Nanostructurile de oxizi semiconductori sunt promițătoare pentru aplicații ca senzorii de gaze. Corespunzător așteptărilor, acestea prezintă performanțe mult mai bune decât materialele în volum raportate anterior [2-3]. Monitorizarea continuă a gazelor inflamabile sau dăunătoare în industrie, sisteme biomedicale sau sisteme de combustie, devin un factor din ce în ce mai important prin creșterea cerințelor față de securitate, durabilitate și renovabilitate. Printre diversele tipuri de senzori elaborați pentru detectarea gazelor menționate mai sus, senzorii de gaze chemorezistivi au fost investigați intens, datorită utilizării lor mai simple și a costului potențial mai redus. [1-5]

În acest context, oxidul de zinc (ZnO) este un material cu un potențial mare în utilizare, având conductibilitatea de tip-n și lățimea benzii interzise (3.37 eV la 300 K pentru materiale de volum) [1]. ZnO a fost studiat intens în ultima perioadă, ca material de bază pentru diverse aplicații moderne, în special pentru aplicații de senzor.[2-7] Problema majoră a aplicațiilor senzoriale este selectivitatea și reglarea sensibilității acestor structuri față de diferite gaze. În lucrarea dată a fost rezolvată problema selectivității senzorilor pe baza de nanostructuri de ZnO, prin aplicarea funcționalizării suprafeței lor cu metale nobile.

1. PARTEA EXPERIMENTALĂ

Nanostructurile de oxid de zinc pur au fost sintetizate conform lucrărilor anterioare [4-5]. Nanostructurile obținute sub formă de rețea au fost îndepărtate de la o masă de nanomaterial mai mare, apoi au fost amplasate pe un substrat cu suprafața izolatoare, apoi fixate cu pastă conductoare (Figura 1). Partea de mijloc a rețelei a fost acoperită cu o mască de 3 mm lățime. Construcția obținută a fost instalată în vid înalt (10^{-5} Pa) și s-a depus o peliculă de aluminiu la temperatura suportului de 150 °C. În

rezultat s-a obținut o rețea de nanostructuri contactate cu aluminiu la marginile neacoperite de masca metalică, precum este ilustrat în figura 1. Contactul electric este asigurat de către pasta conductoare și de către aluminiul depus atât pe suprafața neprotejată a rețelei de nanostructuri, cât și pe suprafața izolatoare a substratului.

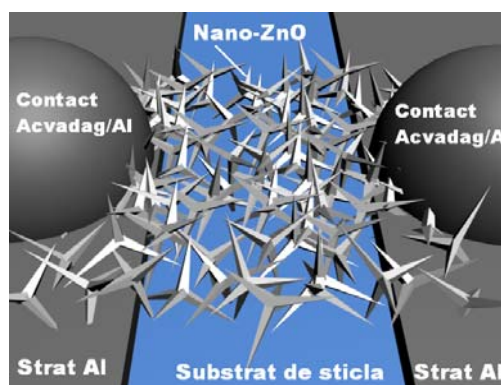


Figura 1 Structura schematică a senzoriului pe bază de rețea din nanostructuri de ZnO contactată cu aluminiu pe un substrat izolator

O altă metodă elaborată constă în amplasarea rețelei de nanostructuri pe o suprafață izolatoare (sticlă) cu contacte de aur deja depuse (distanța dintre contacte de 100 μ m) și alipirea ulterioară a rețelei de ZnO la acestea cu ajutorul pastei de argint. Funcționalizarea a fost realizată prin depunerea în vid într-un timp foarte scurt (5-15s) la temperatura camerei, a unei cantități mici de metal nobil (aur sau platină) pe suprafața rețelei de nanostructuri, astfel încât se depun doar nanopuncte de metal. Curentul electric prin probă a fost măsurat în dependență de aplicarea pe suprafața senzoriului a gazului de test și se efectuează cu ajutorul dispozitivului Agilent U2722A conectat la calculator. Nanorețelele funcționalizate au fost cercetate în calitate de senzori pentru diferite gaze: vapori de amoniac (NH_3), vapori de acetona ($(\text{CH}_3)_2\text{CO}$), vapori de etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), la diferite temperaturi de operare, în special, au fost alese temperaturile optime de lucru de 300 °C și 400 °C în baza lucrărilor experimentale anterioare. De asemenea nanorețelele au fost cercetate în calitate de senzori de radiație ultravioletă cu lungimea de undă de 365 nm (puterea de 5-10 mW/cm^2).

2. REZULTATE

În această lucrare au fost investigate răspunsul la gaz și selectivitatea nanostructurilor de oxid de zinc funcționalizate cu aur și cu platină. De asemenea, au fost cercetate timpii de răspuns și de recuperare la aplicarea diferitor gaze pentru temperatura de operare a structurii senzor de 300 °C și 400 °C. Răspunsul structurilor senzori la gaz este dat de schimbarea valorii curentului electric, care trece prin proba plasată în aer uscat și trecerea lui în cazul aplicării gazului de test. Pentru funcționalizarea cu platină și aur a fost folosită metoda pulverizării la curent continuu. Timpul de depunere în scopul realizării funcționalizării cu platină a fost de 5 secunde. Pentru depunerea nanopunctelor din aur timpul de funcționalizare a fost de 15 secunde. Ulterior probele cu ambele tipuri de funcționalizare au fost tratate termic la 400 °C timp de 5 minute în scopul activării nanostructurilor.

În figura 2 (a) este prezentată caracteristica curent-tensiune a structurii senzor pe baza de nano-ZnO la întuneric și la iluminarea cu radiație ultravioletă cu lungimea de undă de 365 nm. Conform graficului obținut (Fig 2 (a)), putem afirma că contactele primite sunt quasi-ohmice. Comparând valoarea rezistenței în întuneric cu cea a rezistenței la iluminare a senzorului, putem afirma că structura poate fi folosită într-o aplicație de detector UV. În urma iluminării rețelei de nanostructuri cu radiație ultravioletă (365 nm), la temperatura camerei, se observă un salt foarte mare a curentului electric care trece prin structura dată (figura 2(b)). Răspunsul la radiație ultravioletă a fost determinat conform formulei:

$$S = (I_{UV} - I_{dark}) / I_{dark} * 100\%$$

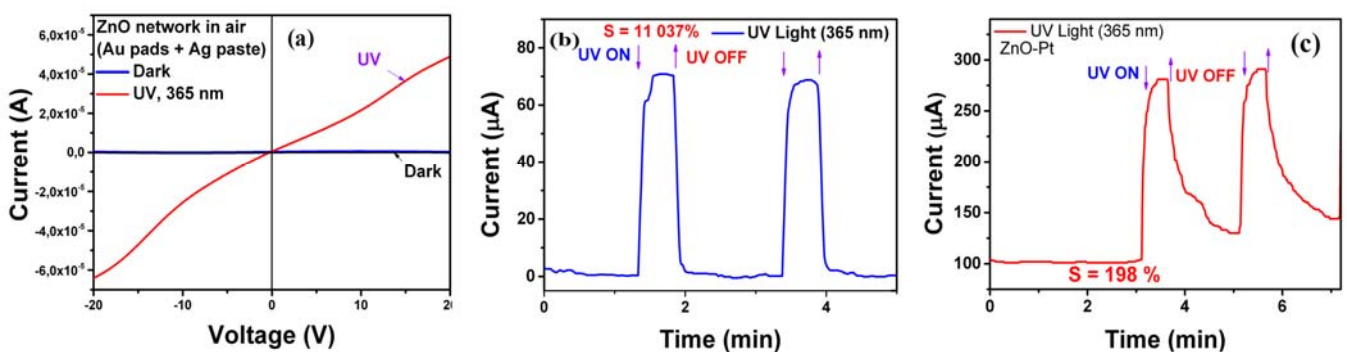


Figura 2. (a) Caracteristica curent-tensiune la întuneric și la iluminare cu radiație ultravioletă (365 nm) a senzorului de nanostructuri ZnO cu contacte de aur. (b) Variația curentului în funcție de timp care demonstrează răspunsul senzorului la iradierea cu lumină ultravioletă cu lungimea de undă de 365 nm la temperatura camerei. (c) Variația curentului în funcție de timp care demonstrează răspunsul senzorului funcționalizat cu platină la lumina ultravioletă 365 nm la temperatura camerei.

unde I_{UV} -curentul la radiație UV, I_{dark} -curentul la întuneric a structurii senzor.

Se poate de afirmat că nanostructurile de oxid de zinc prezintă un interes major pentru elaborarea detectorilor de radiație ultravioletă, deoarece răspunsul lor este de 11037%, ceea ce este mult mai performant ca cele anterior raportate[1,5].

În urma funcționalizării nanostructurilor de oxid de zinc cu platină, răspunsul lor la ultraviolet se modifică. Precum este arătat în figura 2 (c) răspunsul este de aproximativ 198%, totodată curentul de întuneric crește la 100μA, iar timpul de recuperare devine mult mai mare. Acest fapt este cauzat de interacțiunea nanoparticulelor de platină cu nano-structurile, în urma căruia se modifică lărgimea canalului de conducție și în rezultat a curentului electric prin rețeaua de nanostructuri. Astfel pot fi integrate mai simplu în circuit.

În figura 3(a) este prezentat răspunsul la gaz a structurii senzor de ZnO cu contacte de aluminiu depuse în instalația VUP-4. Senzorii au demonstrat un răspuns relativ înalt la vapori de amoniac cu un răspuns de ~129 % și ~174 % la temperatura de operare de 300 °C și 400 °C, respectiv. În același timp, răspunsul la vapori de acetonă este mai inferior, demonstrând o selectivitate mai înaltă la vapori de amoniac. Astfel, putem face concluzia că nanostructurile nefuncționalizate de oxid de zinc au temperatura optimală de operare de 400 °C cu selectivitatea mai mare la vapori de amoniac.

În figura 3 (b) sunt prezentate rezultatele măsurărilor nanostructurilor funcționalizate cu nanoparticule de platină și cu contacte de aur. Se poate observa creșterea semnificativă a răspunsului la acetonă în urma funcționalizării cu platină, demonstrând un răspuns de ~194 % și ~312 % la temperatura de operare de 300 °C și 400 °C, respectiv. În același timp, răspunsul la vapori de amoniac a scăzut considerabil de la ~174 % la ~45

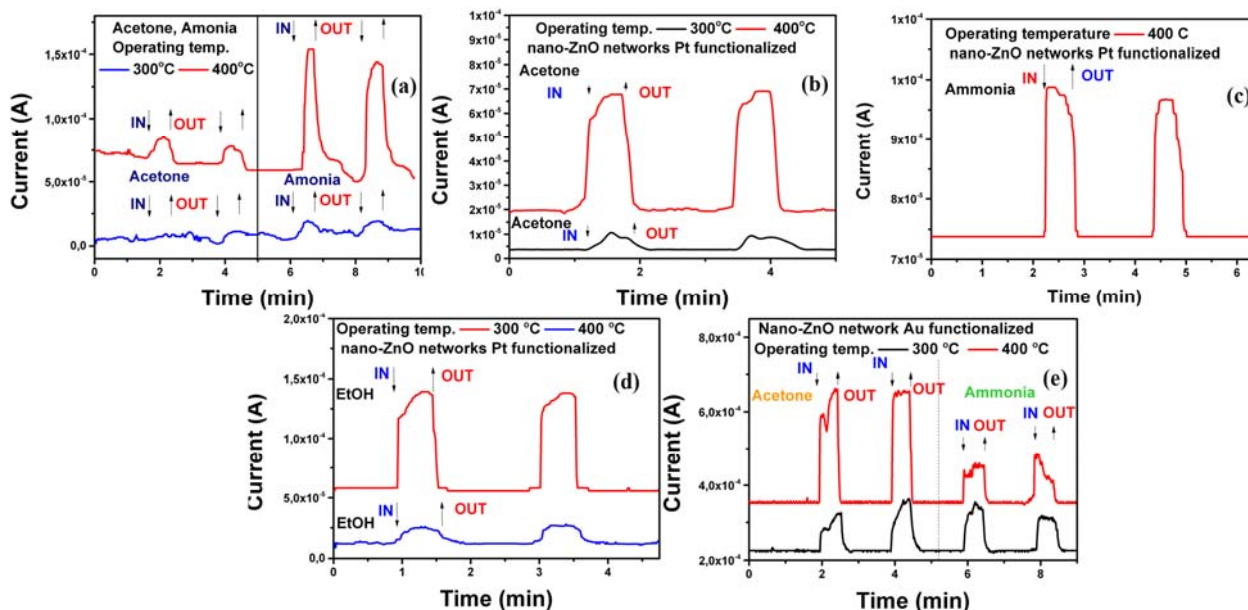


Figura 3. Variația curentului în funcție de timp la temperaturile de operare 300°C și 400°C, care demonstrează răspunsul la gaz a structurii senzorii: (a) ZnO pur cu contacte de aluminiu la vapori de acetona și de amoniac; (b) funcționalizat cu platină la vapori de acetona cu contacte de aur; (c) funcționalizat cu platină la vapori de amoniac cu contacte de aur; (d) funcționalizat cu platină la vapori de etanol cu contacte de aur; (e) funcționalizat cu aur la acetona și amoniac cu contacte de aluminiu.

%, aproximativ de 4 ori (Figura 3(c)). Pentru vaporii de etanol nu s-a observat un răspuns detectabil nici la o temperatură de operare folosită în cadrul măsurărilor. Astfel, putem afirma că funcționalizarea cu particule de platină majorează răspunsul senzorilor la vaporii de acetona și micșorează răspunsul la vaporii de amoniac, demonstrând posibilitatea de control a selectivității senzorilor pe bază de nanostructuri de ZnO.

În cazul funcționalizării cu nanoparticule de aur, se poate observa apariția răspunsului la vaporii de etanol (~77 %) cu temperatura optimală de operare 400 °C (Figura 3(d)). În Figura 3(e) sunt prezentate datele pentru măsurările la vaporii de acetona și amoniac. Se poate observa că răspunsul la amoniac este de ~47 % (la temperatura optimală de operare 300 °C), iar la acetona răspunsul este de ~88 % (la temperatura optimală de operare 400 °C), demonstrând un răspuns comparabil cu cel la vaporii de etanol. Astfel, prin funcționalizarea structurilor de ZnO cu nanoparticule de aur, prin metoda descrisă în această lucrare, nu este posibil controlul selectivității la gazele testate.

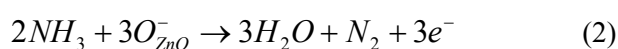
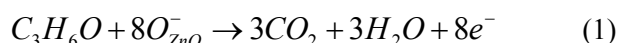
Mecanismul propus de detectare a luminii UV și a vaporilor de etanol, amoniac și acetona

La expunerea structurii senzor pe bază de nanostructuri de ZnO în aer, speciile de oxigen se vor adsorbi la suprafața nanostructurii de ZnO. În dependență de temperatura de operare, se produce ionosorbția speciilor de oxigen (O_2^- , O^- sau O^{2-}). [5] La temperaturi relativ scăzute (>150 °C) predomină

speciile moleculare de oxigen (O_2^-). Acestea captează electronii liberi din material conform reacției $O_{2(g)} + e^- \rightarrow O_{2(ad)}^-$. Astfel, la suprafața nanostructurilor se formează un strat epuizat de electroni, cu o conductibilitate scăzută în comparație cu partea centrală a nanostructurilor. După funcționalizarea cu aur sau platină a suprafeței nanostructurilor, rezistența senzorului se mărește, din cauza proprietăților catalizatoare ale acestora, care duc la intensificarea adsorbției oxigenului la suprafața nanostructurii. La iradierea suprafeței nanostructurilor cu lumina ultravioletă (365 nm), are loc absorbția fotonilor de lumină în nanomaterial și se generează perechi electron-gol [$h\nu \rightarrow h^+ + e^-$]. Golurile fotogenerate migrează la suprafața nanostructurilor, unde are loc recombinarea cu electronii care sunt captați de către moleculele de oxigen adsorbite, iar electronii liberi contribuie la mărirea curentului prin nanostructuri. Electronii se acumulează treptat în timpul iluminării pînă se ajunge la un echilibru al desorbției și readsorbției moleculelor de oxigen, rezultînd o creștere treptată pînă la saturație a curentului prin probă [6]. Cu toate că golurile recombină rapid cu electronii, după deconectarea radiației UV (Fig.2(b)), totuși rămîn încă electroni liberi în nanocristalitele de oxid de zinc. Cu timpul, moleculele de oxigen din nou se adsorb pe suprafața și capturează acești electroni, ceea ce rezultă în micșorarea lentă a curentului electric [6]. Pentru nanostructurile de ZnO funcționalizate cu Au sau

Pt, eficiența absorbției luminii poate fi majorată prin împrăștierea luminii induse de nanoparticulele de aur și platină.

Pentru detectarea vaporilor se folosesc temperaturi de operare relativ înalte (300°C-400 °C), pe suprafața nanostructurilor de ZnO va predomina adsorbția speciilor atomice de oxigen. La expunerea senzorului într-un mediu de gaz reducător, precum vaporii de amoniac, de etanol sau de acetonă, are loc interacțiunea între moleculele de gaz și oxigenul adsorbit la suprafață. Pentru moleculele de acetonă, amoniac și etanol au loc următoarele reacții [7-9]:



În cazul nanostructurilor funcționalizate cu Pt și Au, datorită cantității mai mari de specii de oxigen adsorbite, rezistența în aer a senzorului se va majora. Răspunsul senzorului este dat de relația $S=R_a/R_g$ (unde: R_a -rezistența senzorului în aer, R_g -rezistența senzorului la expunerea în atmosferă de gaz), răspunsul pentru senzorii pe bază de nanostructuri funcționalizate va fi mai mare.

3. CONCLUZII

În această lucrare au fost elaborați și cercetați senzori pe bază de rețele de nano-ZnO. A fost demonstrată posibilitatea de control a sensibilității și selectivității senzorilor cu ajutorul funcționalizării suprafeței nanostructurilor cu metale nobile (Au și Pt). Structurile nefuncționalizate, prezintă inițial o selectivitate mai înaltă la vaporii de amoniac (~174%). În urma funcționalizării cu Pt a fost posibilă modificarea selectivității la acetonă, prin micșorarea considerabilă a răspunsului la vaporii de amoniac (aproximativ de 4 ori) și mărirea răspunsului la vaporii de acetonă (~312%). În cazul funcționalizării cu Au, a fost observat un răspuns mai înalt față de vaporii de acetonă în comparație cu vaporii de amoniac la temperatura de operare de 400 °C. În lucrarea dată a fost rezolvată problema selectivității senzorilor de acetonă pe baza de nanostructuri de ZnO, prin aplicarea funcționalizării suprafeței lor cu nanopuncte din Pt.

CONTRIBUȚII/MULȚUMIRI

Cercetările expuse în lucrarea dată au fost susținute financiar de AȘM prin Proiectul

Instituțional 45inst-15.817.02.29A la UTM și de STCU prin Granturile 5833 și 5989. Autorul aduce mulțumiri pentru colaborare și suport prof. univ. dr. hab Lupan Oleg și domnului lector asistent Postica Vasile de la Catedra MIB, UTM, Moldova.

Bibliografie

- 1. Tiginyanu I.M., Lupan O., Ursaki V.V., Chow L., Enachi M.** Nanostructures of Metal Oxides. *Comprehensive Semiconductor Science & Technology (SEST)// Encyclopedia - edited by S. Wood, R. Fornari, and Hiroshi Kamimura, p. 396-479, 2011.*
- 2. Chow L., Lupan O., Chai G., Khallaf H., Ono L.O., Roldan Cuenya B., Tiginyanu I.M., Ursaki V.V., Sontea V., Schulte A.** Synthesis and characterization of Cu-doped ZnO one-dimensional structures for miniaturized sensor applications with faster response// *Sensor. Actuat. A 189, p. 399, 2013.*
- 3. Lupan O., Chai G., Chow L.** Novel hydrogen gas sensor based on single ZnO nanorod// *Microelectronic Eng. 85, p. 2220-2225, 2008.*
- 4. Lupan O., Chow L., Chai G., Roldan B., Naitabdi A., Schulte A., Heinrich H.** Nanofabrication and characterization of ZnO nanorod arrays// *Materials Science and Engineering, B 145 p. 57, 2007.*
- 5. Lupan O., Chow L., Chai G.** A single ZnO tetrapod-based sensor// *Sensors and Actuators B 141 p. 511-517, 2009.*
- 6. Zhou J., Gu Y., Hu Y., Mai W., Yeh P., Bao G., Sood A. K., Polla D. L., Wang, Z. L.** Gigantic enhancement in response and reset time of ZnO UV nanosensor by utilizing Schottky contact and surface functionalization// *Applied Physics Letters 94, p.2230-2238, 2009.*
- 7. Al-Hardan N.H., Abdullah M.J., Ahmed N.M., Yam F.K., Abdul Aziz A.** UV photodetector behavior of 2D ZnO plates prepared by electrochemical deposition, *Superlattice and Microstructures 51 p. 765-771, 2012.*
- 8. Wagh M.S., Jain G.H., Patil D.R., Patil S.A., Patil L.A.** Modified zinc oxide thick film resistors as NH3 gas sensor *Sensors and Actuators B 115 p. 128-133, 2006*
- 9. Chia-Ming Chang, Min-Hsiung Hon. Ing-Chi Leu.** Improvement in CO sensing characteristics by decorating ZnO nanorod arrays with Pd nanoparticles and the related mechanisms, *RSC Advances, p. 2469-2475, 2012*

CERCETARI PRIVIND UTILIZAREA MICROORGANISMELOR DE RIZOSFERA PENTRU SPORIREA RECOLTEI LA PORUMB

V. Todiras, dr., L. Onofras, dr., S. Prisacari, A. Lungu, T. Mohova, dr., N. Zuza
Institutul de Microbiologie și Biotehnologie al ASM

INTRODUCERE

Agricultura, iar în cadrul ei – fitotehnia, joacă un rol important în economia Republicii Moldova și contribuie cu peste 16,2 % la PIB. Din suprafața totală cultivată, circa 60,6 % sunt destinate culturilor cerealiere (mai cu seamă, grâul, care reprezintă 18,5 % din terenul arabil, porumbul, cu 22,1 %, floarea soarelui -25,7% și furajele - 5,2%. Ocupând o suprafață comparativ mica, furajele prezintă un interes deosebit pentru zootehnie. Dezvoltarea acesteia și sporirea producției ei depind în cea mai mare măsură de baza furajera. În Republica Moldova printre principalele culturi furajere se numără și porumbul. Trebuie de menționat faptul, că porumbul, care ocupă aproximativ 45 % din structura semănturilor cerealiere și s-a stabilit la acest nivel.

Porumbul este utilizat pe larg ca furaj succulent. În el se conțin 65-75 % glucide, 8-12 % proteine, 4-6 % grăsimi. Boabele de porumb prezintă un nutrient concentrat prețios pentru vite, iar masa verde și silozul preparat în faza de lapte-țeară a plantei sunt de o calitate nutritivă înaltă. Această plantă în comparație cu alte culturi permite soluționarea problemei insuficienței albuminei în zootehnie, prevenirea eroziunii și a salinizării solurilor, asigură stabilitatea producției, formarea în republica a unei agriculturi durabile și ecologice.

Ocupând o mare parte din suprafețele însemnate, porumbul este un obiect de mare perspectivă în scop de cercetare, deoarece se folosește pe scară largă în calitate de cultură cerealieră și de furaj în mai multe țări, posedă un potențial înalt de productivitate și un aparat puternic de fotosinteză, cere o asigurare înaltă în ceea ce privește nutriția cu elemente minerale pentru asigurarea unei productivități înalte.

Pentru a mări cantitatea de proteine și glucide este necesar de a spori productivitatea plantelor utilizând tehnologii intensive ce includ folosirea soiurilor și hibrizilor cu conținut sporit de glucide și proteine. Concomitent este necesar de a avea în vedere situația ecologică și economică complicată, care reduce considerabil posibilitatea utilizării îngrășămintelor minerale. Folosirea intensiva a dozelor mari, costisitoare, de îngrășămintă minerale

și remedii chimice de protecție a plantelor permite sporirea recoltelor la plante, dar deseori are urmări negative – se produce poluarea mediului ambiant, scăderea calității producției agricole.

Luând în considerație problema existența în ceea ce privește aprovizionarea plantelor cu elementele de nutriție, crearea unei combinații de eficacitate înaltă între porumb și microorganismele asociative din zona de rizosfera a plantelor cu o activitate complexă la momentul de față devine actuală. Reieșind din aceste considerente a fost luată decizia de a experimenta astfel de combinații în condiții de câmp. Experiențele respective au fost realizate în a. 2014.

MATERIALE SI METODE DE CERCETARE

În calitate de material pentru investigații au servit bacteriile izolate din rizosfera plantelor de porumb cultivate în zonele de Nord și Centru ale Moldovei, iar în calitate de plantă-gază – porumbul, hibridul Porumbeni 295. Investigațiile au fost efectuate pe teritoriul Bazei Experimentale a AȘM, solul fiind cernoziom carbonat cu conținut de humus 3,5 – 4,0 %, pH – 7,0. Agrotehnica folosită la cultivare a fost cea recomandată și aprobată de Institutul de Cercetări Științifice în domeniul sorgului și porumbului ”Porumbeni”.

În total au fost montate 2 experiențe, ambele - după aceeași schemă, deosebindu-se numai după modul de utilizare a remediilor microbiene. În una din experiențe (Nr.1) bacterizarea semințelor cu lichidele culturale s-a efectuat înainte de încorporarea lor în sol, iar în cea de a 2-a (Nr.2) s-a folosit stropirea extrafoliară a plantelor în perioada de vegetație (2-4 frunze și apoi din nou peste 14 zile după prima stropire). Fiecare experiență a fost montată în 3 repetări, conform metodei aprobate /1,2/. Datele experimentale au fost prelucrate matematic /3/.

REZULTATE SI DISCUTII

Condițiile climaterice (temperatura, umiditatea) din luna aprilie a a.2014 au fost favorabile pentru dezvoltarea uniformă a plantulelor după 14 zile în prima experiență și după 16 zile în cea de-a 2-a. Pe durata întregii perioade de vegetație

în experiențe s-au făcut observări asupra creșterii și dezvoltării plantelor și au fost îngrijite conform recomandărilor propuse de specialiștii în domeniul cultivării porumbului. În faza de ceară s-au făcut măsurările respective și s-a colectat recolta. Rezultatele obținute sunt prezentate în tab.1, 2 și figurile 3, 4.

Tabelul 1. Influența bacteriilor de rizosferă asupra productivității plantelor de porumb în experiența de câmp nr.1 (2014) (date medii pentru 1 plantă).

Varianta	Masa brută a știuletelui		Masa brută a plantei	
	kg M±m	Adaos față de martor, %	kg M±m	Adaos față de martor, %
M usc.	0,146±0,01	-	0,136±0,020	-
M apa	0,152±0,03	4,1	0,153±0,013	12,5
RR8	0,170±0,01	16,4	0,172±0,025	27,0
P12Rp	0,165±0,01	12,8	0,142±0,017	4,9
As	0,195±0,01	33,5	0,165±0,029	21,4
RR5	0,151±0,01	3,0	0,161±0,039	18,7
Tcc4	0,182±0,01	24,6	0,146±0,028	7,9
RPj1	0,183±0,01	25,1	0,164±0,040	20,9

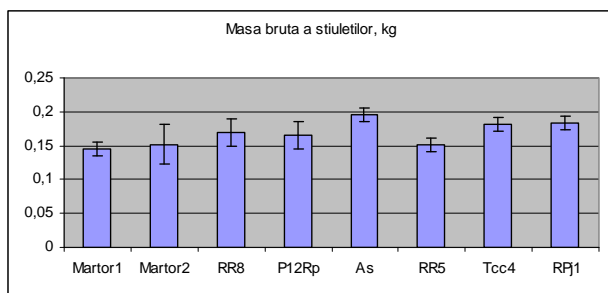


Figura 3. Influența bacteriilor de rizosferă asupra recoltei de porumb

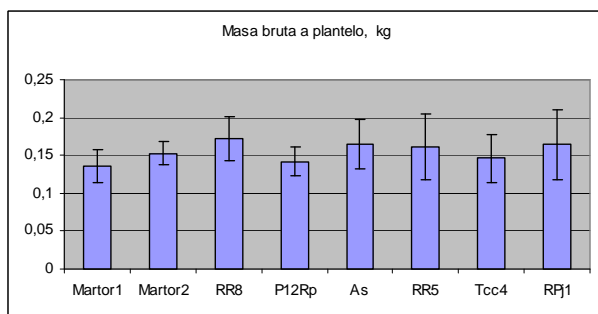


Figura 4. Influența bacteriilor de rizosferă asupra acumulării de biomasa.

Conform datelor obținute s-a stabilit, că în experiența nr.1 unde semințele au fost bacterizate, efect pozitiv s-a obținut în toate variantele, atât la formarea știuleților cât și la acumularea de biomasa. Aici, în comparație cu martorul uscat, masa brută a plantelor s-a majorat – cu 4,9-27,0%, iar masa știuleților de la 3,0% până la 33,5%. S-au evidențiat

semnificativ după recolta de masă brută a știuleților și de acumulare a biomasei tulpinile: As (33,5%, 21,4%), RPj1 (25,1%,20,9%), Tcc4 (24,6%, 7,9%).

Mai puțin s-au evidențiat tulpinile: P12Rp (12,8%, 4,9%) și RR8 (16,4%, 27,1%). Tulpina RR5 a influențat foarte slab formarea recoltei de știuleți (3,0%), însă a acționat mult la formarea de biomasa (18,7%).

În tabelul 2 sunt expuse rezultatele din experiența nr. 2, unde plantele au fost tratate prin metoda de stropire în fazele de dezvoltare 2-4 frunze, iar a doua stropire extrafoliară – la interval de 14 zile. Din analiza datelor obținute s-a stabilit, că tratarea plantelor prin metoda de pulverizare cu metaboliții bacteriilor aflate în proces de cercetare nu a influențat asupra formării recoltei de știuleți și foarte puțin a acționat asupra acumulării de masă brută a plantelor (4,0-6,8%). În conformitate cu datele obținute în ambele experiențe (nr.1 și nr.2) s-au făcut următoarele concluzii:

I. Tratarea semințelor cu bacteriile stimuloare prin metoda de bacterizare (exp. nr.1) a favorizat formarea știuleților și acumularea biomasei la porumb. S-au evidențiat în acest sens tulpinile: As, RPj1, Tcc4 și mai puțin P12Rp, RR8. Cele mai mari creșteri de masa brută la știuleți și plante au fost în cazul tulpinilor As (33,5%, 21,4%), RPj1 (25,1%, 20,9%), Tcc4 (24,5%, 7,9%). Tulpinile P12Rp (12,8%, 4,9%), RR8 (16,4%, 27,1%) au acționat la creșterea și dezvoltarea porumbului, însă, la un nivel mai scăzut.

Tabelul 2. Influența bacteriilor de rizosferă asupra productivității plantelor de porumb în experiența de câmp nr.2 (a. 2014) (Date medii pentru 1 plantă).

Varianta	Masa brută a știuletelui		Masa brută a plantei	
	kg	Adaos față de martor, %	kg	Adaos față de martor, %
<i>M usc.</i>	0,171	-	2,50	-
<i>M apa</i>	0,171	-	2,53	-
<i>RR8</i>	0,144	-	2.03	-
<i>P12Rp</i>	0,168	-	2.63	5.2
<i>As</i>	0,164	-	2,62	4.8
<i>RR5</i>	0,157	-	2,67	6.8
<i>Tcc4</i>	0,167	-	2,60	4.0
<i>RPj1</i>	0,140	-	2,37	-

2. Tratarea plantelor prin metoda de pulverizare cu metaboliții bacteriilor stimulative n-a dat efectul scontat în ceea ce privește masa brută a știuleților și foarte puțin a influențat la acumularea de biomasa a plantelor (4.5-5.2%).

Bibliografie

1. *Voznyakovskaya Iu. M. Mikroflora rastenij i urozhai. //L. „Colos”, 1969. 240 s.*
2. *Reahovskij A.V. Laboratornyi, vegetazionnyj i microdeleanochnyj metody issledovaniya polevyh cul'tur. Orenburg: Izd-vo OGAU, 2002.*
3. *Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta. //M., Agropromizdat, 1985.*

PARTICULARITĂȚI SPECIFICE PRIVIND DEZVOLTAREA MICROTURBINELOR EOLIENE COMBinate CU AX VERTICAL

G. Porcescu, MSc

Universitatea Tehnică a Moldovei

1. GENERALITĂȚI

Asocierea evoluției societății umane cu procesul dezvoltării unor noi tehnologii, mecanisme, principii de cunoaștere și analiză reprezintă cea mai concludentă și elocventă abordare privind aprecierea impactului factorului cognitiv asupra procesului evolutiv în ansamblu. Evident, evocarea acestui raport direct-proportional nu ar fi fost posibilă fără existența unui factor motrice ce condiționează evoluția tehnico științifică, și anume, energia. Istoria utilizării și valorificării resurselor eoliene este atestată prin prezența referințelor istorice asupra multitudinii de soluții tehnice încadrate cu succes în procese precum acționarea morilor de vânt, derularea proceselor de măcinare, pomparea apei pentru irigare sau prevenirea inundațiilor în zone joase față de nivelul oceanului.

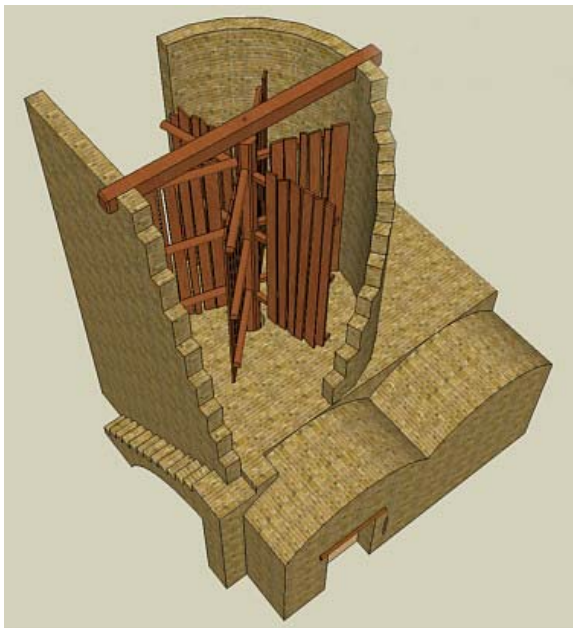


Figura 1. Concept moară de vânt persană 773 d. Hr.

Martori ai jocului bizar dintre certitudini și incertitudini asistăm la un paradox extrem de crud. Într-o eră caracterizată printr-o dinamică complet nouă în sfera producție, prin produsul în sine și procesul de dezvoltare a acestui produs, energia capătă instant statut de cea mai puternică monedă de schimb la nivel global, influențând direct natura

evenimentelor de pe arena geopolitică internațională. Pe de altă parte proporționalitatea dintre dezvoltarea tehnologiei și necesarul energetic se traduce prin creșterea curbei consumului energetic, diminuarea resurselor fosile respectiv creșterea gradului de poluare survenit în urma procesului de ardere și creșterea dependenței politico economice între actorii implicați în procesul de gestionare a resurselor energetice și consumatorii finali.

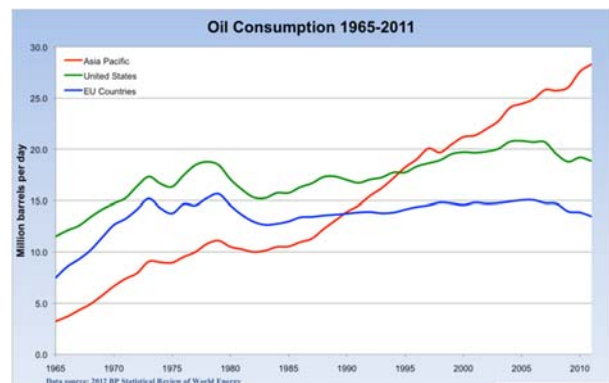


Figura 2. Curba de consum a petrolului 1965-2011.

Asumarea rezolvării problemelor date prin prisma unei abordări singulare, conduce din start spre eșec, iată de ce tendința de a pune accentul pe tehnologiile cu emisii scăzute de CO₂ reprezintă singurul raspuns viabil și de impact privind diminuarea riscurilor și vulnerabilităților în cadrul sectorului energetic. Drept urmare prin intermediul infuziei de inovație și integrării soluțiilor tehnologice în cadrul platformelor de dezvoltare durabilă se creează mecanisme cu înalt grad aplicativ a căror scop constă în determinarea și rezolvarea problemelor cheie legate de implementarea sistemelor de conversie a energiei eoliene, în special a celor de mică putere cu focusare pe ameliorarea performanțelor aerodinamice și studiul optimizării potențialului de conversie.

Cercetările recente privind comportamentul diverselor tipuri de turbine eoliene în condiții reale de utilizare evidențiază o serie de avantaje a sistemelor de conversie cu ax vertical, urmând a fi enumerate în continuare:

- autoorientare față de direcția vântului;
- posibilitatea amplasării sistemului electromecanic la baza TE (comoditatea deservirii);

- posibilitatea preluării rafalelor mici de vânt,
- tehnologie de execuție a palelor relativ simplă;
- posibilitatea fixării palelor în mai multe poziții, contribuind la diminuarea cerințelor de rezistență și rigiditate față de acestea;
- creșterea direct proporțională a tensiunilor apărute în rezultatul acțiunii forțelor de greutate în raport cu factorul de scară.

O scurtă trecere în revistă a stării actuale a valorificării SRE cât și perspectivele de dezvoltare a sectorului eolian raportat la potențialul energetic al R.M. remarcă faptul că implimentarea sistemelor alternative ar avea drept suport fundamentat 2 argumente forte și anume:

- argumentul economic;
- argumentul ecologic.

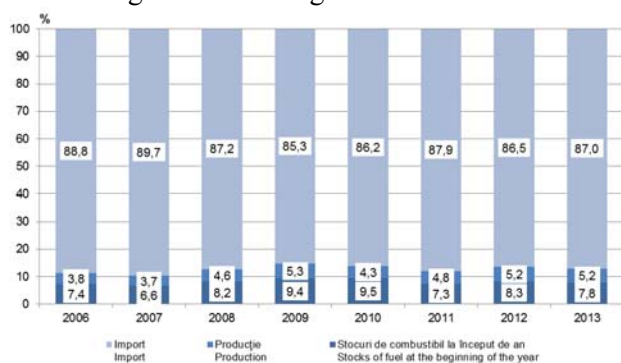


Figura 3. Structura formării resurselor energetice și de combustibil în Republica Moldova.

Conform PNAER (Planul Național de Acțiuni privind Energia Regenerabilă pentru anii 2013-2020) este estimată derularea traiectoriei dezvoltării PE (puterii electrice) produse din SRE în jurul cotei de 400 MW. Aportul energiei eoliene este vital privind atingerea acestui deziderat dat fiind și potențialul de cca 1 TW.

În acord cu noile constante de referință, în cadrul clusterului de inovare al Universității Tehnice a Moldovei au loc cercetări privind dezvoltarea unor platforme tehnologice regenerabile distincte clasei mici de conversie optimizate la parametrii tehnici de intrare raportați condițiilor specifice Moldovei și necesităților consumatorului autohton. Scopul proiectului de referință constă în cercetarea și elaborarea microturbinei eoliene cu ax vertical combinată (tip Darrieus – Savonius) cu puterea de până la 1,5 kW, cu coeficient sporit de conversie, destinată zonelor cu potențial eolian redus.

2. STUDIU DE CAZ IN DOMENIUL VAWT

Studiu privind situația pe plan mondial și analiza soluțiilor tehnice cu ax vertical posibile

pentru conversia energiei eoliene permite evidențierea a două concepte de bază utilizate preponderent de către companiile axate pe dezvoltare de produs și anume: conceptul Darrieus și conceptul Savonius. (fig. 4 a; b)

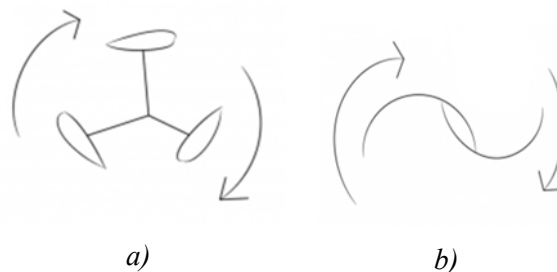


Figura 4. Concepte VAWT: a) Darrieus; b) Savonius.

Darrieus – concept bazat pe principiul portanței (*lift-type*), palele având profil aerodinamic, deci fac posibilă rotirea rotorului cu o viteză mai mare decât cea a vântului. Turbinele cu ax vertical, bazate pe principiul portanței, pot fi la rândul lor împărțite în mai multe soluții constructive: *Darrieus classic*; *Giromill*; *H-Darrieus*; *H-Darrieus cu Pale elicoidale – Gorlov*. [5] Variantele comerciale moderne ale concepului Darrieus se caracterizează prin palele cu profil aerodinamic, ale căror capete sunt fixate de axul central sus și jos, plasat într-un flux de aer, și în funcție de diferite unghiuri, este supus unor forțe, ale căror intensitate și direcții sunt diferite. Rezultanta acestor forțe determină apariția unui cuplu motor ce rotește turbina de vânt. Acest fapt permite majorarea coeficientului de utilizare a energiei eoliene până la $C_p = 0.43$. Suportă viteze ale vântului destul de mari, dar și viteza de pornire este relativ mare ceea ce o face inefficientă în condiții de vânt redus.

Savonius – concept bazat pe principiul rezistenței aerodinamice (*drag-type*) – vântul “împinge” palele de forma unor cupe, ceea ce implică limitări ale vitezei maxime de rotire posibile, care este întotdeauna egală sau mai mică decât viteza vântului. [3, 5] Turbina posedă o soliditate mai înaltă și rapoarte ale vitezelor de capăt mai scăzute, asigurând un moment de pornire sporit și printr-o o geometrie optimă se poate obține C_p estimat la 0,24 – 0,30. Necesită pentru demaraj cele mai scăzute viteze ale vântului (3 ... 5 m/s).

Analiza conceptelor date separat privind avantajele și dezavantajele oferite evidențiază totuși o problemă tehnică ce frânează implimentarea cu succes a acestor sisteme de conversie și anume: eficiență de conversiune relativ scăzută, fapt care nu-i permite să funcționeze eficient în zone cu un potențial energetic eolian scăzut reprezentativ R. Moldova.

Analiza opțiunilor și alegerea alternativei optime constă în posibilitatea unificării acestor două concepte: Savonius VAWT, servind ca demarator pentru rotorul Darrieus, sau pentru aplicații unde este necesar un moment de pornire înalt și turații joase. Astfel, în scopul elaborării unui concept adecvat sarcinii tehnice impuse, vor fi expuse două soluții constructive ale turbinelor eoliene în baza conceptului Darrieus [3] respectiv Savonius, care prezintă modele aerodinamice interesante, posedând totodată avantaje semnificative la nivel funcțional.

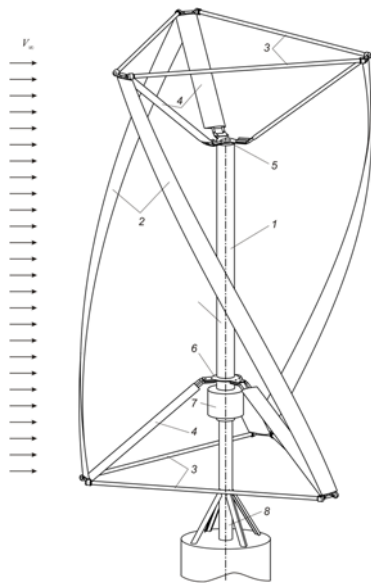


Figura 5. Turbină eoliană cu ax vertical și pale elicoidale Darrieus (REEV).

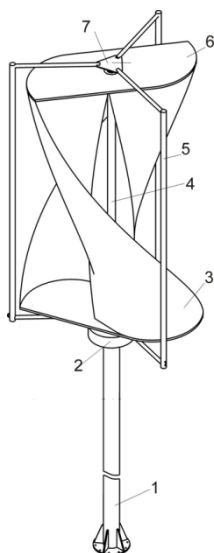


Figura 6. Turbină eoliană cu ax vertical și pale elicoidale Savonius.

Soluțiile tehnice prezentate vor servi astfel ca suport informațional de înaltă valoare științifică și vor contribui la îmbunătățirea performanțelor generale ale conceptului dezvoltat. Prezența

elementul elicoidal al palei, atât în cadrul rotorului Darrieus cât și în cel Savonius asigură uniformitatea rotirii organului de lucru, și, respectiv, conduce la majorarea coeficientul de utilizare a energiei eoliene. În rezultatul îmbinării acestor două concepte și datorită soluțiilor constructive propuse de către autori, turbina de vânt propusă asigură următoarele avantaje:

- eficiență sporită în zone cu potențial eolian scăzut;
- demararea automată a rotorului exterior la viteze mai joase ale vântului grație rotorului interior, care posedă o soliditate înaltă;
- sumarea momentelor de torsiune generate de ambele rotoare și excluderea frânării din partea rotorului interior;
- uniformitatea rotirii rotorului TE datorită formelor elicoidale ale palelor.

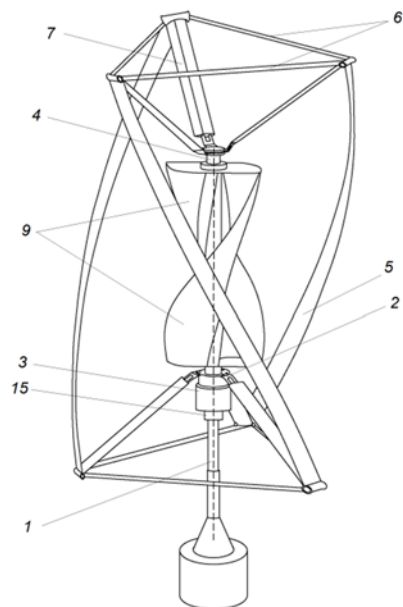


Figura 7. Microturbină eoliană cu ax vertical și pale elicoidale combinată.

3. MODELE AERODINAMICE DE CALCUL A ROTOARELOR VAWT

Elaborarea modelului aerodinamic al microturbinii eoliene cu ax vertical combinată (tip Darrieus –Savonius) are drept scop predimensionarea și optimizarea inițială, prin intermediul a două modele de calcul distinctive care au la bază teoria momentului elementului de pală (*Blade Element Momentum theory – BEM*).

3.1. Modelul simplificat al tuburilor multiple de curent cu un singur disc actuator

Modelul (*single actuator multiple streamtubes*) a fost dezvoltat de Wilson-Lissaman [1] – are la bază

un sigur disc și tuburi multiple de curent. Modelul dat are rolul de a studia influența diverșilor parametri de design și de a ajuta la o predimensionare aproximativă a modelului. Discul care înlocuiește rotorul într-o secțiune perpendiculară pe direcția fluxului – consideră vitezele induse ca fiind constante. Metoda de analiza simplificată poate oferi o idee „globală” asupra performanțelor turbinei, dar, din păcate nu oferă o influență reală a mai multor parametri, cum ar fi numărul de pale, a valorilor în cazul unghiurilor când stratul limită se desprinde. De asemenea, influența profilului aerodinamic este minimă, iar acuratețea predicțiilor este slabă. Un calcul avansat asupra comportării rotorului necesită abordarea metodei complexe cu discuri în tandem.

3.2. Modelul complex al tuburilor de curent multiple cu discuri în tandem

Modelul (*double actuator multiple streamtubes*) dezvoltat de Paraschivoiu [1] – Două discuri în tandem și tuburi multiple de curent. Fluxul de aer este împărțit într-un set de tuburi mai mici, atât pe orizontală cât și pe verticală, la fel ca și în cazul metodei simplificată. Modelul dat este o rafinare a modelului simplificat, prin care putem varia o serie mai mare de parametri, iar sensibilitatea la schimbarea parametrilor este mai mare.

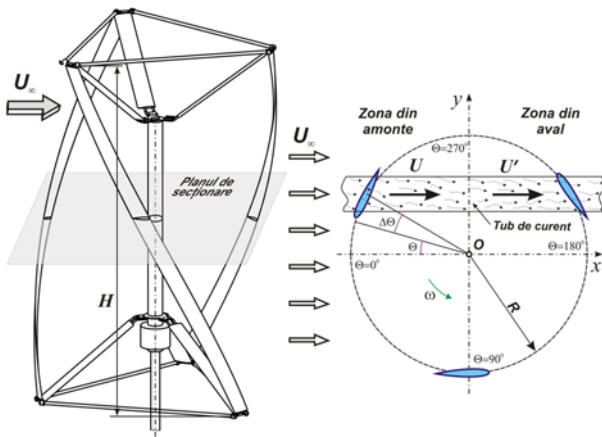


Figura 8. Geometria rotorului eolian elicoidal vertical Darrieus.

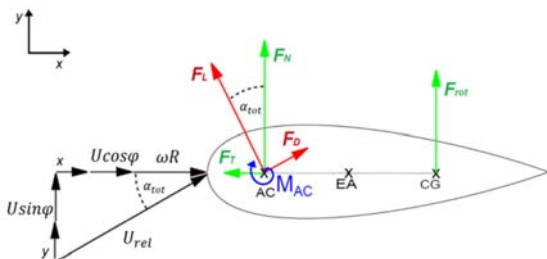


Figura 9. Reprezentare a triunghiurilor de viteze și a forțelor aerodinamice 2D Darrieus.

$$\Delta\theta = \frac{2\pi}{m};$$

unde m este numărul de tuburi de curenti multipli. Poziția întregii turbine este caracterizată cu ajutorul unghiului Θ , iar poziția palei prin intermediul unghiului α . Fiecare pală dezvoltă o forță F pe care o caracterizează prin unghiul de atac α , iar întreaga turbină este caracterizată cu ajutorul forței F_t .

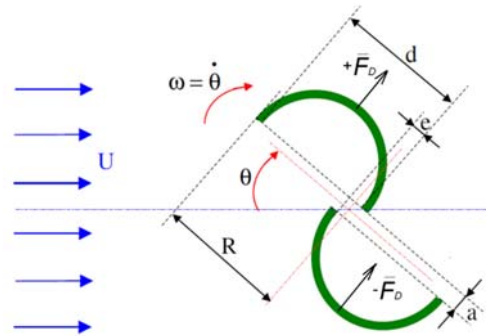


Figura 10. Geometria rotorului eolian elicoidal vertical Savonius și orientarea forțelor.

Determinarea forței care acționează asupra rotorului Savonius poate fi exprimată prin:

$$F = C_d \cdot \frac{\rho \cdot A}{2} \cdot U^2, \quad (1)$$

unde C_d – este coeficientul de drag.

În conformitate cu recomandările [1, 4], pentru proiectul microturbinei combinate fost stabilit pentru rotorul Darrieus numărul de pale $N_{pal} = 3$, minim necesar pentru autodemararea rotorului, îmbunătățirea variației ciclice a momentului de torsiune și diminuarea efectului de rezonanță, care poate apărea în timpul funcționării. Cu referire la aceeași sursă determinarea înălțimii optime H a rotorului eolian se deduce din relația $H = 3A/4R$ pentru rotorul Darrieus, respectiv $h = 2,6 \cdot d$ pentru rotorul Savonius.

3.3. Determinarea profilului aerodinamic de referință al palei în secțiunea normală

Cazul VAWT presupune utilizarea profilelor aerodinamice simetrice, caracterizate printr-o comportare cvasiliniară la numere Reynolds mici. Criteriul de apreciere comparativă a proprietăților profilelor selectate rezidă din dependența grafică a raportului dintre forța de ridicare și forța de rezistență frontală funcție de unghiul de atac și nr. Re calculat - *finețea profilului*. [1] Atât datele de referință comparative cât și restricțiile tehnologice privind procesul de prelucrare au evidențiat comportamentul superior al profilului NACA 0017, care va fi supus cercetării în mediul fluid privind elaborarea unui model numeric performant adaptat condițiilor impuse.

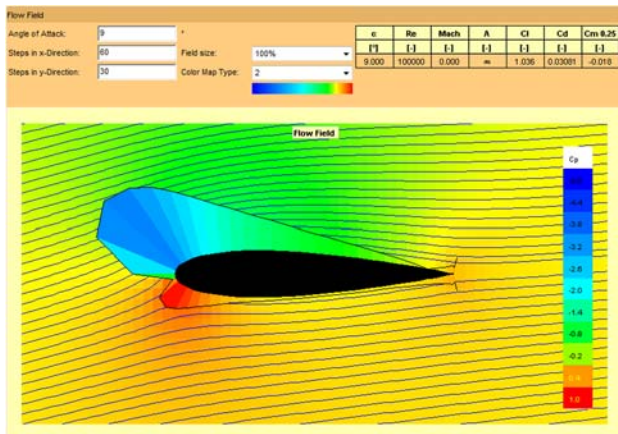


Figura 11. Distribuția presiunii pentru unghiul de atac de 9 grade NACA 0017

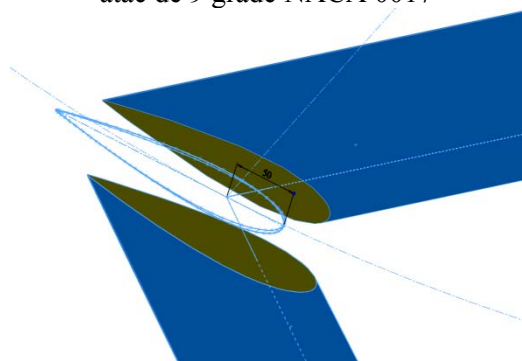


Figura 1. Pale cu profil aerodinamic NACA 0017.

4. CERCETĂRI NUMERICE ASUPRA MICROTURBINEI EOLIENE CU AX VERTICAL COMBINATĂ

Scopul simulărilor numerice din cadrul dinamicii fluidelor asistate de calculator (CFD) constă în analiza tablourilor de modelare a interacțiunii cu fluxul de aer pentru diferite variante constructive și stabilirea unghiului optim al elicei palei. Pentru pregătirea și realizarea experimentului numeric CFD a fost utilizată stația grafică Intel(R) Core(TM) i7-4770 CPU 3,40 GHz, memoria operativă – 8GB, cartela video – NVIDIA GeForce GT640. Conform recomandărilor ANSYS parametrii computaționali raportați la factorul de alocarea memoriei 1,2, impun realizarea unui mesh nu mai mare de 6.6 mil. elemente. O etapă esențială a procesului de calcul constă în definirea condițiilor la limită [2]:

- Zona „Inlet” – intrarea fluxului de aer cu varierea vitezei normale $U = 8 - 10$ m/s (factorul de discretizare 1);
- Zona „Outlet” – ieșirea liberă a fluxului de aer cu presiunea $p = 0$;
- Zona „Opening” – zona deschisă cu presiunea $p = 0$;

- Zona „Wall” – „free slip” impune suprafeței lateralele statorului, specificația „no slip” impune suprafețelor care materializează geometria rotorului.
- Modelul fluidului – Air at 25°C;
- Temperatura mediului – 18°C;
- Modelul de turbulență – SST (Turbulence intensity – medium);
- Durata ciclului de lucru – automat;
- Precizia calculului – ridicată.

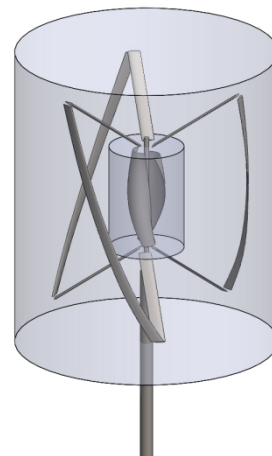


Figura 12. Subdomeniilor destinate studiului CFD.

Discretizarea în elemente finite a rotorului Savonius a fost posibilă abordând algoritmul: *Volume Mesh Type: Tetra/Mixed; Tetra/Mixed Mesh Method: Robust (Octree)*. Astfel au fost generate 1122723 elemente finite cu indicele calității 0.102. Fig. 13.

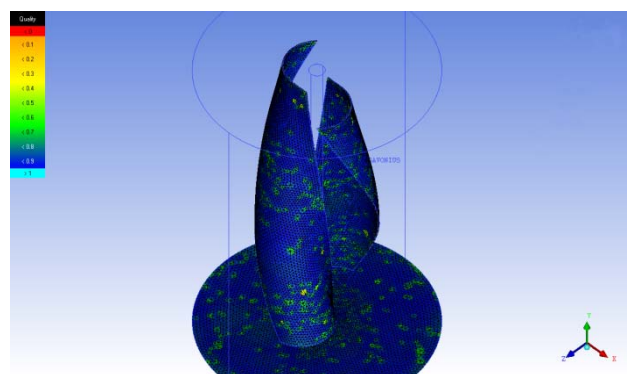


Figura 13. Discretizarea în elemente finite a subdomeniului Savonius.

Pentru domeniul rotorului Darrieus cu profil NACA 0017, a fost realizat un mesh compus din 3584942 elemente cu indicele calității 0.005 utilizând opțiunea *Volume Mesh Type: Tetra/Mixed și Tetra/Mixed Mesh Method: Quick (Delaunay)*. Determinarea totală a calității mesh-ului se exprimă prin numărul total sumat de elemente a căror calitate este sub 0.2 raportat la numărul total sumat de elemente finite și constă în 0.024. În limita performanțelor de calcul

disponibile s-a reușit obținerea unei rețele de discretizare de calitate înaltă.

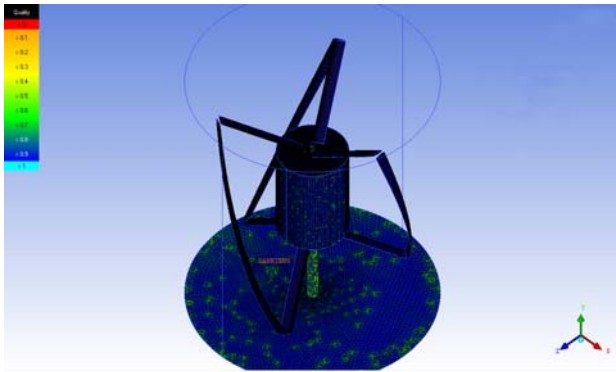


Figura 14. Discretizarea în elemente finite a rotorului Darrieus.

Următoarea etapă constă în rezolvarea numerică a sistemului de ecuații format de modelul SST și ecuațiile Navier–Stokes [2] cu condițiile la limită pentru problema examinată. Imaginile ce urmează prezintă tabloul curgerii tranzitorii a fluidului prin rotor și în vecinătatea palelor.

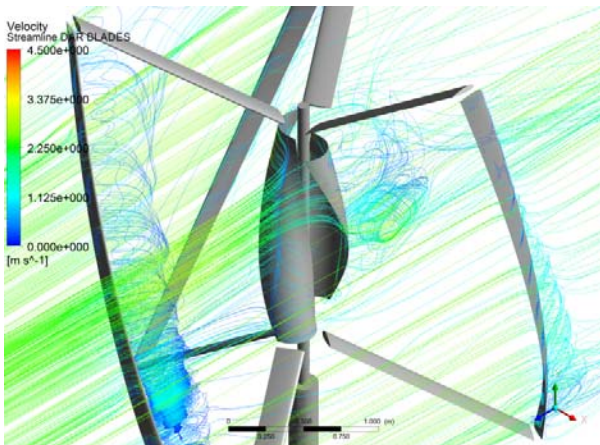


Figura 15. Liniile de curent ale fluxului de aer care baleiază rotorul combinat(CFX–Post).

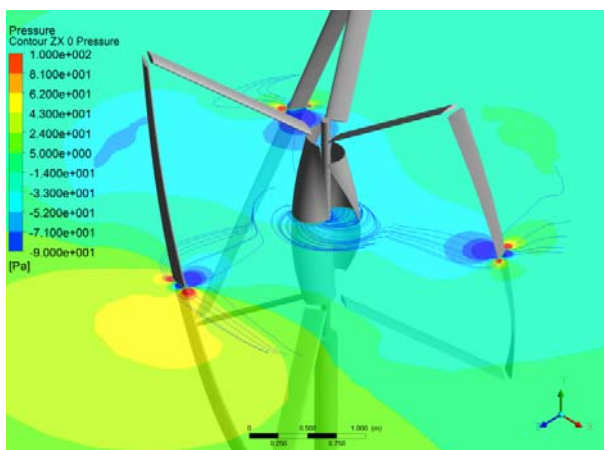


Figura 16. Distribuția presiunii fluxului de aer în zona mediană a rotorului (CFX–Post)

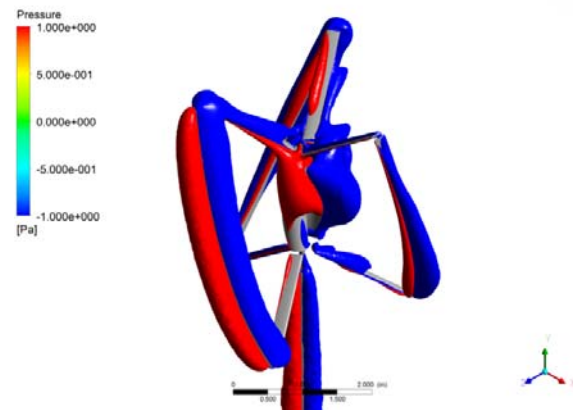


Figura 17. Distribuția presiunii în amonte și aval de rotorul combinat (CFX–Post)

5. CONCLUZII

Procesul de elaborare și dezvoltare a unui model eficient de microturbină eoliană cu ax vertical presupune abordarea unei metodologii specifice bazate pe studiul literaturii de specialitate și a cercerărilor teoretice existente, determinarea modelului aerodinamic de calcul optim conceptului propus, și efectuarea simulărilor CFD, specifice curgerii tranzitorii a fluidului prin rotor și în vecinătatea palelor, privind determinarea gradului de influență a parametrilor constructiv-cinematici asupra caracteristicilor de putere și factorilor de performanță aero-dinamică a rotorului. Rezultatele obținute prezintă grad înalt de precizie condiționând desfășurarea ulterioară a cercetărilor.

Bibliografie

1. **Ciupercă R.** *Contribuții la elaborarea și cercetarea rotorului eolian elicoidal / Teză de doctor în științe tehnice, Univ.Tehn. a Moldovei, Chișinău 2010, 237p.*
2. **Bostan V.** *Modele matematice în inginerie / Monografie, Univ.Tehn. a Moldovei, Chișinău 2014, 470p. ISBN 978-9975-80-831-6.*
3. **Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciupercă R.** *Antologia invențiilor: Sisteme de conversie a energiilor regenerabile. Univ.Tehn. a Moldovei.-Ch.: Ed. (Tipografia BONS Offices). 2009- 458 p. ISBN 978-9975-80.*
4. **Kirke B.K.** *Evaluation of self-starting vertical axis wind turbines for stand-alone applications. – Phd. Thesis, Griffith University Gold Coast Campus, 1998. 340 p.*
5. **Ionescu R.** *Designul și optimizarea turbinelor eoliene cu ax vertical, de mică putere, implementabile în mediul urban, Teză de doctor în științe tehnice Brasov, 2014.*

Recomandat spre publicare: 29.06.2015.

SURSELE PRINCIPALE DE POLUARE A AERULUI ATMOSFERIC ÎN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

V. Plămădeală

Universitatea Tehnică a Moldovei

Cauzele principale de contribuire la poluarea solului și aerului atmosferic sunt neefectuarea salubrității planificate și spălării tuturilor străzilor localităților; transportarea deșeurilor solide și materialelor de construcție cu transport nespecializat; starea deplorabilă a rețelelor de canalizare pluvială; lipsa schemei generale de circulație a transportului urban confirmată prin calcule; starea deplorabilă a părții carosabile a străzilor; circulația transportului cu un grad de uzură sporit; utilizarea unităților de transport în lipsa utilizării de neutralizare a gazelor de eșapament și întreținerea nesatisfăcătoare a lor etc.

Pentru efectuarea monitorizării poluării aerului se întreprind acțiuni de identificare a obiectelor și surselor de poluare cu impact negativ asupra mediului și sănătății omului. În acest scop s-a efectuat o clasificare convențională a obiectelor poluatoare după sectoarele economiei naționale: energetic, procese industriale și construcții, transporturi, agricol, deșeuri, alte sectoare, divizate în 6 sectoare și 4 subsectoare (fig. 1.) [1].

Sursele principale de poluare a aerului

atmosferic în orașul Chișinău sunt prezentate de: producerea energiei electrice la termocentrale, sistemele de încălzire a locuințelor, traficul auto, feroviar, aerian și activitatea industrială. Poluanții cei mai importanți rezultați din aceste procese sunt: oxizii de carbon, sulf, azot, particulele în suspensie, formaldehida, benz(a)pirenol etc. Cea mai mare sursă de poluare atmosferică rămâne totuși arderea combustibilului. Prin impuritățile prezente în combustibili, prin fum (arderea incompletă) sau prin oxizii de azot și sulf aerul este poluat în proporții importante.

Sursele de poluare ale bazinului aerian din ecosistemul urban Chișinău includ: sursele mobile – peste 270 mii unități de transport [2]; sursele staționare – peste 1000 întreprinderi industriale, circa 300 cazangerii, peste 120 stații *PECO*, 7 baze petroliere etc. [3]. Un caz aparte îl reprezintă Stația de Epurare Biologică a apelor uzate, unde în rezultatul fermentării anaerobe a nămolului în paturile de uscare și lucrului suflantelor în bazinele de aerare emisiile de gaze nocive sunt încă semnificative [3].

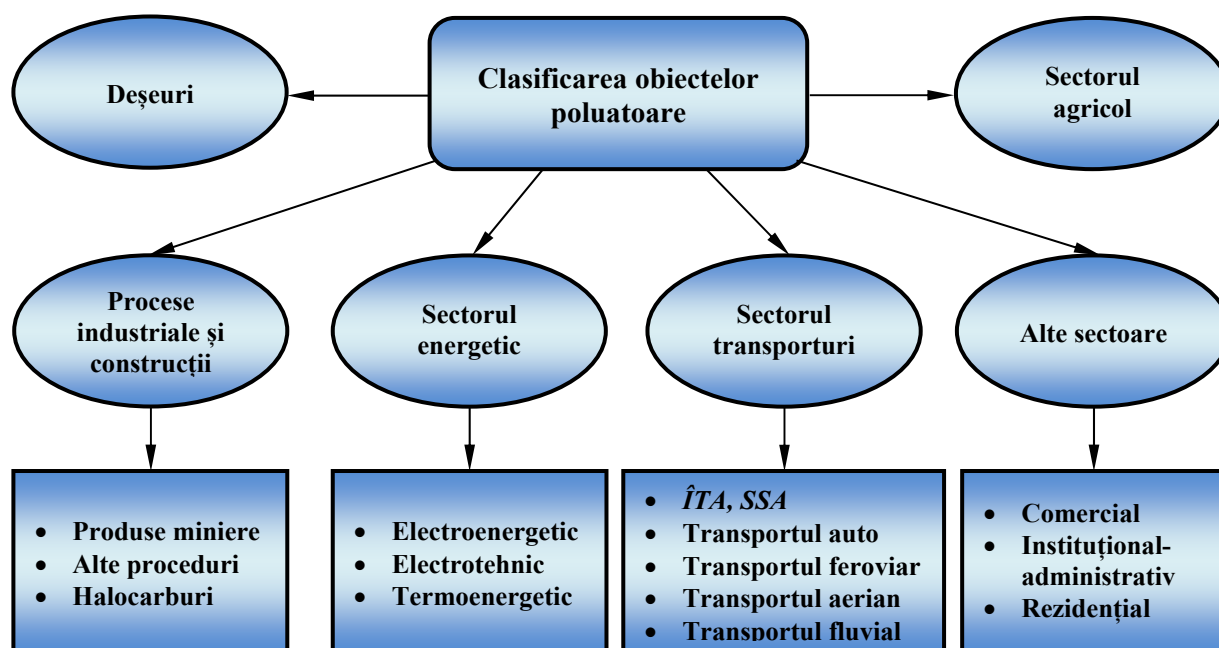


Figura 1. Clasificarea obiectelor poluatoare după sectoare și subsectoare

În rezultatul monitorizării calității aerului în ultimii ani s-a stabilit, că din totalul de probe analizate, depășiri a CMA pentru diferiți indici (monoxid de carbon, oxizi de azot, pulberi, funingine, plumb, ozon etc.) se depistează permanent. Conform datelor statistice, parvenite de la CPM Chișinău, sursa principală de poluare a spațiului aerian în orașul Chișinău este transportul auto, ceea ce constituie 96,0% (în Republica Moldova ponderea emisiilor de noxe de la transportul auto în aerul atmosferic constituie circa 80% din totalul emisiilor de la toate sursele de poluare a aerului) și 4% de la sursele fixe [3].

Poluarea aerului de la sursele mobile în municipiul Chișinău nu este echivalentă pe întreg teritoriul. Evident, aerul atmosferic este mai poluat în sectoarele cu trafic intens al transportului auto. Însemnătatea problemei constă, în faptul, că în procesul de activitate transportul are un impact negativ considerabil asupra mediului înconjurător, sănătății populației, mediului de trai. Una din cauzele principale a poluării excesive este creșterea continuă a numărului de autovehicule, care conform datelor statistice ale Biroului municipal de statistică a constituit în municipiul Chișinău în anul 2007 – 196058 unități, în anul 2008 a crescut pînă la 216628, iar la 01.06 2015 – 271155 [2].

Sursele principale de poluare a atmosferei în

municipiul Chișinău sunt: SA „CET-1”, SA „CET-2”, SA „Elcas”, SA „Piele”, SA „Viitorul”, Combinatul de șampanie „Cricova”, SRL „East Auto Lada”, SA „Tutun”, SA „Fabrica de sticlă”, SA „Agurdino”, Glass Container Company, SA „Macon”, Fabrica de drojdii, SA „Termocom”/cazangeria de Sud, SA „Icam”, SA „Termocom”/cazangeria Sculeni, SA „Aralit”, SA „Bucuria”, SA „Zorile”, SA „Fabrica de beton și mortar”, SA „Taxi-Service”, Trustul „Edilitate”, SA „Autosalubritate”, SA „Topaz”, SA „Termocom”/cazangeria Muncești, SA „Carmez”, SA „Frigo”, SA „Franzeļuța”, SA „Alimcom”, SA „Moldcarton”, SA „Vitanta”, Combinatul auto nr. 4 etc. [4].

Pe parcursul anului în municipiul Chișinău se prelevă și analizează peste 27000 probe de aer de la 6 posturi staționare de observații în baza a 7 indici: suspensii solide, dioxid de sulf, sulfati solubili, monoxid de carbon, dioxid de azot, fenol și aldehydă formică. Rezultatele investigațiilor efectuate denotă că în ultimii ani nivelul de poluare a aerului conform concentrațiilor medii anuale se modifică din an în an neesențial. Cel mai înalt nivel al poluării aerului în municipiul Chișinău s-a semnalat pentru dioxid de azot. Spre exemplu, în perioada anilor 2005-2014, peste 55% din zilele cu observații (tab. 1.) s-a înregistrat depășirea CMA medii zilnice și maximă momentană [5].

Tabelul 1. Calitatea aerului atmosferic în municipiul Chișinău (mkg/m^3).

Anul	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Substanțe în suspensie									
Concentrația maximă momentană	3,1	3,9	4,0	1,4	3,0	2,3	2,8	1,4	3,1
Valoarea medie anuală ponderată CMA	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7
Concentrația medie anuală	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,09	0,1	0,1	0,1
Numărul de zile cu depășiri ale CMA	39	71	84	47	49	74	68	46	28
Dioxid de sulf									
Concentrația maximă momentană	0,1	0,11	0,11	0,1	-	0,1	0,18	0,09	0,1
Valoarea medie anuală ponderată CMA	0,1	0,1	0,2	0,2	-	0,1	0,2	0,2	0,1
Concentrația medie anuală	0,01	0,01	0,01	0,01	-	0,01	0,01	0,01	0,01
Numărul de zile cu depășiri ale CMA	0	0	0	0	-	0	-	-	-
Dioxid de azot									
Concentrația maximă momentană	0,49	0,49	0,23	0,64	0,64	0,42	0,35	0,48	0,53
Valoarea medie anuală ponderată CMA	1,0	1,0	1,0	1,3	2,3	1,3	1,5	1,3	1,3
Concentrația medie anuală	0,04	0,04	0,04	0,05	0,09	0,05	0,06	0,05	0,05
Numărul de zile cu depășiri ale CMA	122	179	170	178	170	249	270	233	259
Oxid de carbon									
Concentrația maximă momentană	30,0	17,0	8,0	5,0	4,0	6,0	5,0	8,0	4,0
Valoarea medie anuală ponderată CMA	0,7	0,8	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,2
Concentrația medie anuală	2,2	2,4	1,8	1,2	1,1	1,7	1,2	1,2	0,7
Numărul de zile cu depășiri ale CMA	1	25	5	0	0	1	-	6	-

Dioxidul de azot intră în lista celor mai periculoși poluanți, deoarece provoacă efecte senzoriale, funcționale și patologice. Persoanele expuse la concentrații ridicate de dioxid de azot, cel mai des sunt supuși bolilor de catar ale tractului respirator superior, bronșită, mană și pneumonie. Poluarea aerului cu dioxid de azot conține o amenințare nu numai pentru sănătatea umană, dar provoacă și daune ecologice pentru mediul ambiant. Influența dioxidului de azot asupra plantelor provoacă înălbirea frunzelor, ofilirea florilor, fructelor și încetarea creșterii lor.

În aerul atmosferic a municipiului Chișinău dioxidul de azot este eliminat practic de la toate întreprinderile existente. Principalele surse de oxizi de azot sunt procesele de ardere la temperaturi înalte a diferitor tipuri de combustibil (gaze naturale, cărbune, benzină, ulei, motorină) în centralele termice, boilere, instalații industriale. Circa 90% din toate emisiile de oxizi de azot în atmosferă sunt legate de arderea combustibilului.

Pentru evaluarea influenței emisiilor întreprinderilor din municipiul Chișinău asupra nivelului poluării atmosferei cu dioxid de azot s-au utilizat datele de inventariere a 9 surse majore de poluare: SA „CET-1”, SA „CET-2”, SA „Fabrica de sticlă”, SA „Bucuria”, SA „Beton și mortar”, SA „Edilitate”, SA „Zorile”, SA „Tutun”, SA „Carmez” și conform OND-86 „Metodika raschyota koncentracij v atmosferenom vozduxe vredny'x veshhestv, sodержashhixsya v vy'brosax predpriyatij” au fost estimate zonele de influență (emisiilor) a acestor întreprinderi (tab. 2) [6].

Tabelul 2. Zona de influență a întreprinderilor din municipiul Chișinău.

Nr. d/o	Întreprinderea	Zona de influență, m
1.	SA „Carmez”	1290
2.	SA „Zorile”	1405
3.	SA „Beton și mortar”	1670
4.	SA „Edilitate”	2156
5.	SA „Tutun”	2788
6.	SA „Fabrica de sticlă”	7020
7.	SA „Bucuria”	7247
8.	SA „CET-1”	30024
9.	SA „CET-2”	33022

Rezultatele estimării denotă, că cea mai mare influență asupra poluării aerului atmosferic cu dioxid de azot revine centralelor termoelectrice. Zonele de influență a întreprinderilor sunt demonstrate pe harta municipiului Chișinău în figura 2 [6].



Figura 2. Zona influenței întreprinderilor cu dioxid de azot, municipiul Chișinău:

- 1 – SA „Carmez”; 2 – SA „Zorile”; 3 – SA „Beton și mortar”; 4 – SA „Edilitate”; 5 – SA „Tutun”; 6 – SA „Fabrica de sticlă”; 7 – SA „Bucuria”; 8 – SA „CET-1”; 9 – SA „CET-2”.

Suprapunerea zonelor de influență a întreprinderilor duc la majorarea concentrației dioxidului de azot în sectorul de recuperare. La aceste zone se referă sectoarele Buiucani și Ciocana din orașul Chișinău. Zonele de influență ale SA „CET-2” și SA „CET-1” sunt foarte mari și acoperă toată aria orașului și suburbiile lui.

Analiza funcționării întreprinderilor din municipiul Chișinău în ultimii ani arată faptul că de la sursele staționare în aerul atmosferic se degajă anual peste 3000 t de substanțe poluante (tab. 3.) [3, 7], excepție făcând anul 2011, când s-a înregistrat o cantitate minimă de 2761 t de substanțe poluante.

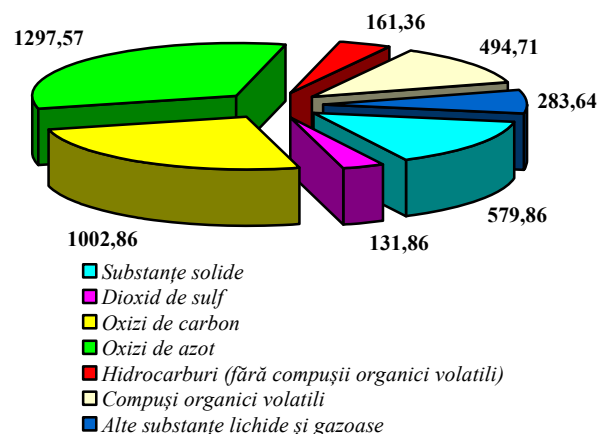


Figura 3. Evacuarea substanțelor poluante în aerul atmosferic de către sursele staționare din municipiul Chișinău (valoarea medie, tone, în perioada anilor 2000 – 2013).

Tabelul 3. Evacuarea substanțelor poluante în aerul atmosferic de către sursele staționare din municipiul Chișinău (tone).

Anul	Substanțe solide	Substanțe lichide și gazoase						Total
		dioxid de sulf	oxizi de carbon	oxizi de azot	hidrocarburi (fără compuși organici volatili)	compuși organici volatili	alte substanțe lichide și gazoase	
2000	522	282	739	1675	128	186	144	3676
2001	544	202	911	2136	132	192	200	4317
2002	520	140	944	1975	120	311	242	4252
2003	595	135	1018	1782	218	496	297	4541
2004	593	48	1113	1785	205	521	273	4538
2005	654	204	1242	1964	233	523	370	5190
2006	656	91	1267	1627	176	507	367	4691
2007	813	77	1069	837	168	526	354	3844
2008	824	101	1079	781	141	570	380	3876
2009	792	322	916	922	124	475	348	3899
2010	748	54	895	723	121	516	206	3263
2011	330	76	844	634	83	591	203	2761
2012	264	76	993	675	242	638	269	3157
2013	263	38	1010	650	168	874	318	3321

Conform datelor din tabelă în ultimii ani se observă o reducere, față de valoarea medie în perioada examinată (fig. 3.) a substanțelor solide,

dioxidului de sulf și oxizilor de azot și o creștere a compușilor organici volatili.

Tabelul 4. Dinamica emisiilor substanțelor poluante în atmosferă la SA CET-1, SA CET-2 și SA „Termocom” (tone)

Anul	Total	NO ₂	SO ₂	CO	Substanțe solide	Altele
SA CET-1						
2005	195,81	81,56	27,95	84,97	0,37	0,96
2006	160,50	74,48	0,06	85,16	0,30	0,5
2007	151,43	101,69	0,06	48,83	0,30	0,55
2008	136,56	87,50	0,06	48,16	0,29	0,55
2009	130,65	66,91	34,46	28,29	0,29	0,7
2010	113,93	61,17	0,06	51,87	0,30	0,53
2011	78,70	38,60	0,04	39,40	0,5	0,16
2012	74,70	49,60	0,04	24,40	0,5	0,16
SA CET-2						
2005	1549,55	1429,08	96,78	20,67	0,70	2,32
2006	1137,68	1119,64	0,01	16,80	-	1,23
2007	391,63	374,26	0,02	14,53	-	2,82
2008	376,96	355,04	0,01	19,09	0,45	2,37
2009	774,58	542,90	184,36	40,55	0,44	6,33
2010	451,85	381,40	0,01	67,46	0,60	2,38
2011	418,10	358,00	0,01	59,70	0,30	0,11
2012	493,90	369,40	0,01	123,50	0,90	0,11
SA „Termocom”						
2009	137,12	79,24	7,34	28,34	9,40	12,8
2010	143,74	74,02	8,53	22,62	10,94	27,63
2011	103,10	62,40	0,40	12,40	2,60	25,3
2012	114,00	65,20	0,20	16,20	10,20	22,2

În perioada 2005–2012 la SA CET-1 are loc diminuarea treptată a cantităților de emisii de la 195,81 t în 2005 la 74,7 t în 2012, adică cu 61,85%. La SA CET-2 în perioada examinată nivelul minim a cantităților de emisii s-a atins în anul 2008 ajungînd la o valoare de 376,96 t, reducîndu-se față de anul 2005 cu 75,67%. Acest fapt se explică prin trecerea stației la consum de gaz natural.

Totodată, în anul 2012 la SA CET-1 se observă o reducere considerabilă a componentelor NO_2 , SO_2 și CO față de anul 2005, într-o ușoară creștere fiind substanțele solide, iar la SA CET-2 s-au redus considerabil componentele NO_2 și SO_2 , în creștere fiind componenta CO și substanțele solide.

Conform datelor Inspectoratului Ecologic de Stat în sectorul industrial printre întreprinderile din municipiul Chișinău cu o influență negativă majoră asupra aerului atmosferic pe parcursul anului 2012 figurează următoarele: SA „Edilitate” (189,6 t), SRL „Moldovatrangaz” (138,9 t), SA „Macon” (113,0 t), SA „Uzina de sticlă” (107,3 t) și SA „Apa Canal Chișinău” (105,3 t) etc. [4].

Emisiile în atmosferă depind și de starea drumurilor aflate în stare deplorabilă. Rețeaua de drumuri a municipiului Chișinău s-a format sub aspectul actual în ultimii 45 de ani, însă parametrii drumurilor publice din oraș au fost calculați pentru un flux de 100000 vehicule, pe cînd astăzi avem un parc ce depășește 250000 unități de transport, fiind completat zilnic de circa alte peste 100000 unități de transport din suburbii sau tranzitează orașul.

Rețeaua rutieră a municipiului Chișinău cuprinde 102,8 km de drumuri publice (tab. 5.), ceea ce reprezintă 1,1% din totalul de drumuri publice pe republică. Din lungimea totală de drumuri publice în municipiul Chișinău, 68,7% sunt drumuri naționale și 32,3% drumuri locale, iar la nivel de republică – 35,7% și 64,3% respectiv. Atît cele naționale cît și cele locale, îndeosebi, se află într-o stare proastă. Lungimea drumurilor cu îmbrăcăminte rigidă în municipiul Chișinău constituie 98,6% din totalul de drumuri publice, pe republică – 94,5%.

Tabelul 5. Lungimea drumurilor în municipiul Chișinău și pe Republică la 01.01.2014 pe categorii de drumuri și tipul de îmbrăcăminte [7].

Drumuri publice, km		Dintre care:			
		Drumuri naționale, km		Drumuri locale, km	
Total	cu îmbrăcăminte rigidă	Total	cu îmbrăcăminte rigidă	Total	cu îmbrăcăminte rigidă
Municipiul Chișinău					
102,8	101,4	70,6	70,6	32,2	30,8
Republica Moldova					
9352,2	8836,5	3336,0	3336,0	6016,2	5500,5

Cantitatea substanțelor toxice emise în atmosferă este în dependență de cantitatea și calitatea combustibilului importat. Conform datelor Agenției Naționale pentru Reglementare în Energetică, volumul tuturor produselor petroliere importate în anul 2014 a crescut cu 74,5% față de

volumul importat în anul 2000 și a constituit circa 637 t (tab. 6.). Cel mai mult a crescut importul motorinei cu 103,5%, gazul lichefiat importat a sporit cu 81,4%, iar benzina cu 24% față de anul 2000.

Tabelul 6. Evoluția importului produselor petroliere în Republica Moldova în perioada anilor 2000-2014 [9]

Anul	Cantitatea și tipul combustibilului importat, mii tone			Total
	Benzină	Motorină	Gaz lichefiat	
2000	121	201	43	365
2001	131	221	46	398
2002	168	249	48	465
2003	203	285	56	544
2004	212	299	53	563
2005	214	312	54	580
2006	196	308	50	553
2007	208	330	50	588

Continuare tabel 6.

Anul	Cantitatea și tipul combustibilului importat, mii tone			Total
	Benzină	Motorină	Gaz lichefiat	
2008	216	346	61	623
2009	222	309	61	592
2010	186	309	67	562
2011	193	354	78	625
2012	159	348	71	578
2013	160	409	72	641
2014	150	409	78	637

Conform datelor prezentate (fig.4.), cantitatea de benzină importată în țară a crescut în perioada anilor 2000-2009 cu o ușoară descreștere în anul 2006. Valoarea maximă anuală a cantității de benzină importată s-a atins în anul 2009, după care tendința de import a benzinei este în descreștere. Cantitatea de motorină importată în țară în perioada examinată a fost în permanentă

creștere cu excepția perioadei 2009-2010, când s-a simțit o descreștere mai evidențiată. Valoarea maximă a cantității de motorină importată revine anilor 2013-2014. Cantitatea de gaz lichefiat importată se modifică pe o sinusoidă cu o ușoară tendință de creștere. Valoarea maximă a cantității de gaz lichefiat importată s-a atins în anii 2011 și 2014.

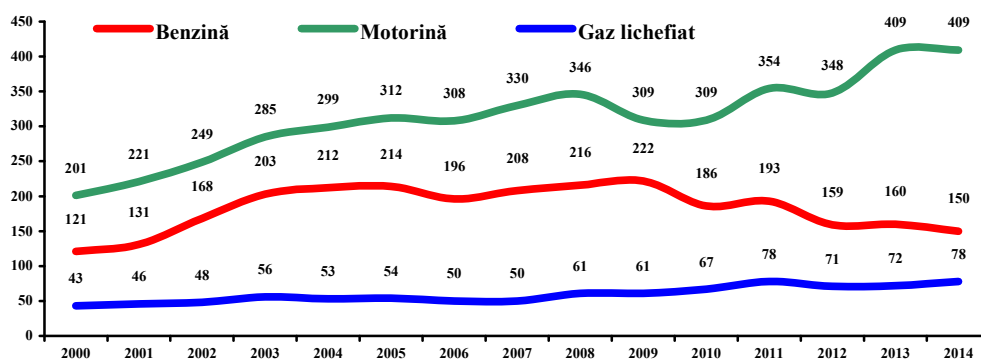


Figura 4. Evoluția importului produselor petroliere în Republica Moldova în perioada anilor 2000-2014 (mii tone).

Ponderea țărilor de origine în importurile de benzină, motorină și gaz lichefiat în anul 2014 este prezentată în figurile 5., 6. și 7. [9].

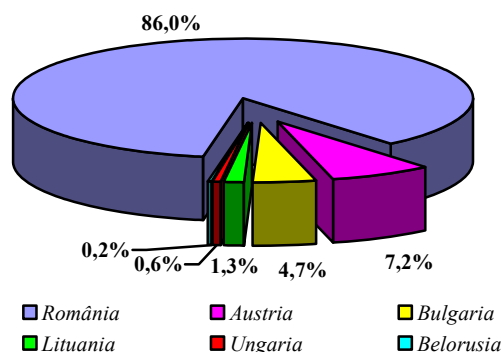


Figura 5. Ponderea țărilor de origine în importurile de benzină în anul 2014.

mai semnificativă cantitate de benzină – 86,0% din total, după care urmează Austria – 7,2%, Bulgaria – 4,7%, Lituania – 1,3%, Ungaria și Bielorusia cu o pondere mai mică de 1%.

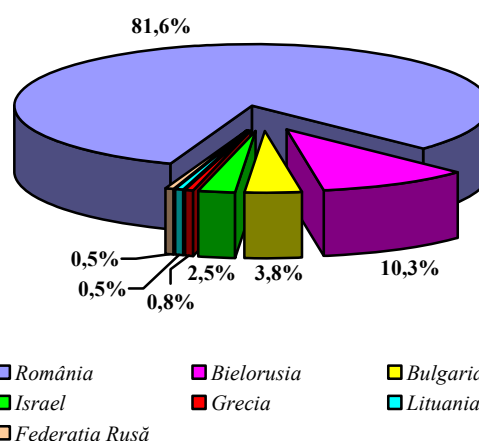


Figura 6. Ponderea țărilor de origine în importurile de motorină în anul 2014.

Ca și în anii precedenți, România este țara din care Republica Moldova a importat cea

La fel ca și benzina, cantitatea predominantă de motorină a fost importată din România – 81,6%, după care urmează Bielorusia – 10,3%, Bulgaria – 3,8%, Israel – 2,5, Grecia, Lituania și Federația Rusă cu o pondere mai mică de 1%.

În afară de benzina și motorina importată, pe piața internă s-au înglobat produse petroliere obținute în urma prelucrării comune a petrolului extras pe teritoriul Moldovei și celui importat. Astfel, în anul 2013 compania „Arnaut-Petrol” SA a produs 1231 t de motorină, ce este cu 724,4 t mai puțin decât în anul 2012. Pentru prima dată de către aceeași companie a fost produsă benzină în cantitate de 159 t. În anul 2012 compania „Valiexchimp” SRL a produs 1955,4 t de motorină din petrolul extras pe teritoriul Moldovei. Această cantitate este cu 46,2% mai mică decât cea produsă în anul 2011. Cota producției interne pe piață constituie circa 0,6% [9].

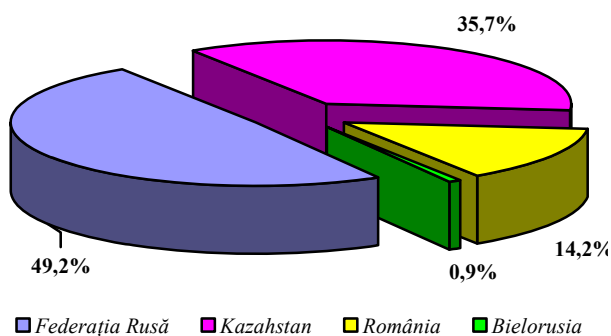


Figura 7. Ponderele țărilor de origine în importurile de gaz lichefiat în anul 2014.

Federația Rusă și Kazahstanul sunt principalele țări, din care s-a importat gazul lichefiat – 49,2% și, respectiv 35,7%, urmate de România – 14,2% și Bielorusia – 0,9%.

În figurile 8, 9 și 10 se prezintă structura importurilor produselor petroliere separat pentru benzină, motorină și gazul lichefiat, cu indicarea cotelor procentuale de participare ale fiecărui importator în anul 2013 [9].

Companiile cu cele mai mari cote de piață a benzinei sunt: „Petrom Moldova” SA – 32,5%, „LUKOil Moldova” SRL – 32,0%, „Tirex Petrol” SA – 13,4% și „Rompetrol Moldova” SA – 12,2% din totalul cantității de benzină importate.

Doar două companii ce dețin cote majore pe piață și-au mărit volumele de import a benzinei față de anul precedent, acestea fiind: „Rompetrol Moldova” SA cu 32% și „Lukoil Moldova” SRL cu 1,5%. La fel, din companiile cu cote mai puțin semnificative pe piață și-au sporit volumul de

import „Andezit” SRL de 3,5 ori, „Energo Petrol” SRL cu 66,2%, „Beruf Auto” SRL cu 48,4%.

Restul companiilor practic toate și-au redus importurile de benzină. Dintre cele mai mari companii a scăzut importul la următoarele: „Tirex Petrol” SA cu 6,3%, „Petrom Moldova” SA cu 4,7%, „Vero-Nadina” SRL cu 30%, „Defoil” SRL cu 12,4%.

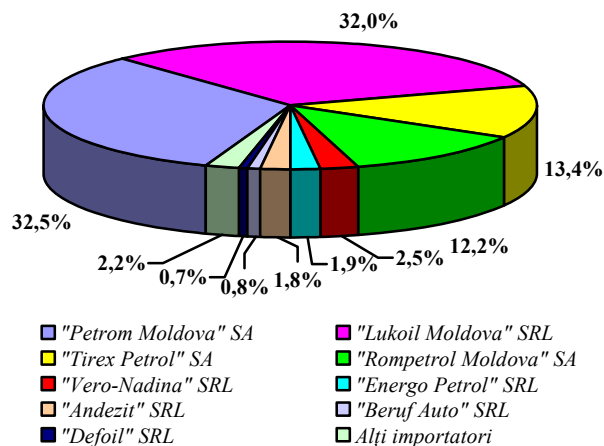


Figura 8. Cotele companiilor care au importat benzină în anul 2013.

Notă. Categoria „Alți importatori” include 9 companii, cotele de piață individuale ale cărora sunt mai mici de 0,5%.

În anul 2013 patru companii nu și-au exercitat dreptul de import a benzinei atribuit prin licență. Tot în această perioadă pe piața produselor petroliere au fost acordate licențe la activitatea de import și comercializare cu ridicata a benzinei și motorinei pentru două companii noi: „Dies Tehnologie” SRL care a importat un volum de benzină cu cota pe piață de 0,4% și compania „Vitla-Petrol” SRL cu 0,1% din totalul benzinei [9].

Cotele majore de piață privind importul de motorină, ca și la benzina, le dețin aceleași patru companii mari, diferența fiind cota procentuală variabilă a volumelor importate. Așa dar, cotele cele mai mari la importul de motorină le dețin companiile după cum urmează: „Lukoil Moldova” SRL – 31,7%, „Rompetrol Moldova” SA – 22,0%, „Tirex Petrol” SA – 14,1%, „Petrom Moldova” SA – 11,4 % din totalul acestui produs.

În mare parte cei mai mari importatori pe piață și-au sporit cota de import a motorinei față de perioada similară a anului precedent, în așa fel: „Lukoil Moldova” SRL – cu 13,2%, „Tirex-Petrol” SA – cu 3,0%, „Rompetrol Moldova” SRL – cu 2,8%, „Moldis Trading LTD” SRL – cu 16,3%, „Andezit” SRL – de 3 ori. În același timp au scăzut importurile de motorină la companii mari ca: „Petrom Moldova” SA cu 11,3% și „Vero-Nadina” SRL cu 28,8%.

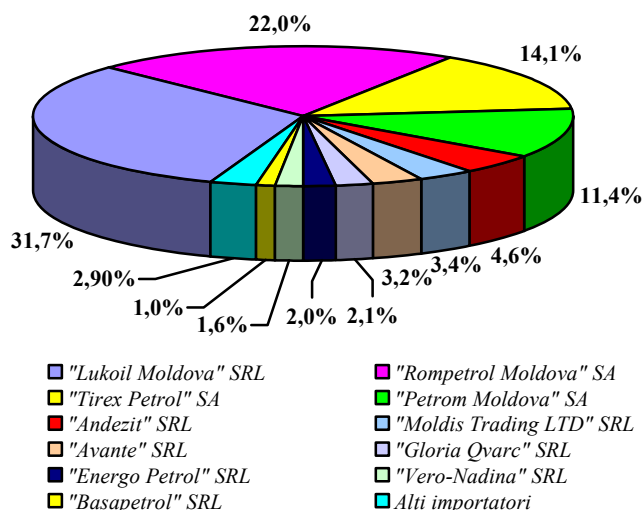


Figura 9. Cotele companiilor care au importat motorină în anul 2013.

Notă. Categoria „Alții importatori” include 8 companii cotele de piață individuale ale cărora sunt mai mici de 0,8%.

Cele două companii noi licențiate „Dies Tehnologie” SRL și „Vitla-Petrol” SRL au importat volume egale cu cota de piață – 0,8% și, respectiv 0,1% [9].

Majoritatea importatorilor de gaz lichefiat și-au sporit cotele de import în anul 2013 față de volumele importate în 2012. Astfel, „Petrom Moldova” SA cu 67,6%, „Flaga Gaz” SRL cu 49,3%, „Tezed-S” SRL cu 36,3%, „Rompetrol Moldova” SA cu 33,2% și „LUKoil Moldova” SRL cu 1,1%.

Numai două companii și-au redus volumele importate de gaz lichefiat: „Dominic” SRL cu 42,6% și „Duvasen” SRL cu 38,2%.

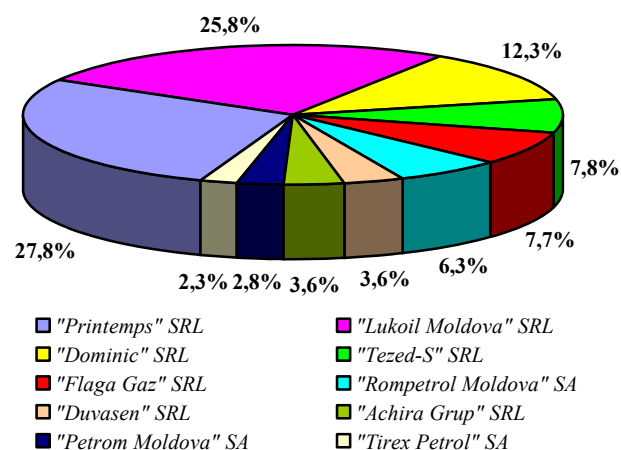


Figura 10. Cotele companiilor care au importat gaz lichefiat în anul 2013.

În anul 2013 compania „Achira Grup” SRL a primit licență pentru activitatea de import și comercializare cu ridicata a gazului lichefiat, anterior aceasta dispunând de licență doar pentru activitatea de comercializare cu amănuntul a gazului lichefiat la stațiile de alimentare [9].

Sectorul transporturi în perioada anilor 2010-2013 a utilizat circa 76,65% din cantitatea totală de combustibil importat (tab.7). Din cantitatea totală de combustibil utilizată de către sectorul transporturi cea mai mare parte revine transportului auto – 95,33%, urmată de transportul aerian – 2,42% și transportul feroviar – 2,16% (fig. 11.) [10].

Tabelul 7. Cantitatea de combustibil (în %) utilizat de sursele mobile din sectorul transporturi, anii 2010-2013.

Anul	Sectorul transporturi din cantitatea totală de combustibil importat	Dintre care:			
		transportul auto	transportul feroviar	transportul aerian	alte activități anexe de transport
2010	77,57	95,18	2,41	2,41	---
2011	78,50	95,62	2,11	2,27	---
2012	74,18	94,51	2,56	2,75	0,18
2013	76,36	96,00	1,57	2,26	0,17
Valoarea medie	76,65	95,33	2,16	2,42	0,175

Utilizarea în agricultură a produselor de uz fitosanitar contribuie la poluarea excesivă a factorilor de mediu, inclusiv și a aerului atmosferic. Începând cu anii 1990, nivelul de chimizare a agriculturii s-a redus simțitor, însă terenurile adiacente depozitelor de chimicale mai conțin și în

prezent cantități considerabile de pesticide poluatoare. Sectorul agricol are o pondere de circa 17,9% din emisiile totale naționale ale gazelor cu efect direct de seră, fiind a doua sursă majoră după sectorul termoelectric. Sectorul agricol reprezintă sursa majoră a emisiilor de CH_4 și de N_2O cu o

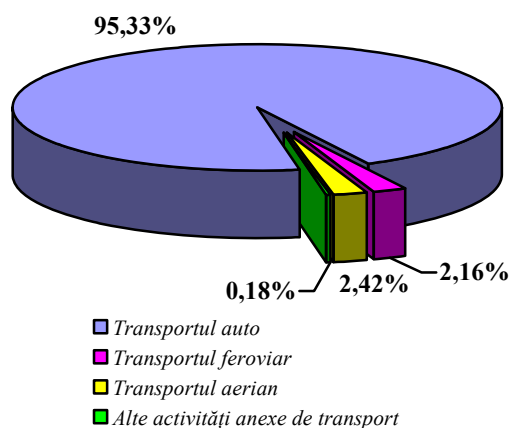


Figura 11. Cantitatea de combustibil (în %) utilizat de sursele mobile din sectorul transporturi, anii 2010-2013

pondere de circa 29,9% și respectiv, 90,0% din emisiile totale înregistrate la nivel național [8].

În „Anuarul IES-2008” pentru prima dată fumatul tutunului a fost prezentat ca o sursă de poluare a aerului atmosferic. Cantitatea anuală a țigaretelor comercializate și consumate este de circa 5,0-5,5 miliarde de țigaretete, inclusiv cele importate. Emisiile de noxe de la utilizarea acestei cantități constituie 100 t de monoxid de carbon și alte

substanțe nocive.

Deșeurile reprezintă astăzi nu numai pierderi a materiei prime primare și secundare, ci și surse de poluanți și nocivități pentru factorii de mediu, inclusiv aerul atmosferic. În anul 2005 sectorul „Deșeurii” a avut o pondere de circa 11,8% din emisiile totale naționale ale gazelor cu efect direct de seră în Republica Moldova, fiind a treia sursă majoră de emisii de gaze cu efect de seră după sectorul energetic și cel agricol. De notat, că sectorul „Deșeurii” a reprezentat o sursă majoră a emisiilor de CH_4 și NO_2 , cu o pondere de circa 45,3% și respectiv 6,6% din emisiile totale de metan și protoxid de azot, înregistrate la nivel național [8].

Este cunoscut faptul, că transportul constituie principala sursă de poluare a aerului atmosferic, emanând în aer cantități mari de hidrocarburi, oxizi de carbon, oxizi de azot etc. Sursele mobile de poluare reprezintă transportul auto, feroviar, aerian și fluvial. Cota de emisii a acestora în volumul total de degajări la nivel de republică constituie circa 90%, iar la nivel de municipiu Chișinău, peste 95%. Dinamica emisiilor de poluanți în atmosferă de la sursele mobile în perioada anilor 2010-2013 și distribuția lor pe componente este prezentată în tabelul 8 [4].

Tabelul 8. Dinamica emisiilor de poluanți în atmosferă de la sursele mobile în perioada anilor 2010-2013 (mii tone).

Sursele mobile	Anul	Masa emisiilor totale	Dintre care:						
			CO	CH	NO ₂	SO ₂	aldehide	substanțe solide	alte substanțe
Transportul auto	2010	146,5	102,8	14,1	14,9	3,9	8,2	2,5	0,1
	2011	174,8	125,0	19,6	16,9	4,2	6,6	2,4	0,1
	2012	140,1	107,6	13,7	12,9	3,0	1,0	1,8	0,1
	2013	213,1	154,9	22,8	23,5	6,4	1,6	3,8	0,1
Transportul feroviar	2010	1,6	0,6	0,3	0,6	0,0	0,0	0,1	0,0
	2011	4,0	1,2	0,5	1,0	0,3	0,8	0,2	0,0
	2012	2,7	1,0	0,4	0,8	0,3	0,0	0,2	0,0
	2013	2,9	1,1	0,4	0,8	0,3	0,1	0,2	0,0
Transportul aerian	2010	6,7	5,7	0,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1
	2011	9,9	8,5	0,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	2012	11,4	9,7	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,1
	2013	10,7	9,1	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1
Total	2010	154,8	109,1	15,0	15,8	3,9	8,2	2,6	0,2
	2011	188,7	134,7	21,0	18,4	4,5	7,4	2,6	0,1
	2012	154,2	118,3	15,1	14,3	3,3	1,0	2,0	0,2
	2013	226,7	165,1	24,2	24,8	6,7	1,7	4,0	0,2

Conform datelor din tabelă se observă că cea mai poluantă sursă mobilă este transportul auto, căreia îi revine circa 93% din totalul emisiilor, după care urmează transportul aerian – circa 5%, transportul feroviar – circa 1,5%, și transportul

fluvial cu o pondere mai mică de 0,5%. Ponderea cea mai mare printre substanțele poluante a surselor mobile (fig. 12.) revine oxidului de carbon (circa 73%), hidrocarburilor (circa 10%) și dioxidului de azot (circa 10%).

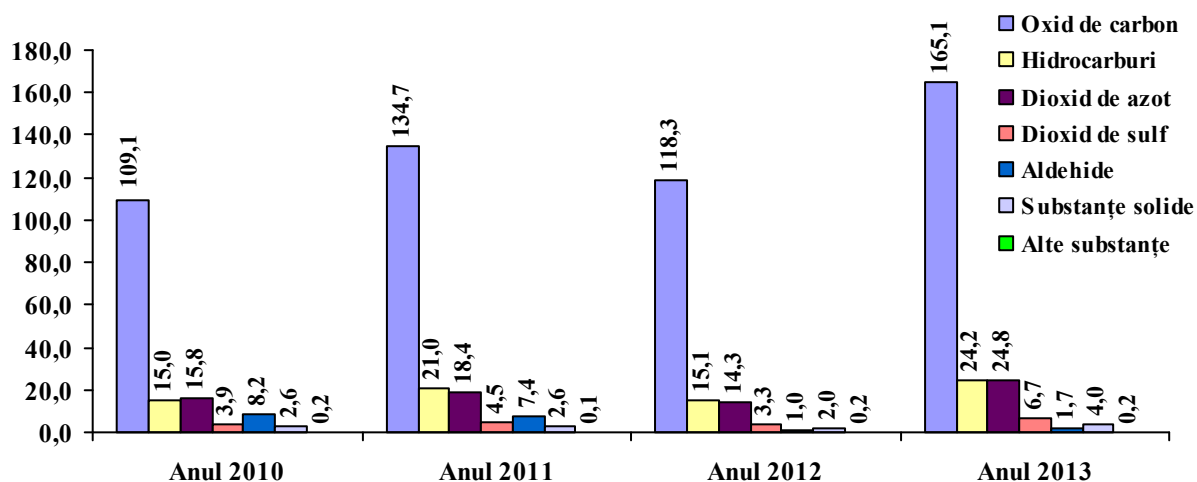


Figura 12. Dinamica emisiilor de poluanți în atmosferă de la sursele mobile în perioada anilor 2011-2012 (tone)

Asupra nivelului de poluare și răspândire a nocivelor dăunătoare în stratul atmosferic inferior în mod semnificativ influențează factorii meteorologici. Transferul și dispersia nocivelor dăunătoare, care nimeresc în atmosferă, are loc în conformitate cu legile difuziei turbulente, adică depinde de distribuția verticală a temperaturii (stratificația termică) și viteza vântului. În atmosferă, de asemenea, permanent are loc sedimentarea gravitațională a particulelor mari, reacții chimice și fotochimice între diferite substanțe, transportarea lor la o distanță considerabilă și spălarea din atmosferă de către precipitații. Condițiile meteorologice nefavorabile, care contribuie la acumularea poluanților (acalmia, ceața, viteza și direcția periculoasă a vântului, inversiunile termice, temperatura înaltă, lipsa precipitațiilor) pot majora concentrația substanțelor nocive de 2-3 ori. Condițiile meteorologice, care contribuie la dispersia poluanților din aer și care duc la micșorarea nivelului poluării sunt: precipitațiile, trecerea fronturilor atmosferice, variațiile maselor de aer și intensificarea vântului [4].

CONCLUZII

1. Obiectele și sursele principale de poluare cu impact negativ asupra mediului și sănătății omului după sectoarele economiei naționale sunt: energetic, procese industriale și construcții, transporturi, agricol, deșeuri etc.;

2. Sursele principale de poluare a aerului atmosferic în municipiul Chișinău sunt prezentate de producerea energiei electrice la termocentrale, sistemele de încălzire a locuințelor, traficul auto, feroviar, aerian și activitatea industrială;

3. Sursele principale staționare ale poluării atmosferei în municipiul Chișinău sunt SA „CET-1” și SA „CET-2”, concomitent având și cele mai mari zone de influență;

4. Țările de origine cu cele mai mari importuri de produse petroliere sunt: benzină și motorină – România; gaz lichefiat – Federația Rusă și Kazahstan;

5. Transportul auto este sursa principală privind cantitatea consumată de combustibil și degajare a substanțelor toxice în atmosferă.

Bibliografie

1. Starea mediului în Republica Moldova în 2007-2010 (Raport național), Chișinău 2011.
2. www.mtic.gov.md
3. Planul local de acțiuni pentru mediu al municipiului Chișinău, Chișinău 2010.-75 p.
4. Anuar. Starea calității aerului atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova pentru anul 2012, 2013, Chișinău 2013-2014.
5. Resursele naturale și mediul în Republica Moldova. Culegere statistică, Chișinău 2010-2014.
6. www.meteo.md/karta/zoni2.htm
7. www.statistica.md
8. Anuarul IES 2001-2010 „Protecția mediului în Republica Moldova”, Chișinău 2002-2011.
9. Raport privind piața produselor petroliere a Republicii Moldova 2008-2014.
10. Balanța energetică a Republicii Moldova. Culegere statistică 2013, Chișinău. 2014.-67 p.

Recomandat spre publicare: 14.04.2015.

POLITICI ȘI INIȚIATIVE PENTRU CREAREA UNUI MEDIU INVESTIȚIONAL FAVORABIL

M. Ciobanu, drd.

Zona Economică Liberă "Bălți"

INTRODUCERE

Republica Moldova ar putea fi examinată ca o țară atractivă din punct de vedere economic. Însă, volumul real de investiții atrase în economia țării nu corespund nici potențialului țării, nici cerințelor dezvoltării economiei naționale. Ameliorarea situației e posibilă doar în cazul desfășurării unei politici raționale de stimulare a activității investiționale. Experiența demonstrează, că crearea regimului favorabil pentru activitatea investițională nu numai stimulează fluxul de investiții în țară, dar și contribuie considerabil la creșterea exporturilor.

Însă, pentru atragerea unui volum mai mare de investițiilor este necesar un climat investițional mai favorabil, care include stabilitatea macroeconomică pe termen lung, stabilitatea legislației ce va asigura drepturile investitorilor și reguli clare privind activitatea investițională, dezvoltarea infrastructurii de afaceri, inclusiv serviciile financiare, juridice etc., precum și alte componente, printre care transparența în activitatea organelor de stat, și nu în ultimul rând încrederea în mediul de afaceri.

1. POLITICI DE ATRAGERE A INVESTIȚIILOR PE PLAN MONDIAL

Pentru a face față multor provocări în goana atragerii de investiții străine, este nevoie de politici de stat care să le abordeze corect. În acest context, este util să facem o analiză a tendințelor pe plan mondial în elaborarea politicilor cu privire la atragerea ISD. În publicația sa recentă „*Investment Policy Framework for Sustainable Development*”, UNCTAD sintetizează politicile investiționale ale țărilor, identificând tendințele generale pe plan mondial, provocările de bază ale acestora, și pe baza lor propune decidenților de politici un set de principii de bază pentru elaborarea politicilor cu privire la investiții, în contextul dezvoltării durabile, precum și recomandări cu privire la elaborarea politicilor cu privire la investiții la nivel național. Menționând că la nivel global, numărul politicilor și reglementărilor cu privire la investiții este în creștere (în mediu, fiecare țară adoptă câte 150

astfel de politici anual, fără a lua în calcul numeroasele modificări ale mediului general de afaceri, care influențează investitorii), aceasta publicație identifică tendințele generale ce se conturează în domeniul politicilor investiționale:

1) Guvernele joacă un rol din ce în ce mai activ în economie și influențează din ce în ce mai mult politicile investiționale. Astfel, tot mai multe guverne se îndepărtează de politicile liberale cu privire la creșterea economică și dezvoltare, care predominau anterior. Acestea adoptă din ce în ce mai multe politici industriale și strategii de dezvoltare industrială, care conțin elemente de promovare ținută a investițiilor, ceea ce subliniază importanța coerenței și a integrării politicilor investiționale cu cele referitoare la dezvoltare. De asemenea, guvernele devin mai active în eforturile lor de a integra companiile locale în lanțul valoric mondial. *Astfel de eforturi de integrare sunt realizate prin creșterea capacităților locale, modernizarea tehnologică și a activității de promovare a investițiilor, așa ca contactul direct cu investitorii, sau înființarea unor zone economice speciale.* Eforturile de promovare sunt îndreptate nu doar spre atragerea unor cantități mai mari de investiții, ci au în vedere și calitatea acestora [1, p.4];

2) Se conturează „o nouă generație de politici investiționale”. În sens mai larg, „noua generație de politici investiționale” este caracterizată de 3 elemente: (i) recunoașterea rolului investițiilor ca motorul de bază al creșterii economice și dezvoltării, și ca consecință, realizarea faptului că politicile investiționale reprezintă elementul central al strategiilor de dezvoltare; (ii) dorința de a realiza dezvoltarea durabilă prin intermediul investirii responsabile, care plasează obiectivele sociale și de mediul pe același cântar cu creșterea economică și obiectivele de dezvoltare; (iii) impulsivitatea eforturilor de a rezolva, într-o manieră complexă, problemele și dificultățile politicilor investiționale, diminuarea incertitudinilor și riscurilor pentru investitori. Aceste 3 elemente ale „noii generații” de politici investiționale creează mai multe provocări pentru politicile naționale, grupate, la rândul lor, în 3 categorii:

Tabelul 1. Provocările de bază ale politicii investiționale la nivel național.

Integrarea politicii investiționale în strategia de dezvoltare	<ul style="list-style-type: none"> • Canalizarea investițiilor în domeniile cheie pentru edificarea capacităților de producție și a competitivității internaționale • Asigurarea coerenței cu alte politici îndreptate spre atingerea obiectivelor generale de dezvoltare
Incorporarea obiectivelor de dezvoltare durabilă în politica investițională	<ul style="list-style-type: none"> • Maximizarea impactului pozitiv al investițiilor și minimizarea celui negativ • Încurajarea comportamentului responsabil al investitorilor
Asigurarea relevanței și eficiența politicii investiționale	<ul style="list-style-type: none"> • Edificarea unor instituții puternice pentru implementarea politicii investiționale • Evaluarea impactului investițiilor asupra dezvoltării durabile

Sursa: Investment Policy Framework for Sustainable Development“, UNCTAD, 2012, p. 6.

Pentru a face față acestor provocări, UNCTAD propune decidenților un set de principii de bază, care să ghideze elaborarea politicilor investiționale. Vom prezenta în continuare aceste principii, deoarece acestea au la bază o vastă experiență internațională de elaborare a politicilor

cu privire la investiții, în special la cele străine directe. Totodată, acestea sunt relevante mai ales pentru țări ca Republica Moldova, care încearcă să utilizeze ISD pentru impulsivarea creșterii economice, dezvoltarea durabilă și reducerea decalajului față de alte țări în dezvoltare.

Tabelul 2. Principiile de bază de elaborare a politicilor investiționale pentru atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă.

Domeniul	Principiile de bază
Investiții pentru dezvoltarea durabilă	<ul style="list-style-type: none"> • Obiectivul universal al elaborării politicilor investiționale este de a promova investițiile pentru a asigura dezvoltarea durabilă și incluzivă.
Coerența politicilor	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile investiționale trebuie să fie incorporate în strategia generală de dezvoltare a țării. Toate politicile cu impact asupra investițiilor trebuie să fie coerente și coordonate, atât la nivel național, cât și internațional.
Administrația și instituțiile publice	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile investiționale trebuie să fie elaborate cu implicarea tuturor părților interesate și incorporate într-un cadru instituțional bazat pe respectarea legilor cu privire la administrația publică, care corespund unor standarde înalte și care asigură proceduri previzibile, eficiente și transparente pentru investitori.
Dinamismul procesului de elaborare a politicilor	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile investiționale trebuie să fie revizuite regulat pentru asigurarea eficienței și relevanței lor, precum și adaptate la dinamica procesului de dezvoltare.
Echilibrul dintre drepturi și obligațiuni	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile investiționale trebuie să fie echilibrate și să stipuleze drepturile și obligațiunile statului și ale investitorilor, în scopul satisfacerii interesului de dezvoltare a tuturor părților.
Dreptul de a reglementa	<ul style="list-style-type: none"> • Fiecare țară are dreptul suveran să stabilească condiții de intrare și activitate pentru investitorii străini, în corespundere cu obligațiunile asumate în tratatele internaționale, în scopul satisfacerii interesului public și în scopul minimizării efectelor negative potențiale.
Deschiderea către investiții	<ul style="list-style-type: none"> • În corespundere cu strategia de dezvoltare a fiecărei țări, politica investițională trebuie să stabilească condiții deschise, stabile și previzibile de intrare și activitate pentru investitori.
Protecția și tratarea investițiilor	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile investiționale trebuie să asigure o protecție adecvată pentru investitori. Reglementările cu privire la investiții trebuie să fie nediscriminatorii.
Promovarea și facilitarea investițiilor	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile cu privire la promovarea și facilitarea investițiilor trebuie să fie armonizate cu obiectivele de dezvoltare durabilă și configurate în așa mod, încât să minimizeze riscul competiției neloiale pentru investiții.
Administrația și	<ul style="list-style-type: none"> • Politicile investiționale trebuie să promoveze și să faciliteze adoptarea și

responsabilitatea corporativă

Cooperarea internațională

corespunderea cu cele mai bune practici internaționale ale responsabilității corporative sociale și de administrare corporativă.

- Comunitatea internațională trebuie să coopereze pentru a face față provocărilor comune ale politicilor investiționale în scopul dezvoltării, mai ales în țările mai puțin dezvoltate. De asemenea, sunt necesare eforturi colective pentru a evita protecționismul investițional.

Sursa: Investment Policy Framework for Sustainable Development“, UNCTAD, 2012, p. 11.

2. POLITICI PENTRU SPORIREA ATRAGERII DE INVESTIȚII

Actualmente, acțiunile multor organe ale administrației publice sânt neconsecutive și necoordonate, prioritățile în politica investițională nu sânt bine determinate, ceea ce contribuie la scăderea calității investițiilor atrase. Fără elaborarea și efectuarea unei politici investiționale unice de stat, eficiența eforturilor întreprinse va fi scăzută, iar scopurile și obiectivele puse - nu vor fi atinse. Este important ca politicile promovate de instituțiile statale să fie bazate nu numai pe prioritățile și obiectivele politicii economice statale, dar, în același timp, să definească principii concrete și eficiente de derulare a activității de atragere a investițiilor și promovare a exportului prin crearea unui mediu de afaceri favorabil, care ar impulsiona activitatea de export și ar spori încrederea potențialilor investitori.

Rolul politicilor în influențarea nivelului și componenței ISD a fost cercetat pe larg în literatură. Aceasta evidențiază câteva elemente cheie ale politicilor în domeniul atragerii ISD, printre care factorilor disponibilității forței de muncă calificate și capacității tehnologice a țării gazdă, sub forma clusterelor industriale, li se acordă locul central [2, p.187]. Alte evidențe sugerează că:

- Politicile comerciale ale țării-gazdă sunt relevante. În general, economiile cu regimuri comerciale deschise au atras mai multe ISD și au beneficiat mai bine de pe urma acestora, decât țările cu regimuri protecționiste;

- Stimulentele pentru investiții pot influența semnificativ decizia de selectare a locațiilor de către corporațiile transnaționale (CTN). Semnificația acestora pare să fie mult mai mare pentru țările mai puțin dezvoltate, în timp ce pentru țările industrializate acestea joacă un rol mai puțin important;

- Înțelegerile referitoare la aspectele comerciale ale investițiilor (TRIMS), așa ca cerințele cu privire la utilizarea input-urilor locale și cele minime față de componenta de export sunt utilizate de către unele țări cu scopul de a spori beneficiile de pe urma investițiilor CTN. Cu toate că

aceste măsuri pot avea efecte benefice asupra economiilor țărilor-gazdă, evidențele nu indică asupra unor efecte majore ale acestora asupra investițiilor interne;

- Calitatea infrastructurii locale este vitală, în special cea a rețelelor de comunicații și transport, atât în atragerea investițiilor inițiale, cât și în susținerea și dezvoltarea clusterelor;

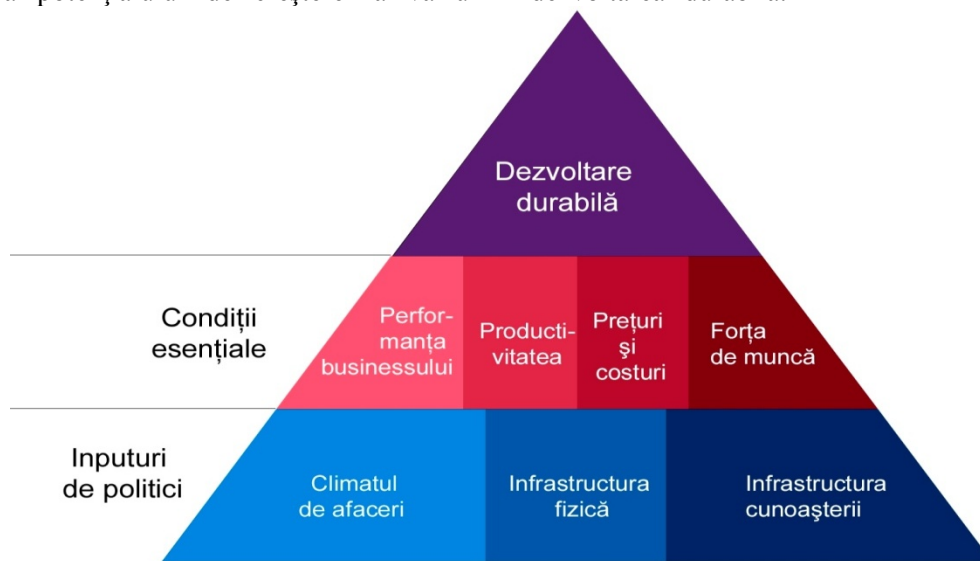
- Disponibilitatea forței de muncă calificate este un magnet important pentru ISD, cât și impulsul de bază pentru aglomerații (cluster). De asemenea, s-a demonstrat că economiile țărilor-gazdă pot beneficia mai mult de pe urma efectelor ISD dacă dispun de o ofertă bogată de forță de muncă calificată și dacă firmele autohtone dispun de capacități tehnologice înalte.

În general, vorbind despre determinanții ISD și climatul investițional, intervențiile autorităților la nivel de politici trebuie să fie îndreptate primordial spre asigurarea unui mediu economic favorabil. *În mod special, aceasta se referă la educație și politicile de instruire îndreptate spre ridicarea calificării generale, politicile tehnologice îndreptate spre dezvoltarea clusterelor și politicile publice cu privire la investiții, menite să dezvolte rețele eficiente și sigure de transport și comunicații* [2, p.188].

Consiliul Național al Competitivității din Irlanda (CNC) utilizează un cadru model pentru a defini competitivitatea națională (figura 1). Input-urile de politici în acest model (rândul de jos al piramidei competitivității reprezintă pietrele de temelie ale economiei, care sunt determinanții primari ai competitivității). Conform CNC, anume în aceste domenii decidenții politici pot obține cel mai mare impact asupra competitivității. În acest scop, este foarte important de a măsura competitivitatea unei țări la nivelul de input-uri de politici, comparându-le cu cele ale țărilor similare. Acest exercițiu permite decidenților politici să identifice neajunsurile și oportunitățile, iar prin aceasta – să elaboreze politici specifice pentru a spori competitivitatea țării. Al doilea nivel al piramidei competitivității este cel al „condițiilor esențiale”. Dacă input-urile de politici corespund celor mai bune practici, acest lucru se va reflecta în calitatea condițiilor esențiale pentru dezvoltarea durabilă a țării. Câștigurile de competitivitate la

nivelele inferioare ale piramidei permit maximizarea potențialului de creștere la vârful

piramidei, asigurând condiții propice pentru dezvoltarea durabilă.



Sursa: <http://www.competitiveness.ie/aboutus/ourwork/#Framework>, vizitat pe data de 02.07.2013

Figura 1. Cadrul model al competitivității definit de CNC din Irlanda.

Și conform lui Lall, în țările emergente, politicile cele mai potrivite pentru a avea succes în atragerea ISD sunt acelea însoțite de stimulente și eforturi pentru perfecționarea și/sau crearea calificării forței de muncă locale, capacităților tehnologice și instituțiilor. Acesta grupează astfel de politici în 3 categorii: politici pentru transferul de tehnologii; politici de răspândire a tehnologiilor și politici de generare de tehnologii[3, p.145].

Politicile de transfer de tehnologii. Cei mai importanți determinanți ai transferului de tehnologii sunt nivelul calificării angajaților și capacitățile de care dispune filiala străină a CTN pe piața locală, competitorii săi și rețeaua de furnizori, mediul concurențial. Cu cât mai înalte sunt capacitățile locale și cu cât mai competitiv este mediul, cu atât este mai bună calitatea transferului inițial de tehnologie și mai rapid procesul de perfecționare a acesteia. CTN investesc în perfecționarea calificării și a cunoștințelor tehnice locale atât cât este necesar ca să atingă un nivel eficient de producție, însă nu pentru a ridica capacitățile locale la un nou nivel de tehnologie. Pentru a obține acest lucru, țările-gazdă au nevoie de politici care să:

- Modifice mediul concurențial și stimulentele pentru a promova utilizarea tehnologiilor de vârf și metodele înaintate de management. Două dintre motivele de bază, care au stat la baza succesului țărilor din America Latină în atragerea unor fluxuri mai mari de ISD și transferului de tehnologii prin intermediul CTN, după cum am menționat și în capitolul I, au fost liberalizarea regimurilor

comerciale și acordarea unor stimulente specifice anumitor industrii în scopul promovării exportului;

- Îmbunătățească sistemul de calificare și instruire a angajaților. Politicile trebuie să fie îndreptate spre ridicarea calității (calificării) forței de muncă în afara firmelor (educația generală) și să încurajeze instruirea angajaților în interiorul firmelor. Această ultimă formă, instruirea în interiorul corporațiilor deseori suferă din cauză că companiile sunt reticente în a transfera deprinderi și calificări avansate către angajații care pot migra din companie. Pentru a depăși această problemă, guvernul poate oferi stimulente pentru instruirea în cadrul companiilor, sau poate încuraja firmele să contribuie la sistemul general de instruire care aduce beneficii tuturor angajatorilor. De asemenea, este important ca companiile să fie implicate în deciziile cu privire la politicile în vederea ridicării calificării, precum și cu privire la setul de calificări necesar;

- Ofere stimulente investitorilor deja prezenți în țară pentru a-i încuraja să treacă la tehnologii mai complexe și la utilizarea unor funcții tehnologice mai sofisticate, achiziționate pe piața locală. Stimulentele trebuie să se refere la perfecționarea tuturor factorilor de producție utilizate de către CTN (infrastructură, calificări, informații, etc.) și la lansarea de noi funcții. Natura și mărimea stimulentele pot fi modelate în funcție de obiectivele tehnologice și stabilite în urma consultațiilor cu CTN și în corespundere cu experiențele reușite internaționale (după modelul Irlandei și Singapore, de exemplu);

- Îmbunătățească accesul tehnologic pentru companiile locale, prin punerea la dispoziție a informației despre sursele de tehnologie locale și străine.

Politicile de răspândire a tehnologiilor.

Răspândirea tehnologiilor de către CTN spre alte companii prin legăturile pe verticală și pe orizontală depinde în mare măsură de capacitățile de recepție ale acelor companii și de mediul concurențial. În afară de măsurile de ordin general, descrise mai sus, alte măsuri specifice pot întări legăturile dintre CTN și furnizorii locali, în particular, IMM. Astfel de măsuri includ:

- Îmbunătățirea serviciilor de extensiune și instruire în scopul întăririi capacităților întreprinderilor mici și mijlocii;

- Concentrarea eforturilor pe domeniile, clusterelor de întreprinderi sau activități particulare, în care efectele de la CTN sunt îndeosebi importante;

- Oferirea de stimulente CTN pentru ca acestea să dezvolte legături de aprovizionare cu companiile locale. De exemplu, în cadrul Programului de Modernizare a Industriilor Locale, guvernul din Singapore încurajează CTN să contracteze cu grupuri de firme locale și să le transfere tehnologii și deprinderi. Acesta plătește un expert în achiziții, angajat să lucreze cu astfel de grupuri de firme;

- Încurajarea contractelor de cercetare-dezvoltare cu instituțiile locale de cercetare și universitățile, prin intermediul reformării acestor instituții cu scopul de a le face mai orientate spre industrie, întăririi capacităților lor de cercetare și asumării unei părți din cheltuielile contractelor de cercetare;

- Înființarea unor noi instituții de cercetare pe domenii de interes pentru CTN. Același Singapore, între anii 1985 și 1995 a înființat nouă centre de cercetare specializate în tehnologii informaționale, biotehnologii, electronică, oferirea de training specializat, dezvoltarea tehnologiilor pre-competitive și acordarea de servicii către companii.

- Încurajarea alianțelor tehnologice dintre firmele locale și CTN prin oferirea facilităților fiscale în mărimea costului cercetării sau a cheltuielilor de exploatare a rezultatelor cercetării.

Politicile de generare a tehnologiilor (cercetare-dezvoltare). Suplimentar la politicile de încurajare a transferului de tehnologii și răspândire a tehnologiilor, sunt necesare și politici de încurajare a cercetării-dezvoltării locale. Acestea includ:

- Oferirea unor facilități fiscale sau granturi filialelor străine ale CTN care gestionează în întregime un produs pentru compania-mamă, de la etapa de design până la marketing. Astfel de

stimulente pot fi eficiente, însă, doar dacă există și alte capacități de dezvoltare a tehnologiilor în țara-gazdă;

- Oferirea stimulentei pentru cercetarea-dezvoltarea locală, sau, mai exact, corelarea mărimii stimulentei cu natura tehnologiilor și a cercetării inițiate. Cercetărilor avansate în domenii strategice, așa ca tehnologiile informaționale sau electronică, de exemplu, li se pot acorda stimulente mai mari, ca altor domenii;

- Perfecționarea parcurilor industriale. Dezvoltarea tehnologiilor necesită o infrastructură bună, rețele performante de comunicații la costuri mici și aglomerații de companii, care pot fi asigurate mai ușor în parcurile industriale;

- Dezvoltarea laboratoarelor universitare de cercetare și a instituțiilor de cercetare, conectarea acestora la CTN și companiile din alte țări care contractează astfel de servicii. De exemplu, India a utilizat cu succes o astfel de strategie;

- Acordarea de facilități fiscale pentru cercetare-dezvoltare, importul fără taxe și posibilitatea amortizării accelerate a echipamentului pentru cercetare-dezvoltare;

- Dinamizarea creării de tehnologii, prin întărirea drepturilor de proprietate intelectuală, așa ca patentele și mărcile comerciale. Protecția proprietății intelectuale va încuraja crearea de tehnologii nu doar de către CTN, ci și de către companiile autohtone;

- Încurajarea investițiilor din partea universităților străine, în scopul accelerării transferului de tehnologii, diseminării și creării acestora, perfecționării calificării și a nivelului de instruire a forței de muncă locale. O astfel de strategie a fost urmată cu succes de către Malaiezia.

Dacă e să ne întoarcem la teoria lui Porter, factorii decisivi pentru crearea și susținerea avantajelor competitive ale unei țări sunt eficiența intrărilor, inclusiv dotarea cu factori de producție, eficiența pieței de bunuri, care stabilește condițiile cererii interne, infrastructura, care determină legăturile dintre sectoarele economice, instituțiile, care creează cadrul legislativ, și mediul macroeconomic, care determină climatul investițional intern. Din cauza accesului limitat la unii factori de producție, competitivitatea întreprinderilor autohtone este joasă, iar productivitatea în sectorul real este cel puțin de 20 de ori mai mică decât în UE[4]. Cauza, conform autorului citat, rezidă în insuficiența investițiilor în infrastructură și tehnologii. Ca urmare, creșterea economică în RM este generată, în majoritate, de consum. Investițiile și productivitatea muncii au o contribuție nesemnificativă la creșterea economică. Pentru a schimba situația, politica economică în privința acestora trebuie schimbată radical.

Unele din multiplele acțiuni ce urmează a fi întreprinse, după părerea noastră, ar fi concentrarea pe factorul cel mai important de avantaj competitiv al RM și anume *îmbunătățirea pregătirii profesionale și tehnice a forței de muncă*, precum și pe *încurajarea creării și dezvoltării clusterelor, modificarea radicală a abordărilor organizației pentru atragerea investițiilor și promovarea exporturilor (MIEPO) în atragerea ISD, sau înființarea unei alte agenții pe principii radical noi, creșterea rolului zonelor economice libere (ZEL) în calitate de stimulente cel mai important pe care R. Moldova îl poate pune la dispoziție pentru atragerea investitorilor strategici, în primul rând CTN*. Necesitatea elaborării unor politici de stat pe termen lung care să favorizeze investițiile, în primul rând ISD, este susținută și de alți autori. Conform unuia dintre aceștia, pe scara competitivității lui M. Porter, Moldova se află la cel de-al 2-lea stadiu (economie bazată pe investiții), cu elemente din stadiile 1 și 3 (economie bazată pe factori și inovații). Specificul acestei etape este dat de următoarele caracteristici[5, p.22]:

- Sursa dominantă a avantajului competitiv este dată de eficiența în producerea bunurilor standardizate;

- Produsele devin mai sofisticate, dar tehnologiile provin în continuare, în mare măsură, din exterior. Economia se concentrează în zona industriilor prelucrătoare;

- Economia este vulnerabilă în fața crizelor financiare și a altor perturbări și șocuri externe.

3. CATEGORIILE MĂSURILOR DE POLITICI

La nivelul acțiunilor concrete de politici, care pe de o parte ar cuprinde o abordare sistemică complexă la nivel național privind dezvoltare economică și reindustrializarea țării, iar pe de altă parte ar îmbunătăți climatului investițional, prin reducerea barierelor și impedimentelor birocratice la implementarea proiectelor investiționale, aceste politici se traduc în 3 categorii de măsuri:

- 1) Măsuri la nivel strategic, prin care politicile investiționale să fie încorporate într-un cadru mai larg și mai concret al politicilor cu privire la creșterea economică și dezvoltarea durabilă, așa ca cele stipulate în strategiile de dezvoltare economică sau industrială a țării. Deoarece investițiile reprezintă motorul principal al creșterii economice, precum și premisa de bază pentru edificarea capacităților productive, propulsorul principal al dezvoltării și modernizării industriale, politica investițională trebuie să fie o parte

integrantă a unor politici și strategii mai largi de dezvoltare. Măsurile concrete de politici investiționale la acest nivel trebuie să:

- Definitiveze rolul investițiilor publice, private și străine directe. Aceste politici trebuie să stipuleze spre ce sectoare/direcții vor fi îndreptate/atrase primordial fiecare tip de investiție (de exemplu, dezvoltarea infrastructurii; ridicarea calificării și educație; industrii specifice de importanță primordială pentru economia țării și creșterea competitivității internaționale, etc.). Asta, deoarece chiar în cadrul fiecărei categorii de investiții, impactul poate fi diferit. De exemplu, în cadrul ISD, investițiile greenfield au un impact imediat mai mare asupra capacității productive a țării și asupra creării locurilor noi de muncă, în timp ce achizițiile și fuziunile pot aduce beneficii imediate mai mari în modernizarea tehnologiilor și accesul unor piețe internaționale, însă pot avea și efecte negative, așa ca reducerea numărului locurilor de muncă, în cazul unor restructurări făcute de investitorii străini. În mod similar, investițiile în căutare de eficiență au un impact diferit față de cele în căutare de piețe, ambele cu posibile efecte pozitive și negative. De asemenea, investițiile străine se pot manifesta din punct de vedere financiar în diferite forme: ISD nu întotdeauna înseamnă un flux fizic de capital (de exemplu, profitul reinvestit), și nu întotdeauna se traduc în cheltuieli de capital pentru creșterea capacităților productive (același profit reinvestit), comportându-se uneori ca investițiile de portofoliu. Mai mult, rolul investitorilor străini și al CTN într-o economie nu se limitează doar la ISD. Aceștia pot contribui la dezvoltarea economică prin modalități internaționale de producție non-capital, așa ca subcontractarea, licențierea, franchising-ul, outsourcing-ul serviciilor, etc. Aceste forme de investiții necesită antreprenori locali suficient de calificați pentru astfel de roluri, astfel, solicitând din partea autorităților țării-gază politici coordonate la nivel de investiții, dezvoltare a întreprinderilor și dezvoltare a resurselor umane. Considerăm că în cazul Republicii Moldova, politicile investiționale trebuie să fie îndreptate primordial spre atragerea investițiilor greenfield, datorită efectelor lor benefice imediate, precum și spre crearea unor capacități locale (sub formă de clustere/grupuri de companii suficient de pregătite pentru a putea intra în relații de parteneriat/afaceri atât cu investitorii direcți, cât și cu cei care intră prin intermediul altor forme de investiții, precum și sub forma creării unei oferte atractive de forță de muncă calificată).

- Utilizeze la maximum investițiile pentru creșterea capacităților de producție și ridicarea competitivității internaționale a economiei țării. La rândul său, aspectele cruciale ale creșterii

capacităților de producție includ dezvoltarea resurselor umane și ridicarea calificării forței de muncă, dezvoltarea tehnologiilor, transferul de know-how, dezvoltarea infrastructurii și a sectorului întreprinderilor locale. Disponibilitatea forței de muncă calificate, ușor de instruit și productive la costuri competitive reprezintă un „magnet” important pentru investitorii străini în căutare de eficiență, care reprezintă astăzi o mare parte din totalul ISD la nivel global. De aceea, politicile referitoare la educație și dezvoltarea resurselor umane trebuie privite de decidenții politici ca elemente de bază a politicilor investiționale. În cadrul acestor politici, o atenție deosebită trebuie acordată dezvoltării deprinderilor și calificărilor căutate de către investitori, în cadrul unor programe de training tehnic și vocațional. ISD, la fel ca și investițiile non-capital, sunt deosebit de sensibile la disponibilitatea forței de muncă locale calificate, care deseori reprezintă factorul hotărâtor în decizia investitorilor de selectare a locației pentru investiții. Din punctul nostru de vedere, forța de muncă reprezintă principalul avantaj competitiv al Republicii Moldova în politica sa de atragere a ISD, sau „oferta sa unică” care să cântărească cel mai mult în efortul de convingere a investitorilor străini să investească în Moldova. Acest lucru este confirmat și de clasamentele internaționale referitoare la potențialul investițional al țărilor, la care ne-am referit deja. În cadrul acestora, Moldova a obținut un clasament bun în raport cu țările europene și anume la capitolul disponibilității forței de muncă calificate la costuri relativ reduse. De aceea, politicilor educaționale, inclusiv celor referitoare la trainingul tehnic, profesional și vocațional trebuie să li se acorde importanță prioritară în cadrul politicilor investiționale, atâta timp cât acest avantaj competitiv al R. Moldova mai persistă încă. Totodată, după cum arată practica internațională, acolo unde forța de muncă locală este insuficientă, politicile naționale trebuie să încurajeze angajarea de specialiști calificați străini de către companiile locale și străine, pentru a acoperi „golurile” locale. Această practică a avut un efect benefic asupra țărilor care au adoptat astfel de politici, atât la nivel de atragere a investițiilor, cât și de răspândire a unor efecte benefice sub formă de cunoștințe și deprinderi asupra angajaților locali [1, p.17].

O altă direcție importantă a politicii investiționale a țării trebuie să fie încurajarea dezvoltării/transferului de tehnologii și know-how, în special prin promovarea clusterelor în anumite industrii, facilitarea legăturilor dintre companiile producătoare, furnizori și centrele de cercetare, diseminarea și facilitarea achizițiilor de tehnologii și protecția eficientă a drepturilor de proprietate

intelectuală. De asemenea, deosebit de importante sunt politicile îndreptate spre dezvoltarea infrastructurii (de producție, transport, comunicații, servicii). Infrastructura este punctul slab al atractivității investiționale a multor țări în tranziție și în curs de dezvoltare, inclusiv Republica Moldova, din cauza investițiilor foarte mari pe care nici statul, și nici companiile locale nu le pot efectua. Multe țări au reușit să-și modernizeze infrastructura și să o facă atractivă pentru investitorii străini, permițând intrarea investițiilor private și străine, precum și stimulând competiția în sectoare care de obicei erau considerate domenii de interes public, sau monopoluri (telecomunicații, producerea și distribuția energiei electrice, construcția și gestionarea drumurilor). Considerăm că aceasta este calea de urmat și pentru autoritățile Republicii Moldova, care menținând echilibrul între interesul public și aspirațiile spre profit ale investitorilor, trebuie să deschidă și să încurajeze concurența în anumite sectoare sau sub-sectoare, prin intermediul investițiilor private și celor străine, sau parteneriatului public-privat (construcția și gestionarea unor rețele de transport - drumuri, cale ferată, transport aerian, producerea și distribuția energiei electrice, apei, altor servicii comunale, telefonie fixă, etc.)

Politicile îndreptate la dezvoltarea sectorului întreprinderilor locale sunt tot atât de importante, deoarece acestea creează capacitățile locale necesare pentru absorbirea și adaptarea tehnologiilor și know-how-ului, cooperarea cu CTN și competiția internațională. Un alt aspect al politicilor investiționale trebuie să fire promovarea legăturilor și a răspândirii efectelor benefice de la investițiile străine asupra companiilor locale. Acest lucru necesită coordonarea politicilor statului pentru ca eforturile de promovare și facilitare a investițiilor să fie îndreptate spre industriile în care impactul de pe urma acestora să fie cel mai mare - sub formă de creare a legăturilor pe orizontală și verticală în cadrul economiei, contribuție directă și indirectă la crearea locurilor de muncă. Pe termen lung, potențialul întreprinderilor este esențial pentru economiile țărilor în cadrul competiției internaționale. De aceea, eforturile politicilor investiționale nu trebuie să fie limitate la activități ce creează valoare adăugată joasă în cadrul unor lanțuri valorice internaționale, ci să caute să promoveze gradual activitățile care se situează pe segmente mai înalte ale lanțurilor valorice. Acest lucru este crucial pentru țări ca Republica Moldova, a căror competitivitate se bazează preponderent pe factori de producție, deoarece acest avantaj se epuizează în timp.

- Asigure coerența dintre politicile investiționale și alte domenii de politici îndreptate

spre atingerea obiectivelor de dezvoltare. Acest lucru necesită de la autoritățile guvernamentale coordonarea activităților începând cu etapele inițiale de elaborare a politicilor, implicarea tuturor părților interesate, inclusiv a mediului de afaceri, investitorilor străini și societății civile în procesul de elaborare al politicilor. Din nou, acesta nu este un factor bine exploatat de către decidenții politici de la noi, care au transformat consultarea cu mediul de afaceri și societatea civilă, în cadrul procesului decizional, într-o simplă formalitate [6]. După cum arată însă experiența internațională, implicarea investitorilor și a mediului de afaceri la elaborarea politicilor a reprezentat unul din factorii de succes ai țărilor care au reușit să urce pe treapta competitivității internaționale cu ajutorul unor politici reușite de atragere a ISD (vezi exemplul statului Singapore în subcapitolul următor).

2) Măsuri la nivelul cadrului normativ și de reglementare, prin intermediul stabilirii unor reguli și norme în domeniul investițiilor și în alte domenii de politici publice, prin care guvernul poate promova și reglementa investițiile direcționate spre atingerea obiectivelor de dezvoltare durabilă. Obținerea unor efecte benefice de la ISD, la care ne-am referit în această lucrare, depinde nu doar de existența unui cadru de politici adecvat cu privire la investiții, ci și a unui cadru de reglementare propice pentru minimizarea riscurilor asociate investițiilor. Astfel de reglementări trebuie să cuprindă un spectru larg de domenii de politici, în afara politicilor investiționale ca atare, așa ca: comerțul, impozitarea, proprietatea intelectuală, reglementarea pieței muncii, politicile de mediu și accesul la pământ, responsabilitatea și administrarea corporativă. Un asemenea spectru larg de domenii de reglementare ce au tangență cu politicile investiționale sugerează faptul că guvernul trebuie să asigure consistența și coerența acestora în cadrul procesului de elaborare a politicilor. Încurajarea dezvoltării durabile și a creșterii incluzive cu ajutorul investițiilor necesită un echilibru între măsurile de promovare și cele de reglementare, iar avantajele pe termen scurt trebuie cântărite cu efectele pe termen lung.

3) Măsuri la nivel administrativ, prin intermediul implementării corecte și a mecanismelor instituționale, care să asigure relevanța și eficiența politicilor investiționale. Atât politicile investiționale, cât și reglementările și normele trebuie să fie puse în aplicare în mod imparțial, competent și eficient de către instituțiile publice. Modul de punere în aplicare a politicilor este tot atât de important pentru eficiența politicilor investiționale, ca și cel de elaborare a politicilor. Politicile care se referă la aspectele de implementare trebuie să fie parte integrantă a

strategiei investiționale și să tindă să asigure integritatea la nivelul guvernului și a instituțiilor de reglementare, precum și orientarea lor la deservirea investitorilor. Ca niște principii ale bunelor practici pe larg acceptate în lume, agențiile de reglementare trebuie să fie în afara presiunilor politice și să aibă o independență largă. Respectarea acestor principii are o însemnătate mai mare pentru investitori în domeniile justiției, vămii, administrării fiscale, eliberării licențelor și autorizațiilor, reglementărilor sectoriale (transport, energetică, sectorul bancar, telecomunicațiile, etc.), agenției de promovare a investițiilor. Implementarea politicilor este însă o verigă slabă a climatului investițional și de afaceri a Republicii Moldova. Acest lucru este reflectat și de indicatorii clasamentelor internaționale, care captează atât elementele de politici, cât și pe cele de implementare. După cum am văzut în capitolul anterior, Moldova stă destul de jos în aceste clasamente, ceea ce reflectă inclusiv deficiențe la nivelul modului de punere în aplicare a politicilor și reglementărilor cu tangență asupra investițiilor.

La fel, deoarece gestionarea politicii investiționale este un proces dinamic, pentru eficiența acesteia este fundamental important ca politicile investiționale să fie revizuite și adaptate în funcție de modificările în strategia de dezvoltare a țării, factorii externi sau circumstanțele și etapele specifice prin care trece economia țării. Astfel, procesul de elaborare a politicilor investiționale și de implementare a acestora este unul continuu de „calibrare” și adaptare la necesitățile și circumstanțele schimbătoare. În afară de aceasta, politica investițională are nevoie de ajustare atunci când măsurile individuale, domeniile de politici sau întregul regim de politici cu privire la investiții nu și ating obiectivele. Iar pentru aceasta sunt necesare evaluări și măsurări ale performanței politicilor investiționale, care să stabilească cât de eficiente sunt politicile investiționale, cauzele eșecurilor acestor politici și domeniile de intervenție în cadrul măsurilor de politici.

Un alt document care intenționează să servească ca îndrumar pentru politicile la nivel național cu privire la investiții, este Cadrul de Politici cu privire la Investiții, elaborat de OECD pe baza experienței țărilor membre ale acestei organizații, precum și a bunelor practici ale altor țări [7, p. 11]. Acesta oferă îndrumări în 10 domenii de politici, identificate în anul 2002 de către Consensusul Națiunilor Unite de la Monterey privind Finanțarea pentru Dezvoltare, ca fiind domeniile de importanță critică pentru îmbunătățirea calității climatului investițional al unei țări. Aceste domenii sunt: politica investițională; promovarea și facilitarea investițiilor; politicile comerciale; politicile cu privire la concurență; politicile fiscale;

guvernanța corporativă; politicile pentru promovarea comportamentului responsabil de afaceri; dezvoltarea resurselor umane; dezvoltarea infrastructurii și a sectorului financiar; administrația publică. Acest document, de asemenea, identifică 3 principii care stau la baza politicilor cu influență asupra climatului investițional, pe care le-am întâlnit deja și în cadrul de politici investiționale pentru dezvoltarea durabilă definite de UNCTAD. Primul este cel al coerenței politicilor, la care ne-am referit ceva mai sus. Al doilea principiu constă în importanța abordării transparente la formularea și implementarea politicilor, responsabilitatea agențiilor guvernamentale pentru acțiunile lor. Transparența reduce incertitudinea și riscul pentru investitori, precum și costurile tranzacțiilor asociate în procesul de efectuare a investițiilor, facilitează dialogul public-privat. Principiul responsabilității asigură investitorii că agențiile guvernamentale își exercită autoritatea într-un mod responsabil. Transparența în formularea și implementarea politicilor, precum și responsabilitatea autorităților în exercitarea acestor funcții în fiecare domeniu specific de politici publice, încurajează formarea unui mediu ce favorizează investițiile. Al treilea principiu se referă la evaluarea regulată a impactului politicilor existente și a celor propuse, asupra climatului investițional [7, p.11-12].

CONCLUZII

Pentru Republica Moldova actualmente se impune necesitatea asigurării unei creșteri calitative a investițiilor, care ar servi un „salt investițional” calitativ și care ar contribui la dezvoltarea sectorului de producere a mărfurilor și prestare a servicii și, drept rezultat, creșterea exporturilor țării.

Necesitatea unei viziuni noi în politicile de atragere a investițiilor și promovare a exportului este mai mult decât actuală fiind dictată de mai mulți factori, principalii din care sunt după cum urmează:

- Lipsa unei viziuni consistente și a unei abordări bine-structurate referitor la sarcinile politicii actuale de promovare a exportului și investițiilor. Totodată lipsește și o viziune clară referitor la instrumentele ce trebuiesc a fi folosite în vederea realizării acestor sarcini.

- Guvernul și donatorii străini duc lipsa unei abordări comune a componentelor politicii de promovare a exportului și investițiilor. Deseori se întâmplă când donatorii străini au o viziune proprie asupra priorităților politicii de promovare pe care le abordează în cadrul proiectelor lansate. Aceste abordări ale donatorilor deseori se contrapun (generând dublări și incoerențe) și nu tot timpul corespund anticipărilor inițiale ale Guvernului.

- Eficiența redusă a utilizării instrumentelor de promovare de care actualmente dispune Guvernul și pe care le aplică.

- Intensitatea descrescătoare a activității Organizației de promovare a exporturilor din Moldova (OPEM) și lipsa unei viziuni definite și unice asupra locului său în implementarea politicii de promovare a exportului și investițiilor.

Determinarea scopului și modului de promovare a producției naționale trebuie să se axeze în continuare pe dezvoltarea pieței și pe optimizarea instrumentelor tradiționale de promovare a exportului (participarea la târguri internaționale, misiuni economice, servicii de reprezentare comercială pe piețele externe) sau dacă este necesar, să se axeze pe furnizarea unor servicii de orientare a potențialului exportator către cumpărarea de informații de afaceri în stabilirea unor contacte inițiale cu parteneri străini, explorării costurilor sau investițiilor în inovația tehnologică.

Bibliografie

1. „*Investment Policy Framework for Sustainable Development*”, UNCTAD, 2012, p. 4
2. **Holger G., Greenaway D.** *Much Ado about Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment?*, the World Bank Research Observer, vol. 19, no. 2, p. 187.
3. **Lall S.** *Foreign Direct Investment and Competitiveness. Directions in Development: Building competitive Firms, Incentives and Capabilities.* The World Bank, 2002, p. 45
4. **Cibotaru M.** *Efectele investițiilor asupra competitivității economiei naționale. Conferința științifică internațională „Rolul investițiilor în dezvoltarea durabilă a economiei naționale în contextul integrării europene”, 29-30 octombrie 2010, Ed. ASEM, Chișinău, 2010.*
5. **Hâncu R.** *Către o dezvoltare economică durabilă prin dezvoltarea umană durabilă. Conferința științifică internațională „Rolul investițiilor în dezvoltarea durabilă a economiei naționale în contextul integrării europene”, 29-30 octombrie 2010, Ed. ASEM, Chișinău, 2010, p. 22.*
6. **Vezi rapoartele de evaluare ale Programului de activitate a Guvernului elaborate de către Consiliul Național pentru Participare pe www.cnp.md, raportul de implementare și monitorizare a Agendei Naționale de Business pe www.business.viitorul.org, alte publicații ale societății civile și organizațiilor mediului de afaceri.**
7. **Policy Framework for Investment**“, OECD, 2006, p. 11-12.

Recomandat spre publicare: 13.05.2014.

ANALIZA PEST – METODĂ EFICIENTĂ DE ANALIZĂ A DEZVOLTĂRII ECONOMIEI NAȚIONALE (EXEMPLUL ZONELOR ECONOMICE LIBERE)

V. Mamaliga, dr. ing., conf.univ., D. Odaini, drd
Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

În practica mondială există mai multe metode de analiză a activității economice, una din cele mai răspândite este analiza SWOT. Acest tip de analiză este utilizat pentru evaluarea activității întreprinderilor și/sau a unor ramuri întregi ale economiei naționale. O incomoditate a acestei metode reprezintă separarea factorilor de influență pe factori **interni** și factori **externi**, fără ai clasifica, în special factorii externi. Anume factorii externi reprezintă forța motrice a oricărei economii. Nu este o excepție nici Republica Moldova, deoarece activitatea economică a țării constă din activitatea de import (valoarea importului a constituit cca 5317,0 mil. dolari SUA în 2014) și export (valoarea exportului a constituit cca 2339,5 mil. dolari SUA în 2014)(1).

Pentru a evidenția factorii externi în practica mondială se folosește analiza **PEST**, care clasifică factorii externi astfel: **politici, economici, socio-culturali și tehnologici**.

În zonele economice libere activitatea agenților la fel este axată în cea mai mare parte pe activități de import-export. De exemplu, volumul producției exportate din cadrul acestor formațiuni economice a crescut de la 46,30 mil. dolari SUA în anul 2004, la 226,9 mil. dolari SUA în anul 2014, deci activitatea rezidenților cade sub incidența directă al aceluiași factori externi. Prin urmare, analiza PEST reflectă cel mai bine factorii care ar influența activitatea acestor formațiuni economice precum și a economiei întregii țării.

1. ANALIZA PEST. NOȚIUNI DE BAZĂ

Analiza PEST, spre deosebire de analiza SWOT, este o analiză a mediului extern și prevede analiza următorilor factori (2):

- 1) Politici;
- 2) Economici;
- 3) Socio-Culturali;
- 4) Tehnologici.

Analiza PEST mai poate fi reprezentată sub formă de matrice (figura 1).

Analiza PEST (factorii externi)	
Politici (P)	Economici (E)
Socio-culturali (S)	Tehnologici (T)

Figura 1. Matricea analizei PEST.

Anume acești factori pot influența activitatea și dezvoltarea durabilă a activității zonelor economice libere pe teritoriul Republicii Moldova.

2. ANALIZA PEST A ZONELOR ECONOMICE LIBERE DIN REPUBLICA MOLDOVA

Luând în considerație specificul situației economice și politice în Republica Moldova, autorul a identificat o serie de factori care au impact direct sau indirect asupra activității acestor formațiuni economice.

Astfel, analizând mediul extern pot fi evidențiați un șir de factori externi ce influențează activitatea zonelor economice libere și care sunt prezentați în tabelele 1, 2, 3, 4.

Tabelul 1. Factorii politici.

Tipul guvernării
Stabilitatea legislativă
Respectarea legii, birocrăția, corupția
Tendențele de implicare a statului
Legislația muncii
Instabilitatea politică
Politica de cooperare cu organizații străine și cu țările vecine

Tabelul 2. Factorii economici.

Situația curentă în economie
Inflația, rata de refinanțare și ratele dobânzilor
Globalizarea
Rata șomajului, cererea la muncă, costul forței de muncă
Venitul disponibil

Tabelul 3. Factorii socio-culturali.

Situația demografică
Modele de angajare, atitudinea față de muncă
Asigurarea sănătății și a educației
Mobilitatea populației
Stilul de viață ales
Probabilitatea schimbărilor socio-culturale
Amplasarea geografică

Tabelul 4. Factorii tehnologici.

Politica statului în domeniul tehnologic
Impactul tehnologiilor noi
Impactul internetului și reducerea costului de comunicare
Activitatea de cercetare-dezvoltare
Impactul transferului tehnologic
Probabilitatea schimbărilor tehnologice pe perioada medie de timp 3-5 ani

2.1. Factorii politici

Factorii politici au un impact major asupra atragerii investitorilor în zonele economice libere. Descrierea detaliată a acestor factori este prezentată în continuare.

O economie deschisă spre o cooperare și o guvernare democratică influențează pozitiv atragerea noilor investitori și respectiv dezvoltarea zonelor economice libere.

De la apariția legislației care reglementează funcționarea zonelor economice libere, aceasta a suferit un număr esențial de modificări, în total 21 la număr (3). Aspectul negativ al instabilității legislației nu atrage investitorii dar dimpotrivă face ca investitorii să caute alte zone de interes.

Din punct de vedere al birocrăției și al corupției, acești doi factori la fel influențează negativ activitatea zonelor economice libere, deși aceștia reprezintă rezultatul direct al instabilității legislației. Pentru reducerea numărului de acte ce reglementează activitatea agenților economici pe teritoriul Republicii Moldova a fost inițiat un proces de reforme numit Ghilotina I (4), în anul 2004, și Ghilotina II (5) în anul 2007. Astfel, au fost abrogate peste 300 de acte normative ce favorizau fenomenul birocrăției și al corupției.

O problemă majoră în activitatea zonelor economice libere pe teritoriul Republicii Moldova o constituie implicarea statului în activitatea acestor formațiuni economice. Un exemplu este conflictul între rezidenții ZEL "Bălți" și Inspectoratul Fiscal

de Stat. Acest conflict este datorat mecanismului existent de acordare a facilităților, deoarece există conflict de interese între Ministerul Economiei al RM și Ministerul Finanțelor. Astfel, interesul Ministerului Economiei este de a atrage investițiile prin oferirea unor facilități de ordin fiscal, iar pe de altă parte, Ministerul Finanțelor este cointerestat în colectarea unui volum cât mai mare de impozite pentru suplinirea bugetului de stat.

Un impact negativ asupra activității zonelor economice libere îl poate avea instabilitatea politică. Această problemă în prezent este foarte actuală pentru Republica Moldova, deoarece vectorul politic încă nu este bine determinat.

Sunt foarte importante aspectele ce țin de cooperarea internațională și politica de vecinătate cu UE, a căror promovare implică apariția de noi strategii și instrumente financiare.

În această ordine de idei, este primordial ca politica de stat în domeniul zonelor economice libere să fie axată pe optimizarea legislației, delegarea responsabilităților, înlăturarea deficiențelor, perfecționarea infrastructurii și alinierea ei la cele mai avansate practici internaționale.

2.2. Factorii economici

Ciclul economic în perioada analizată este caracterizat de creșterea volumului producției industriale. Situația respectivă are un aspect benefic asupra activității zonelor economice libere, adică generează o creștere și mai mare a volumului producției. Un aspect pozitiv în activitatea zonelor economice libere este creșterea ponderii exporturilor acestora în exportul total pe țară. În anul 2014 această pondere a ajuns la cca 9,7%, pe când în anul 2004 această valoare a constituit 4,7% (6).

Inflația, rata de refinanțare și rata dobânzii influențează indirect activitatea zonelor economice libere, în primul rând prin prețul la resursele economice folosite. Cu cât rata inflației este mai mare cu atât prețul la resurse economice crește, mai ales în cazul resurselor ce provin din import. În acest caz, avantajul rezidenților acestor formațiuni economice constituie orientarea spre export. Astfel, creșterea prețului la resursele energetice nu este resimțită ca în restul teritoriului țării. Rata de refinanțare și rata dobânzii la credite influențează mai mult investitorii autohtoni și într-o mai mică măsură - pe cei străini.

Odată cu semnarea Acordului de Asociere dintre Republica Moldova și Uniunea Europeană la data de 27 august 2014, a fost deschis accesul

agenților economici pe piața Uniunii Europene. Acest fapt favorizează și mai mult activitatea zonelor economice libere în Republica Moldova.

Dacă rata șomajului este scăzută, aceasta denotă o cerere ridicată la factorul muncă, și respectiv va duce la creșterea costurilor de atragere a forței de muncă.

2.3. Factorii social-culturali

O parte din acești factori au un impact direct asupra activității zonelor economice libere și unul din acest factori este factorul demografic. Deși influența acestui factor este de lungă durată oricum ea este esențială. Conform Anuarului statistic (1), dinamica creșterii populație pe parcursul ultimilor 15 ani este negativă, aceasta înseamnă că în curînd se va micșora oferta de forță de muncă, sau se poate ajunge chiar la un deficit de forță de muncă. Ca urmare, situația demografică nefavorabilă influențează negativ activitatea zonelor economice libere, precum și a situației economice în țară.

O influență importantă asupra activității zonelor economice libere o poate avea și structura populației după mediul de trai (urban, rural). În Republica Moldova structura populației după mediul de trai este de 42,2% în mediul urban și 57,8% în mediul rural. Astfel, concentrația de forță de muncă este mai mare în mediul rural. Deoarece în Republica Moldova distanțele dintre centrele raionale și localitățile rurale nu sunt mari, deschiderea zonelor economice libere în centrele raionale va antrena în activitatea rezidenților o parte considerabilă a populației rurale. În așa fel, va avea loc și dezvoltarea infrastructurii (drumuri, transporturi, etc). Iar o infrastructură dezvoltată la rîndul său este un factor ce va intensifica atragerea investițiilor străine și autohtone.

Apropierea din punct de vedere socio-cultural a populației din Republica Moldova de cea din statele europene prezintă un avantaj pentru mediul investițional în zonele economice libere.

Un aspect forte al acestor formațiuni economice în Republica Moldova este salariul mediu lunar mai mare de cît salariul mediu pe țară. De exemplu, în anul 2014 salariul mediu pe industria prelucrătoare a constituit 4039 lei, pe cînd salariul mediu în zonele economice libere a înregistrat un nivel de 5012 lei (6).

Odată cu atragerea de noi investiții în zonele economice libere cresc și cerințele față de calificarea personalului angajat de către rezidenții acestor formațiuni economice. În acest caz, investitorii preferă de ași pregăti forța de muncă, conform cerințelor proprii. Cu acest scop se

planifică deschiderea Academiei de Meserii a Moldovei din ZEL "Bălți".

Un aspect negativ este migrarea intensivă a populației în afara țării, favorizată în urma Ratificării Acordului de Asociere cu Uniunea Europeană. Astfel, există riscul ca persoanele instruite să părăsescă țara, și astfel se crează o lipsă a forței de muncă calificate. Însă această problemă are și o latură pozitivă și anume faptul că persoanele acumulează experiență, capital și revin ulterior în Republica Moldova cu scopul reinvestirii mijloacelor bănești. În acest scop Guvernul RM a lansat un șir de programe pentru atragerea capitalurilor provenite din străinătate. Un exemplu este programul "Pare" "1+1".

Un alt aspect social este influența zonelor economice libere nu doar asupra economia țării, prin atragerea investițiilor și creșterii exportului, dar și asupra economiei regionale. Astfel, crește bunăstarea populației în regiune și încep să se dezvolte ramurile aferente, așa ca prestarea serviciilor (transport de pasageri, puncte de alimentație publică, centre de distracție, saloane de frumusețe, etc) și industria prelucrătoare a produselor agricole, care la rîndul său antrenează forță de muncă suplimentară.

După cum s-a menționat, amplasarea geografică a zonelor economice libere are o influență decisivă asupra activității acestor formațiuni economice, adică cu cît sunt mai accesibile resursele, inclusiv accesul la diverse căi de transport și infrastructură, cu atît probabilitatea realizării cu succes a proiectelor legate de crearea zonelor economice libere va fi mai mare.

2.4. Factorii tehnologici

În prezent resursele tradiționale implicate în afaceri: omul, utilajele, materiile, mijloacele bănești, se completează cu cea de a cincea resursă - tehnologiile informaționale.

Un alt aspect important îl are efectul globalizării, care impune creșterea vitezei de transfer a cunoștințelor. Astfel, în 2013 apare Strategia de dezvoltare "Moldova Digitală 2020" (7) care prevede asigurarea cu internet de viteză înaltă atuturor localităților din țară.

În prezent, Republica Moldova se află pe locul 6 după viteza de acces la resursele internet, ceea ce prezintă un avantaj în dezvoltarea și atragerea tehnologiilor noi (8).

Un alt aspect favorabil este existența Agenției pentru Inovare și Transfer Tehnologic prin intermediul căreia se elaborează și se reglementează

activitatea în domeniul inovației și a transferului tehnologic.

Pentru securizarea proprietății intelectuale pe teritoriul țării activează Agenția de Stat pentru Proprietate Intelectuală a Republicii Moldova.

Pentru dezvoltarea activității de cercetare-dezvoltare este elaborată Strategia de Cercetare-Dezvoltare 2020. În cadrul acestui document sunt vizate atât aspectele organizatorice ale lucrărilor de cercetare-dezvoltare, cât și sursele de finanțare.

libere ale Republicii Moldova peanii 2002- 2014.

7. *Hotărîrea guvernului Nr. 857 din 31.10.2013 cu privire la Strategia națională de dezvoltare a societății informaționale "Moldova Digitală 2020"*

8. <http://www.moldpres.md/news/2014/10/22/14000301>

CONCLUZII

Prin urmare, analiza **PEST** reprezintă o analiză la nivel macroeconomic ce ține de politica economică a țării și organele de resort, așa ca Ministerul Economiei, ca reprezentant al Guvernului și reprezentanții puterii publice locale. Anume aceste organizații de stat, trebuie să studieze minuțios, înainte de a lansa proiecte de creare a zonelor economice libere, toți factorii de influență (politica externă, infrastructura și accesul la căile de transport, metodele de control, politica fiscală, situația demografică în regiune etc.) ce pot influența activitatea zonelor economice libere.

Scopul final ar trebui să fie crearea unor zone economice libere cu perspective de dezvoltare, cum ar fi ZEL "Bălți" (volumul producției realizate în 2014 - 1113,65 mil. lei) cu subzonele respective și ZEL "Ungheni-Business" (volumul producției realizate în 2014 - 1570,06 mil. lei), dar nu crearea zonelor economice libere care nu au potențial și perspective de dezvoltare, de exemplu ZAL "Otaci-Business" (volumul producției realizate în 2014 – 0 lei), sau crearea unor zone economice libere pentru anumiți agenți economici.

Deci, o zonă economică liberă funcțională îmbunătățește nu doar economia unei regiuni dar reprezintă și o locomotivă a dezvoltării economiei întregului stat.

Bibliografie

1. *Anuarul statistic al Republicii Moldova 2014.*
2. <http://www.quickmba.com/strategy/pest/>.
3. *Legea nr. 440-XV cu privire la zonele economice libere din 27.07.2011.*
4. *Legea Nr. 424 din 16.12.2004 privind revizuirea și optimizarea cadrului normative de reglementare a activității de întreprinzător.*
5. *Legea nr. 235-XVI cu privire la principiile de bază de reglementare a activității de întreprinzător din 20.07.2006.*
6. *Raportul privind activitatea zonelor economice*

Recomandat spre publicare: 17.06.2014.

SUBIECTE ȘI OBIECTE ÎN PICTURA FIGURATIVĂ

L. Platon, drd.

Universitatea Tehnică a Moldovei

ÎNTRUDUCERE

Pictura figurativă modernă este cunoscută printr-o clasificare în baza subiectelor ce se formulează ca genuri ale picturii: pictura istorică, scena de gen, portret, peisaj și natura moartă. Subiectul joacă rolul primordial în formularea conceptelor compoziționale, structurale și estetice, în acelaș timp pictura figurativă reprezintă și interpretează obiectele societății, care persistă în toate genurile, grupându-se în dependență de subiect. Conlucrarea subiectului cu obiectul, determină analiza și valorificarea picturii figurative.

SUBIECTE ȘI OBIECTE ÎN PICTURA FIGURATIVĂ

Până la sec. XX toată pictura a fost calificată figurativă, deoarece prin reprezentarea formelor se reproduceau obiecte și ființe reale care imitau societatea. Gradul de realism variază de la o epocă la alta și în dependență de intenția pictorului, precum și diversitatea temelor. Subiectul capătă valoare prin cerințele societății ce se schimbă periodic. Dacă privim la Evul Mediu, observăm o narare prin subiecte religioase cu personaje biblice, sfinte preocupate de Viața de apoi, care prin sec. XIV se transformă în subiectele laice, interesul pentru naturalism reînnoiește în figurativul clasicismului antic introducând în pictură lumea reală, penetrând și interesul marilor oameni, mecena de a fi reprezentați în manieră reconscibilă și respectabilă... Multitudinea de subiecte ce parvin în pictură prin intermediul viziunii artiștilor se formulează prin „genuri”, aici presupune clasificarea operelor după subiect: pictura istorică, scena de gen, portret, peisaj și natura moartă [1].

Pictura istorică se consideră orice operă care tratează într-o formă narativă sau simbolică subiecte serioase, pretinzând să aprindă sentimentele spectatorului de al instrui și a-l face mai bun, aici se includ subiectele istorice, mitologice, alegorice, iar mai târziu prin sec XVII apare ideea de pictură revoluționară, ce se înscrie în acelaș gen. Acest ultim segment al genului mai este numit și „genul major” menținându-se pînă în sec XIX, configurînd

visul oricărui artist, ca o cheie a succesului, remarcată prin tendința Academiei Regale din Franța. Le Brun reușește să obțină autoritate devenind cel mai realizat pictor istoric al timpului, iar în secolul următor David ajunge demnul său emul. Îndemnul, puterea de a convinge și onoarea străbat din pînzele marelui gen din opere precum: Lictorii îi aduc lui Brutus corpurile fiilor săi, Încoronarea Împăratului și a Împărătesei sau Sabinele, reprezentând epopeea poporului francez, iar ultimul un subiect faimos al istoriei romane cu o inversare de eveniment ca o rezonanță a evenimentelor timpului. Dezvoltarea genului aduce o mutație a sentimentelor ce se pronunță negativ asupra evenimentelor politice, cunoaștem lucrările lui Goya, care ajung la descrierea cu cruzime a regimului prin 3 Mai, îndepărtându-se vertiginos de tradiția plină de pompă și demnitate. O înmormîntare la Orleans a lui Courbet descrie un subiect grav, în care dispune personajele lipsite de orice patos, cuprinși de apatie și urâtenie, plasați într-un peisaj ce pare lipsit de interes. Prin aciastă operă mutația trece într-o fază de banal al cotidianului.

Alegoria poate fi privită ca un cod evident ce se strecoară în subiectele istorice, ca un instrument prin care se codifică personajele, adică prin forme și semne specifice care descriu un personaj concret, cel mai des sînt atribuite aceste metafore personajelor biblice, religioase și mitologice. În perioada clasică din sec. XVII-lea, figurile alegorice sînt implicate în procedee istorice, apariția personajului alegoric este parțial îmbrăcat, parțial gol, cu corp idealizat și real în acelaș timp, trădîndu-l costumul atemporal deseori drapaje, sau exemplul operei lui Delacroix Libertatea conducând poporul, cu personaje alese după semnificația lor simbolică, libertatea – simbolizînd poporul nu apare ca o clasă sau grup social, ci o figură alegorică, de dimensiune mai mare decît celelalte personaje, prezentînd-o printr-un model idealizat, ca o figură pentru eternitate.

Portretul- situat pe un loc ambiguu în cadrul ierarhiei genurilor, deoarece subiectul său este omul, care pe de o parte apare ca subiect important de analiză a caracterului și tipologiei umane, precedînd pictura istorică, ca figură importantă a creației lui Dumnezeu, iar pe de altă parte apare ca

celebrarea sau glorificarea unor indivizi care în afara cercurilor lor de influență nu sînt cunoscuți de nimeni, acest fapt destabilizează clasarea după importanță a genului, dezvoltîndu-se considerabil din toate timpurile pînă în prezent. Antichitatea cunoaște portretul realist, Egiptul tîrziu crează numeroase figuri cu chipuri de o veridicitate pregnantă, creștinismul cere credincioșilor să întoarcă privirea spre viața de apoi astfel rupe tradiția de curînd începută, reconoscibilul pare confuz pe cînd figurile religioase capătă trăsături faciale specifice fiind stabilite canoane și tipologii de reprezentare a figurilor. Renașterea deschide din nou orizontul spre naturalism, iar individul își recapătă reconoscibilul odată cu primele portrete „pure” de la sfîrșitul Evului Mediu, modelele de sinestătătoare ce apar în picturi fără a implica alte subiecte sînt a suveranilor, văzuți din profil unde se implică și umerii. După scurtă vreme pictorii din quattrocento adaugă în spatele modelului motive decorative, sau peisaj în culori luminoase, ca în exemplul lui Piero della Francesca, preferința pentru portret crește odată cu perfecționarea lui, implicînd și idealizarea fără a renunța la asemănare. Profilul descrie foarte laconic caracterul personajului, în plus oferă o imagine cu un decorativism stilizat. Portretele flamande se diferențiază de la început, întorc spre noi modelul în trei sferturi, deschid bustul în care se văd și mîinile împreunate, ce amintesc de rugăciune și fără jenă descriu defectele pielii insuflînd viață prin ochii umezi și strălucitori.

Modelele flamande par să întreseze spectatorul cu realismul detaliilor și figura parcă vie ce privește direct printr-o atitudine discretă, precum Bărbatul cu garoafa de Van Eyck ce implică aceste calități, rămînînd specifice și pentru succesorii lor în deosebi prin fundalul întunecat și monocrom. Cei de mai tîrziu inventează decorul cu interior deseori cu fereastră deschisă în care chipurile sînt văzute mai generos. Italia inspirată de flamanzi, preia și dezvoltă portretul la culmi înalte ale expresivității, măiestria titanilor renașterii aduc o nouă viziune ce implică portretul psihologic, avansat în tehnologie portretul creează expresii emoționale trăite de model. Sentimentele interioare se pronunță ca subiect principal, iar grația tinde spre culmile cele mai înalte. Maturizîndu-se în sec. XVI^{-lea}, portretul ajunge foarte solicitat și foarte diferit, crește interesul pentru portretul intim, rezervat de la expunerea publică, aici deosebit atît demnitari, sau portrete de aparat ca exemplu Portretul lui Francisc I, de Jean Clouet, cît și portrete ale membrilor familiilor lor inclusiv și copii, astfel aduc portretului un iz de familiaritate, desigur într-o manieră sobră,

distanțată de privitor. Degajarea psihologică, distracții, plăcere sau erotism întîlnim în pictura ulterioară în timpul lui La Tour, Chardin, cînd surprindem portretul în euforie, delectîndu-se cu gesturile vieții cotidiene, iar numele pînzelor pare că-și șterg din importanță, viața se citește foarte discret din pînze de parcă ar deschide cortina sufletului, scoțînd emoția eternă dintr-un subiect simplu. Figura anonimă își face mai des prezența „figurile închipuite” vin mult mai ușor să degaje emoții psihologice, iar erotismul este scos în evidență tot mai frecvent, aspect întîlnit și la Fragonard. Neoclasicismul lui David și Ingres etalează factura netedă a figurii susținută de un desen perfect, poziția figurilor descriu o lungă imobilitate și atitudine sofisticată, trăsăturile modelului sunt stilizate și înfrumusețate. Deși idealizarea oferă o piele fină și palidă iar defectele sînt lichidate, înconjurate de decor și accesorii bogate și intelectuale precum o carte, o statuie sau bibelouri... chipurile par cuprinse de o plictiseală. Imaginea simbolică a florilor, însoțesc portretele avînd semnificații subtile, acest lucru fiind împrumutat și de prerafaeliți în frunte cu Rossetti, crinul simbolizînd puritatea, trandafirul - dragostea... ș. a. Tendința pentru grandoare regală caută să exprime portretele suveranilor începînd cu sec. XVI^{-lea}, în deosebi al XVII^{-lea}, prin exemplul lui Ludovic al XIV care își etalează prin intermediul portretului toată puterea și bogăția formulată într-un limbaj monumental.

Portretul de grup deși cunoscut încă din pictura religioasă în care se includea și figura donatorului se dezvoltă mai clar din sec. XIV, figura donatorului ocupînd un loc din ce în ce mai important în tablou, în fresca lui Giotto, de exemplu, donatorul îl plasează în partea de jos a compoziției, în genunchi, în fața fecioarei căreia îi întinde macheta monumentului; în Flandra donatorii apar mai des în retablu, arătați în trei sferturi ca portrete aparte, dar nu în partea centrală a compoziției. Pretenția sa devine ceva mai mare atît despre locul plasării sale cît și plasării și altor membri ai familiei lui. Elitele bogate capabile să comande tablouri, devin subiecții principali alături de suitele sale, este un fenomen inevitabil atît timp cît finanțază aceste proiecte, care se execută pentru decorarea spațiilor lor. Printre ei foarte subtil începe să-și facă apariția însuși pictorul, într-un mod foarte codificat, deseori neidentificat, ca o idee de amprentă. O comandă substanțială a fost Rondul de noapte de Rembrandt, unde este vorba de un portret de grup al gărzii civile a căpitanului Cocq și locotenentului Van Ruytenburg, recurge la o politizare subtilă îmbibată de semne și simboliri

prin care se descriu caracterele profund personalizate, uimitoarea scenă pe care artistul o transformă într-o secvență în mișcare devine plină de tensiune, iar ideea genului tinde spre o confuzie cu tabloul istoric.

Autoportretul apare în pictura medievală ca o alternativă a semnăturii, portretul pictorului cunoaște o dezvoltare frumoasă din sec. XV, mai ales în sec. XVI, detașându-se cu încredere de la portretul celor puternici... formându-și o traiectorie aparte. Autoportretul este ca o discuție cu sine însuși, unde artistul scoate în evidență calitățile sale, știind că acestea vor fi discutate, deci el își formulează replica sa ce îl reprezintă cel mai bine prin aspectul caracteristic sîc. Maniera distinctă care niciodată nu falsifică capătă caracter de portret psihologic, calificîndu-se în două tipuri personal și profesional – unde artistul se arată în procesul picturii, sau cu atributele profesionale. În scurt timp autoportretul devine un studiu a fiecărui artist, ca o provocare de a se încerca pe sine însuși, un nivel al profesionismului plastic pe care fiecare artist trebuie să și-l dovedească.

Peisajul apare ca un gen autonom foarte timid abia prin sec. XVI, pînă atunci artiștii prind momente ale naturii cu care completează fundalul compozițiilor. Imaginea naturii pare să intereseze tot mai mult în deosebi pe cel din nordul Europei, descoperit în pictura lui Lucas Cranah cel Bătrîn și Albert Altdorfer, prin păduri extrem de dese, cu copaci imenși ce par că sufocă figurinele mici ce se pierd prin peisaj. Peisajul german aduce un fior de frică și neliniște, care în acelaș timp atrage prin sălbăticia sa, mai tîrziu acestui aspect al peisajului i se atribuie numele de „*suflet german*”, descriind pasiunea pentru peisajul brut deschis, contrar peisajului flamand din acea perioadă, care dau impresie de lume locuită, prin case, oameni și drumuri foarte mici și suave. Italia subordonează peisajul, care rămîne apatic, colonizat de om, jalonat intens de arhitectură. Peisajul olandez din sec. XVII își cultivă genul care îi va remarca în timp, peisajul local apare în toată splendoarea sa, orașul, apele, cerul bîntuit de nori, orizonturi muntoase... heleștee înghețate pe care patinează cetățenii... Peisajele Europei de sud se remarcă în deosebi prin operele lui Lorrain și Poussin, care aduc un clasicism al peisajului, organizat în planuri orizontale succesive, eșalonate de arbori înalți, cu stînci, drumuri și culturi, ape calme precum și clădiri numite fabrici, încadrate deseori în ceruri senine, de un albastru luminos pe care se plimbă norii liniștiți... Ruinele antice ale Romei focusează atenția în mare parte a întregii Europei după săpăturile din Pompei și Herculaneum, conturînd un

traseu de studiu al clasicii antice, de care s-a cointerestat în deosebi Anglia, iar turul prin Europa favorizează mult dezvoltarea peisajului, descrierea naturii și a arhitecturii obține un statut de carte de vizită sau amintire din locurile frumoase, tabloul scade în dimensiuni, iar motivul trebuie să prindă cât mai adevărat imaginea spațiului. Englezii îndrăgostiți de Canaletto, îl școlăresc pe Reynolds după peisajele Italiei, după care îl readuc în Anglia pentru a porni o frumoasă tradiție a peisajului. Cei din Europa caută Influențe în Orientul Greciei și Africii de Nord, care apare ca o forță ce pătrunde și în peisaj, captivînd artiștii cu lumea mai ciudată, natura mai uscată și construcțiile cu aspect diferit. Peisajele de pe malul Senei invadează tablourile din sec. XIX prin compozițiile cu „*duminica la țară*”, precum și vederile din Bretania, și marinele înfățișînd stațiunile din Normandia, apoi Mediterana și Provence, aduc o varietate amplă a peisajului francez. Școala din Fontbleau și mai apoi impresionismul surprind forma esențială prin atmosfera momentană a peisajului, culoarea pură ajunge să frămînte imaginea impresionistă a peisajului, abia atunci peisajul ese din anonimat, iar artiștii creează în natura proprie a peisajului.

Scena de gen, sau pictura de gen, poate fi privită ca un discipol al picturii istorice, analizată amplu de Eleonora Barbas, cataloghează operele figurative a picturii ce se detașează de la tradiția istorică. Acest nume apare din sec. XVIII, ca ironie asupra scenelor figurative lipsite de interes, ce vin din viața cotidiană deseori provocatoare a rîsului. Apărută mai întîi în școlile din Nord, vine să descrie realitatea fără o idealizare, companiile vesele din cîrciumi sau bordele,scenele de piață sau preparare a mîncării, ajung să substituie interesul istoric al picturii. Pitter Brueghel cel Bătrîn aduce o tonalitate diferită scenei de gen, implicînd în acelaș timp caracterul etnografic și alegoric al tabloului, referindu-se la oamenii săraci de la țară, prin care simbolizează destinul uman cel mare ce duce la dezastru și moarte. Scenele amuzante conțin în subtextul lor o lecție prin intermediul rîsului, îndreptată spre critica viciilor umane, scoțînd în evidență prostia omenească. Înțelegerea scenelor de gen pune problema în fața spectatorului, în ce măsură aceasta are rolul de simplu amuzament, sau din contra conține un adevăr moral sau social... William Hogart din Anglia și Jean Greuze din Franța încearcă să aducă o nouă valoare genului apropiînd-o de categoriile literere la modă, comedia sau drama burgheză. Greuze întoarce tonul satiric spre o abordare moralizatoare, prin tablouri ce suscită elogiile filosofului Diderot, care atunci prin Saloanele sale inventează critica de artă: „...*el ne*

introduce în mediul țărănesc sau burghez în care numeroși figuranți mimează cu ajutorul gesturilor situații emoționale în care răul sau simpla neglijență sînt pedepsite și unde binele triumfă...” [2].

În prima jum. a sec. XVII, pictura capătă o preocupare de tradiția picturilor de tavernă, numite la început „*bambociadă*” preluată și de La Tour în creații înfățișînd trișori, ghicitori, unde se evidențiază gesturile de amăgire și hoție, în Franța frații Le Nain reînnoiesc subiectele țărănimii în formate mai mici surprinși în poziții demne și reținute dispuși în interioare sumbre luminate la focul din sobă sau în aier liber. Olanda cunoaște aceeași evoluție prin pictura *bambociadă*, reprezentînd bufoneri și diverși șarlatani, vînzători ambulănți, serbări țărănești...ș.a., pe acest fundal se formulează pictura lui Vermeer care deschide o viziune tihnită și caldă încadrată în treburile casnice, ridică spre un nou orizont pictura de gen prin intimitatea figurilor în interior. Misterul discret al vieții domestice unde tinere femei visătoare înmbrăcate desăvîrșit își continuă liniștit prin gesturi lente ritualurile cotidiene căroră, devine o temă extrem de atractivă în care persistă un caracer sacru. Aciasta ar fi albia în care scena de gen se dezvoltă ca subiect bine definit.

Natura moartă se situează la nivelul de jos a ierarhiei genurilor deoarece nu-l înfățișază pe om și nici creațiile vii, dar se concentrează pe o „*viață tăcută*” ce nu se mișcă, este denumită natură moartă în Franța în sec. XVII. Obiectul s-a introdus cu discreție în compozițiile cu subiecte religioase, observate încă în frescele lui Giotto, lucruri uzuale pe care Durer mai tîrziu le va numi blînd „*nimicuri*” apar pictate cu o atenție și dragoste deosebită, cu care se completează fundalurile sau spațiile picturilor istorice, religioase sau mitologice. Semnificațiile lor pot fi destul de profunde pînă la argumentarea denumirii tabloului, iar în tablourile unde pare că nici nu are tangență cu scena, pata de culoare ce o aduce acea compoziție moartă insuflă o idee de un început de viață domestică liniștită, precum în Lictorii din opera lui David, în care apare destul de straniu coșul cu lucrul de mînă așezat pe o masă. Natura moartă ajunge să-și cucerească autonomia dar ezită mult timp încă asupra exercițiului de stil și lecția filosofică, legîndu-se de o justificare religioasă sau morală. Aparența animalului mort în natura moartă, pretinde a fi înțeleasă ca un simbol sacru ce vine din convingeri religioase stranii, precum mielul mort a lui Zurbaran. O preocupare metafizică asupra naturilor moarte o observăm la Juan Sancez Catan în reprezentările legumelor și fructelor suspendate de

sfori într-un spațiu abstract, contribuind astfel la începutul sec. XVII la clasificarea naturii moarte tipic spaniole numite *bodegones*, ce vine de la respectul pentru lucrurile create de Dumnezeu. Vanitatea din natura moartă suscită spiritul de avertisment asupra caracterului efemer a lumii înconjurătoare, pretinzînd atenție sporită spre puritate și perfecțiune a creației. Expresia efemeră a naturii moarte o aduce pictura flamandă și olandeză, prin tablourile lui Jan Brueghel al Catifelelor, ale lui Pieter Claesz și Williem Claesz Heda, dar și Williem Kalf și De Heem mai tîrziu și alții influențați de arta din Nord, ca cei din Franța Berbard sau Stoskopff, venerând buchete de flori, mese pline cu bucate împrăștiate, bufete acoperite de orfevrărie, cochilii exotice și bijuterii prețioase... Obiectele sunt selecționate delicat în scopul atingerii plăcerii simțurilor, ce vibrează în compoziții bogat aranjate formulînd game coloristice subtile. Ansamblurile compoziționale amintesc de decorul ornamental al covorului ce delectează prin diversitatea de obiecte și mâncăruri ce par destul de întîmplătoare, vase răsturnate, fructe începute, flori, clepsidră, craniul...dar și instrumentul muzical, ultimul devine în timp un obiect de cult ce traversează o perioadă destul de lungă în natura statică, respectat și în epoca modernă.

Astăzi genurile și-au cam erodat hotarele după ce din sec. XIX și-a pierdut justificarea sa de a repartiza pictura pe genuri, deși artiștii continuă creația după aceleași idei de clasificare a picturii, totuși termenul de gen presupune o prioritate a subiectului care astăzi nu își mai găsește explicația, constatînd o reformulare a subiectelor picturii în două direcții diferite: una ar fi pictura figurativă și cealaltă - abstractă.

O analiză a obiectului figurativ ar însemna pe înțelesul deplin al termenului, un obiect de civilizație. Noțiunea de obiect figurativ este o extindere a noțiunii de civilizație, elaborată ea însăși la origine de către sociologi. De-a lungul tuturor civilizațiilor au existat obiecte materiale purtătoare de semnificații, care nu coincid cu întrebuintarea lor originală, declanșînd în imaginație apariția unui amestec de istoric, legendă, mistic și concret. Obiectele de civilizație sînt reînnoite prin intermediul poezilor, artiștilor precum și creatorilor de instituții și al artizanilor. Obiectul figurativ și forma constituie fundamentul oricărei interpretări a artei, plecînd de la un obiect adecvat semnului căruia îi dă naștere, obiect bine determinat care înainte de utilizare este evocat și reconstituit în memorie. „*Elaborarea fiecărei pînze implică reluarea de către artist a unei problematice*

combinatorii a sugestiilor văzului și memoriei cu imperativele unei meserii”- idee a lui G. Bouligand, din Realitatea figurativă [3].

Cele mai vechi dintre obiectele picturii figurative este animalul, cu care se decorează grottele preistorice, scenele de vânătoare, fiind obiecte îndrăgite și în Egipt, Grecia și Roma. Animalele și vegetalele apar în contexte mitologice și istorice, creștinismul aduce o simbioză a bouului cu diavolul, pe când păsările cu cerul, mai departe animalele țin de domeniul fantasticii. Spre sec XX, vacile în peisaje capătă valori prețioase ca dătătoare de hrană, iar Picasso reînvie anticul taur al Spaniei. Obiectul cel mai vechi înregistrează o sumedenie de aprecieri de-a lungul istoriei.

Figura umană este și ea un obiect al picturii, care fără îndoială a fost cel mai exploatat obiect în deosebi prin figura feminină. Prima imagine a femeii vine cu ideea de frumusețe Venus – statuetele preistorice demonstrează tendința către frumos. Deși întâi văzută obeză, figura feminină se reformulează în antichitate figurând iarăși ca zeiță a frumuseții. Creștinismul aduce figura la nivel de semn, creație dumnezeiască supremă ce ascunde în ea un conținut misterios – sufletul, preocupare mult mai importantă decât carnația fizică. Imaginea figurativă a creștinismului pare foarte detașată de valorarea frumosului estetic, unde nu este clară nici vârsta și nici constituția corpului. Substituirea valorilor o completează semnele și simbolurile figurative ce aduc un concept de coduri prin care imaginile capătă un sens profund și convingător. Lumea invizibilă capătă forme figurative ce se alimentează din fantezie și credință, făcând astfel legătură vizibilă cu lumea „de dincolo”, laconizarea și simplificarea formelor presupune seriozitate și concentrare asupra eternității dumnezeiești. Trecentoul readuce problema adevărului figurativ, de care se arată cointeresați și comanditarii picturii așa numiții „mecena” negustori - bancheri, dornici de imagine reală. Giotto prezintă o transformare prin maniera sa de a picta, inventează personaje cu dimensiuni impunătoare, oferindu-le greutate și volum. Figura feminină prinde contur și scoare în evidență formele volumetrice reprezentate sinuos prin stofele hainelor mai fine, de aici figura devine mai credibilă și își prezintă personalitatea fizică, treptat preocupată de expresia nudității.

Nudul – un termen care vine de la carnație și ar însemna coloritul pielii, dar care are o istorie aparte în viziunea artistică. Nudul constituie partea cea mai sensibilă a picturii figurative, unde se deschid cele mai vaste oportunități de studiere a anatomiei plastice și concept artistic de reprezentare a figurii umane. Deși a existat din totdeauna,

această artă este deseori ascunsă din cauza ideologiei sale care era deseori considerată prea erotică, implicând astfel nenumărate discuții și contradicții. Nudul, prin studiul său, îmbină cunoaștere anatomică, gândire și libertate de expresie toate concentrate asupra formei plastice, dar precum orice libertatea de expresie și a gândirii nu prea este agreată, nudul trece prin perioade sumbre unde este considerat subiect tabu. Unii sunt revoltați de această formă de reprezentare, considerând-o imorală, sugerând ideea de confuzie cu pornografia, alții încearcă să evedențieze conceptul artistic al nudului, căutând argumente care îl detașază de aspectul imoral. „*Ceea ce pentru unii înțeamnă pornografie, pentru alții poate fi o sclipire de geniu*”. D.H.Lawrence [4].

Obiectul uzual pictat în natura moartă își are traiectoria sa în istoria artei care se dezvoltă în liniște preocupat de aranjamentele semnificative și armonioase în diferite raporturi plastice și logice a unei compoziții. Una din temele populare ale naturii statice ar fi tema mesei îmbelșugate, prima de acest gen este mozaicul roman „*sufrageria nemăturată*”, din sec. II, alăturându-se tema întoarcerii de la vânătoare și interiorul cald. Pictura de flori se poate analiza ca gen aparte, prin multitudinea de forme culori și structuri ornamentale, florile formează un palmare variat de compoziții, ce surprind senzațiile artistului. Obiectul poate figura în mod simbolic acțiunea, starea sau lumea evocată. Silueta unei bărci semnificând călătorie sau atribute din veșminte, bijuterie, copaci, apă, munte... toate formulează un limbaj reprezentativ în pictura figurativă.

Bibliografie

1. **Laner-Dagen N.** *Pictura secrete și dezvoltări.* Enciclopedia Rao. Bucureșt., pag. 24. 2004.
2. **Laner-Dagen N.** *Pictura secrete și dezvoltări.* Enciclopedia Rao. București. pag. 51. 2004.
3. **Francaste P.** *Realitatea figurativa. traducere din limba franceza de Mircea Tomus prefata de Ion Pascadi.* Editura Meridiane. Bucuresti. pag. 156. 1972.
4. **Chișvasi S.** *100 de capodopere ale artei erotice.* Oradea Aquila. pag.7. 2008.

Recomandat spre publicare: 22.06.2015.

SINTEZA PROCESOARELOR SPECIALIZATE ÎN BAZA REȚELELOR PETRI HARDWARE FUNCȚIONAL INTERPRETATE

V. Sudacevschi, dr., conf.univ., V. Ababii, dr., conf.univ., E. Guțuleac, prof.univ., dr.hab.,
M. Podubnii, drd.

Universitatea Tehnică a Moldovei

INTRODUCERE

Dezvoltarea sistemelor numerice complexe practic nu mai este posibilă fără utilizarea sistemelor de proiectare automată. În prezent majoritatea sistemelor numerice sunt implementate în baza circuitelor *VLSI* (Very Large Scale Integration), respectiv, cerințele impuse față de sistemele de proiectare automată au crescut semnificativ, în special față de proprietățile calitative ale sistemelor numerice (performanță, fiabilitate, convergență, etc.). Aceste proprietăți pot fi asigurate prin includerea a noi metode de verificare funcțională, testare, validare, etc. [1].

Proiectarea cu dispozitive programabile *FPGA* (*Field-Programmable Gate Array*) prezintă un interes deosebit pentru dezvoltarea sistemelor numerice complexe de performanță. Utilizarea circuitelor *FPGA* asigură atât o flexibilitate sporită cât și o performanță înaltă în procesul de implementare a sistemelor. Circuitele *FPGA* constau dintr-o rețea bidimensională de celule logice programabile, interconectate prin comutatoare de rutare, la fel programabile. Domeniile de utilizare a circuitelor *FPGA* sunt foarte vaste datorită reducerii semnificative a ciclului de proiectare și costului relativ redus a acestor dispozitive [2, 3].

Până nu demult, suportul formal pentru sinteza și modelarea sistemelor digitale era teoria automatelor finite, aplicată în studiul circuitelor logice. Evoluția rapidă a sistemelor digitale a dus la apariția unor noi tehnici formale folosite pentru specificarea și descrierea proceselor, caracteristicile cărora sunt paralelismul, distribuția fizică și logică, non-determinismul etc. În prezent descrierea și modelarea sistemelor complexe este realizată prin intermediul mai multor formalisme matematice, cum ar fi grafurile fluxului de date (*GFD*) și rețelele Petri (*RP*).

Grafurile fluxului de date sunt utilizate la modelarea sistemelor dominate de date, cum ar fi sistemele transformaționale, ieșirile cărora sunt determinate de un set de calcule efectuate asupra intrărilor sistemului. *GFD* constau dintr-un set de

activități (transformări) conectate printr-un set de arce care reprezintă fluxul de date.

Pentru reprezentarea sistemelor complexe au fost propuse mai multe modele *GFD*. Rețelele fluxurilor de date descrise în [4] se utilizează la modelarea sistemelor de procesare a semnalelor. Două cazuri particulare a rețelelor fluxurilor de date, și anume fluxurile de date sincrone și fluxurile de date statico-ciclice sunt descrise în [5].

Dezavantajul modelelor *GFD* constă în faptul că ele nu conțin nici o informație referitoare la metodele sau tehnologiile de implementare sau mapare directă. Din aceste motive, aceste modele sunt utilizate doar în timpul fazei de specificare a sistemelor complexe.

O metodă clasică de verificare funcțională și validare a sistemelor numerice complexe este formalismul rețelelor Petri [6]. Rețelele Petri au fost definite pentru descrierea sistemelor distribuite în care au loc fenomene de paralelism, sincronizare și de partajare a resurselor. O rețea Petri reprezintă un caz particular de graf orientat bipartit și constă din trei tipuri de obiecte. Aceste obiecte sunt pozițiile, tranzițiile și arcele orientate care conectează pozițiile și tranzițiile. Arcele sunt etichetate cu ponderile lor care reprezintă valori întregi pozitive. Pentru a studia comportamentul dinamic al sistemului modelat, și anume stările acestuia și modificările lor, se utilizează marcajul rețelei. Un marcaj sau o stare atribuie fiecărei poziții un număr întreg mai mare sau egal cu zero. Marcajul rețelei se poate schimba în conformitate cu regulile de validare și declanșare a tranzițiilor.

Eficiența rețelelor Petri în modelarea și maparea directă a sistemelor numerice este demonstrată în lucrările [7, 8, 9], unde sunt descrise metode și tehnici de mapare directă a sistemelor de control și sincronizare fără implicarea fluxurilor de date specifice sistemelor de calcul complexe (procesoare, controlere, etc.).

În lucrarea de față se propune o nouă metodă de descriere formală a rețelelor Petri, și anume rețele Petri funcțional interpretate care asigură modelarea sistemelor de sincronizare și a fluxurilor de date, asigurând posibilitatea de mapare directă a acestora în arhitecturi reconfigurabile formate din

circuite *FPGA*. Această abordare permite excluderea mai multor dezavantaje a metodelor de sinteză descrise în lucrările [4, 5, 7, 8, 9] în care lipsește descrierea și modelarea fluxurilor de date.

1. REȚELE PETRI FUNCȚIONAL INTERPRETATE

O rețea Petri funcțional interpretată (*RPFI*) este formată din două componente de bază: rețeaua Petri discretă (*RPD*) pentru modelarea procesului de sincronizare și rețeaua Petri flux de date (*RPF*) pentru modelarea fluxului de date și a operațiilor de transformare a datelor (operații aritmetice sau logice).

RPD este un 4-tuplu (P^D, T^D, F^D, M_0^D) [6, 7], unde:

- $P^D = \{p_i^D, \forall i = \overline{1, N^D}\}$ este o mulțime finită și nevidă de poziții discrete;
- $T^D = \{t_j^D, \forall j = \overline{1, L^D}\}$ este o mulțime finită și nevidă de tranziții discrete;
- $F^D \subseteq (P^D \times T^D) \cup (T^D \times P^D)$ este o mulțime de arce de conectare a pozițiilor discrete cu tranzițiile discrete și a tranzițiilor discrete cu pozițiile discrete;
- M_0^D este marcajul inițial.

Comportamentul dinamic al *RPD* este definit de regulile de declanșare a tranzițiilor și marcajul pozițiilor [6].

RPF este un 3-tuplu (P^F, T^F, F^F) , unde:

- $P^F = \{p_i^F, \forall i = \overline{1, N^F}\}$ este o mulțime finită de poziții flux de date;
- $T^F = \{t_j^F, \forall j = \overline{1, L^F}\}$ este o mulțime finită de tranziții flux de date;
- $F^F \subseteq (P^F \times T^F) \cup (T^F \times P^F)$ este o mulțime de arce de conectare a pozițiilor flux de date cu tranzițiile flux de date și a tranzițiilor flux de date cu pozițiile flux de date.

Comportamentul dinamic al *RPF* este definit de regulile de procesare a datelor și interacțiunea arcelor (semnalelor) de sincronizare F^{DF} și stare F^{FD} , unde:

- $F^{DF} \subseteq (P^D \times T^F)$ este o mulțime de arce de sincronizare de conectare a pozițiilor discrete cu tranzițiile flux de date;
- $F^{FD} \subseteq (T^F \times P^D)$ este o mulțime de arce de stare de conectare a tranzițiilor flux de date cu pozițiile discrete.

Regulile de validare ale tranzițiilor flux de date sunt definite de starea atributelor arcelor de sincronizare F^{DF} , regulile de funcționare a elementelor funcțional interpretate (registru, contor, sumator, etc.) și formulele descriptive ale acestora [10].

2. DESCRIEREA FORMALĂ A MODELELOR DE REȚELE PETRI FUNCȚIONAL INTERPRETATE

Descrierea formală a unei rețele Petri funcțional interpretată este efectuată în limbajul *XML* (*Extensible Markup Language*). Regulile de formare a obiectelor sunt descrise în detaliu în lucrarea [10].

O rețea Petri funcțional interpretată este compusă din trei componente de bază:

- rețeaua Petri discretă;
- elementele funcționale;
- rețeaua Petri funcțional interpretată.

a) Descrierea rețelei Petri discrete.

Formalismul de descriere a modelului rețelei Petri discrete include următoarele obiecte de bază: *TclsNode*, *TclsTrans*, *TclsLink* și *TclsText* care, în dependentă de proprietățile caracteristice, se divizează în mai multe clase [10].

În continuare sunt prezentate modelele *XML* pentru obiectele menționate.

- Modelul XML al obiectului *TclsNodeDiscrete* de descriere a poziției discrete:

```
<object class="TclsNodeDiscrete" name="p1"
left="95" top="185" width="30" height="30"
group="" name="p1" size="osNormal"
capacity="9999" markers="1">
</object>
```

unde: *name="p1"* este numele poziției în lista de identificare.

- Modelul XML al obiectului *TclsTransInstant* de descriere a tranziției discrete netemporizate:

```
<object class="TclsTransInstant" name="t1"
left="95" top="267.5" width="30" height="5"
group="" size="osNormal" angle="0">
```

```
<guard formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
<priority formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
<speed formula="RefV" Value_Reference="100"
Value_Actual="100" />
</object>
```

unde: **name="t1"** este numele tranziției în lista de identificare.

- Modelul XML al obiectului **TclsLinkNormal** de descriere a arcelor de incrementare, decrementare și stare a poziției:

```
<object class="TclsLinkNormal" name="L1"
left="110" top="240.5" width="0" height="26.5"
group="" name="L1" src="p1" dst="t1">
<weight formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
<point x="110" y="214" big="1" />
<point x="110" y="240.5" big="0" />
<point x="110" y="267" big="1" />
</object>
```

unde: **name="L1"** este numele arcului în lista de identificare, **src="p1"** este numele obiectului de început al arcului, și **dst="t1"** este numele obiectului de sfârșit al arcului. În cazul dat este un arc de stare și decrementare care pornește din poziția **p1** spre tranziția **t1**.

- Modelul XML al obiectului **TclsLinkInhibitor** de descriere a arcelor de inhibiție:

```
<object class="TclsLinkInhibitor" name="L5"
left="125" top="224" width="27.5"
height="91.5" group="" name="L5" src="p1"
dst="t4">
</object>
```

unde: **name="L5"** este numele arcului inhibitor în lista de identificare, **src="p1"** este numele obiectului de început al arcului și **dst="t4"** este numele obiectului de sfârșit al arcului.

- Modelul XML al obiectului **TclsLinkTest** de descriere a arcelor de test:

```
<object class="TclsLinkTest" name="L13"
left="291" top="161" width="3.5"
height="82.5" group="" name="L13" src="p4"
dst="t1">
</object>
```

unde: **name="L13"** este numele arcului test în lista de identificare, **src="p4"** este numele obiectului de început al arcului și **dst="t1"** este numele obiectului de sfârșit al arcului.

b) Declararea elementelor funcționale.

Declararea elementelor funcționale este efectuată în obiectul **Frame** care include: numele, magistralele și semnalele de intrare, precum și magistralele și semnalele de ieșire.

- Modelul XML al obiectului **TclsFrame**:

```
<object class="TclsFrame" name="Frame1"
left="40" top="15" width="401" height="86"
group="" text="Descrierea Elementelor
Functionale" penstyle="0"> <font name="Arial"
size="10" color="000000" style="0" />
</object>
```

unde: **name="Frame1"** este numele obiectului în lista de identificare, **text="Descrierea Elementelor Functionale"** este textul de descriere a obiectului.

- Modelul XML al obiectului **TclsText** de descriere a elementelor funcționale:

* definierea unui registru cu numele **Rg**:

```
<object class="TclsText" name="Text1"
left="47,5" top="22" width="307" height="16"
group="" text="Rg:{Range[8], In:(Data[8], L, CS,
OE), Out:(Data[8])};"> <font name="Arial"
size="10" color="000000" style="0" />
</object>
```

unde: **name="Text1"** este numele obiectului în lista de identificare, **text="Rg:{Range[8], In:(Data[8], L, CS, OE), Out:(Data[8])};"** este textul de descriere a obiectului **Rg**. **Range[8]** – numărul de ranguri (8), **In:(Data[8], L, CS, OE)** – magistrala de date și semnalele de intrare, **Out:(Data[8])** – magistrala de date și semnalele de ieșire.

* definierea unui numărător cu numele **Ct**:

```
<object class="TclsText" name="Text2"
left="47,5" top="42" width="304" height="16"
group="" text="Ct:{Range[8], In:(Data[8], L, CS,
OE), Out:(Data[8])};"> <font name="Arial"
size="10" color="000000" style="0" />
</object>
```

unde: **Range[8]** – numărul de ranguri (8), **In:(Data[8], L, CS, OE)** – magistrala de date și semnalele de intrare, **Out:(Data[8])** – magistrala de date și semnalele de ieșire.

* definierea unui sumator cu numele **SM**:

```
<object class="TclsText" name="Text3"
left="47,5" top="62" width="310" height="16"
group="" text="SM:{Range[8], In:(Data1[8],
Data2[8]), Out:(Data[8])};"> <font name="Arial"
size="10" color="000000" style="0" />
</object>
```

unde: **Range[8]** – numărul de ranguri (8), **In:(Data1[8], Data2[8])** – magistrale de date de intrare, **Out:(Data[8])** – magistrala de date de ieșire.

* definierea unei unități logice aritmetice (**ALU**):

```
<object class="TclsText" name="Text4"
left="47,5" top="82" width="389" height="16"
group="" text="ALU:{Range[8], In:(Data1[8],
Data2[8], Cop[4]), Out:(Data[8], Owr)};"> <font
name="Arial" size="10" color="000000" style="0" />
```

```
</object>
```

unde: $Range[8]$ – numărul de ranguri (8), $In:(Data1[8], Data2[8], Cop[4])$, – magistrale de date de intrare și magistrala pentru codul operației, $Out:(Data[8], Owr)$ – magistrala de date și semnale de ieșire.

c) Descrierea rețelei Petri funcțional interpretată.

• Modelul XML de descriere a unui registru **Reg1** de tip **Rg**:

```
<object class="TclsText" name="b1" left="295"
top="235" width="54" height="16" group=""
text="Reg1(Rg)"> <font name="Arial" size="10"
color="000000" style="0" />
</object>
```

• Modelul XML al obiectului **TclsNodeDataFlow** de descriere a poziției funcțional interpretate flux de date:

```
<object class="TclsNodeDataFlow" name="b1"
left="275" top="205" width="30" height="30"
group="" name="b1" size="osNormal"
boundmin="0" boundmax="9999" level="8">
<cost formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
</object>
```

unde: **name="b1"** este numele obiectului în lista de identificare.

Legătura dintre obiectul de descriere a registrului **class="TclsText"** și obiectul de descriere funcțională flux de date **class="TclsNodeDataFlow"** este efectuată prin numele comun **"b1"**.

• Modelul XML al obiectului **TclsTransDataFlow** de descriere a tranziției funcțional interpretate flux de date:

```
<object class="TclsTransDataFlow" name="u1"
left="275" top="285" width="30" height="10"
group="" size="osNormal" angle="0">
<guard formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
<priority formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
<expectance formula="RefV"
Value_Reference="1" Value_Actual="1" />
<dispersion formula="RefV" Value_Reference="1"
Value_Actual="1" />
</object>
```

unde: **name="u1"** este numele obiectului în lista de identificare.

• Modelul XML al obiectului **TclsLinkDataFlow** de descriere a arcelor flux de date:

```
<object class="TclsLinkDataFlow" name="L7"
left="290" top="259,5" width="0" height="25,5"
group="" name="L7" src="b1" dst="u1">
<weight formula="RefV" Value_Reference="1"
```

```
Value_Actual="1" />
```

```
<point x="290" y="234" big="1" />
```

```
<point x="290" y="259,5" big="0" />
```

```
<point x="290" y="285" big="1" />
```

```
</object>
```

unde: **name="L7"** este numele obiectului în lista de identificare, **src="b1"** este începutul arcului flux de date din poziția **"b1"** și **dst="u1"** sfârșitul arcului în tranziția **"u1"**.

3. REȚELE PETRI HARDWARE FUNCȚIONAL INTERPRETATE

O rețea Petri Hardware funcțional interpretată (**RPHFI**) prezintă o mulțime de elemente de procesare concurentă a datelor formată din:

- elemente de procesare hardware $P^{HD} \equiv P^D$ poziții discrete [7, 8];

- elemente de procesare hardware $T^{HD} \equiv T^D$ tranziții discrete netemporizate [7, 8];

- conexiuni $C^+ \equiv (T^D \times P^D)$ de incrementare a numărului de jetoane în elementul de procesare poziție;

- conexiuni $C^- \equiv (P^D \times T^D)$ de decrementare a numărului de jetoane în elementul de procesare poziție;

- conexiuni $C^S \equiv (P^D \times T^D)$ de stare care determină condiția de validare a elementelor de procesare tranziție;

- conexiuni $C^T \equiv (P^D \times T^D)$ de test care determină condiția de validare a elementelor de procesare tranziție;

- conexiuni $C^I \equiv (P^D \times T^D)$ de inhibiție care determină condiția de validare a elementului de procesare tranziție în cazul absenței jetoanelor în poziție;

- elemente de procesare hardware $P^{HF} \equiv P^F$ care reprezintă poziții funcțional interpretate flux de date de tipul registrelor, numărătoarelor, sumatoarelor, ALU, etc.;

- elemente de procesare hardware $T^{HF} \equiv T^F$ care reprezintă tranziții funcțional interpretate flux de date pentru validarea fluxului de date dintre registre, numărătoare, sumatoare, ALU, etc.;

- magistrale de date $B^{HF} \equiv (P^F \times T^F) \cup (T^F \times P^F)$ dintre pozițiile

\mathbf{P}^{HF} și tranzițiile \mathbf{T}^{HF} , și tranzițiile \mathbf{T}^{HF} și poziții \mathbf{P}^{HF} ;

- conexiuni de sincronizare $\mathbf{C}^{DF} \equiv (\mathbf{P}^D \times \mathbf{T}^F)$ a tranzițiilor \mathbf{T}^{HF} ;

- conexiuni de stare $\mathbf{C}^{FD} \equiv (\mathbf{T}^F \times \mathbf{P}^D)$ a pozițiilor \mathbf{P}^{HF} .

4. ALGORITMUL DE SINTEZĂ A PROCESOARELOR SPECIALIZATE ÎN BAZA RPHFI

Algoritmul de sinteză a procesoarelor specializate în baza Rețelelor Petri Hardware Funcțional Interpretate (*RPHFI*) sunt prezentate în diagrama bloc din Figura 1.

Inițial are loc descrierea modelului de rețea Petri [10] cu elemente funcțional interpretate prin intermediul produsului program *VPNP* (*Visual Petri Net* +). Astfel sunt efectuate următoarele operații:

- introducerea modelului rețelei Petri pentru sincronizare (*RPS*);
- definirea elementelor funcționale (*DEF*);
- introducerea modelului rețelei Petri pentru descrierea elementelor funcționale (*RPFI*);

Pentru efectuarea mai eficientă a acestor operații se utilizează baza de date cu modele de rețele Petri funcțional interpretate (*MRPFI*).

După procesarea datelor introduse se obține codul *XML* al modelului de rețea Petri funcțional interpretată.

Etapă *CRPH* reprezintă compilarea modelului de rețea Petri funcțional interpretată în cod *HDL* (Hardware Description Language). În acest scop se îndeplinesc următoarele operații:

- identificarea modelului de rețea Petri care îndeplinește funcții de sincronizare (*IRPS*);
- identificarea elementelor funcțional interpretate (*IEFI*);
- identificarea modelului de rețea Petri care modelează fluxul de date (*IRPFI*);
- compilarea în cod *HDL* a obiectelor identificate din modelul de rețea Petri funcțional interpretate (*CHDL*);

Pentru etapa de compilare se utilizează bazele de date care conțin elemente funcțional interpretate (*EFI*) și modele de rețele Petri hardware funcțional interpretate (*RPHFI*).

Fișierul rezultat *HDL* este procesat în mediul de proiectare *Quartus II* [2].

Verificarea și testarea funcțională a codului de configurare generat pentru rețeaua Petri hardware funcțional interpretată este efectuată pe kit-ul de dezvoltare *Altera DE0* [11].

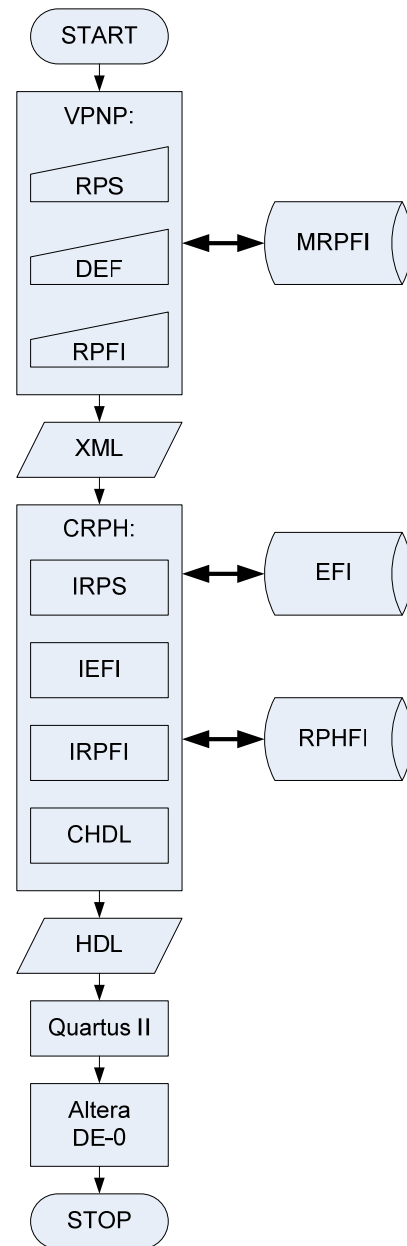


Figura 1. Algoritmul de sinteză a procesoarelor specializate în baza RPHFI.

5. EXEMPLU DE SINTEZĂ ÎN BAZA RPHFI

Sinteza procesorului specializat în baza modelelor *RPHFI* se bazează pe utilizarea următoarelor componente:

- elemente de procesare P^{HD} și T^{HD} pentru realizarea blocului de sincronizare;
- elemente funcționale P^{HF} pentru memorarea datelor (registre, numărătoare) și pentru efectuarea operațiilor aritmetico-logice (sumatoare, *ALU*).

În Figura 2 este prezentată structura unui procesor specializat, unde: *B_Syn* - blocul de sincronizare; *EF* - elemente funcționale (regiștrii *Rg1*, *Rg2* și *Rg3*) și un sumator (*Summ*); 1, 2 și 3 – semnale de sincronizare C^{DF} generate de blocul de sincronizare *B_Syn*; 4, 5 și 6 – magistrale de date B^F .

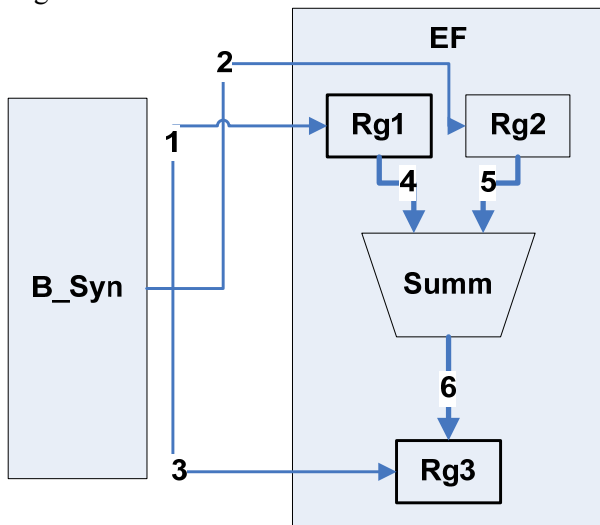


Figura 2. Structura procesorului specializat.

În Figura 3 este prezentat modelul de rețea Petri funcțional interpretată pentru sinteza procesorului specializat.

Procesorul specializat include următoarele elemente funcționale:

- un registru *Rg* pe 8 ranguri, cu magistrala de date de intrare și ieșire pe 8 ranguri;
- semnale de sincronizare (*CLK* – încărcare paralelă, *CLRN* - resetare, *PRN* – setare);
- un sumator *SM* pe 8 ranguri, cu două magistrale de date de intrare și una de ieșire pe 8 ranguri, un semnal de transport de intrare *CIN* din rangurile inferioare, un semnal de transport de ieșire *COUT* în rangurile superioare.

Descrierea elementelor funcționale poate include registre, numărătoare, sumatoare, unități aritmetico-logice, etc.

- *Rețeaua pentru Sincronizare* care include: trei poziții (*p1*, *p2*, *p3*) și trei tranziții (*t1*, *t2*, *t3*). Prezența marcherului în poziția respectivă determină generarea semnalelor de sincronizare.

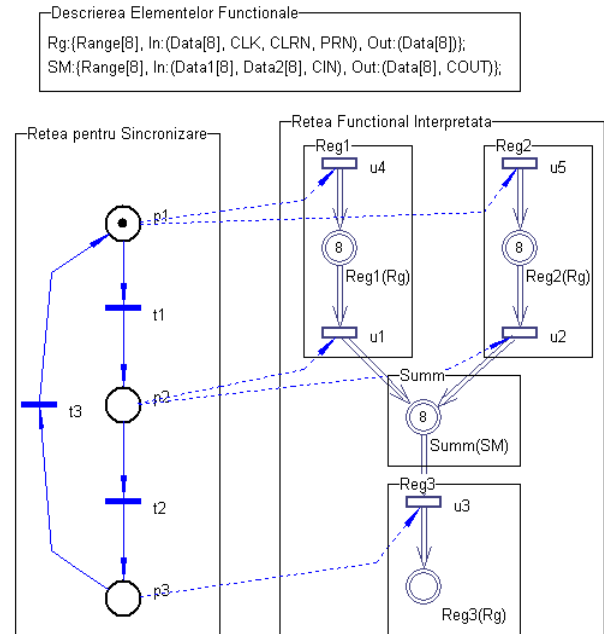


Figura 3. Exemplu *RPF* pentru sinteza procesorului specializat.

- *Rețeaua Funcțional Interpretată* care include: trei registre (*Reg1*, *Reg2*, *Reg3*) și un sumator (*Summ*).

Rezultatele prezentate în această lucrare au fost obținute în cadrul proiectului 15.817.02.28A „Modele, metode și interfețe pentru conducerea și optimizarea sistemelor de fabricație inteligente”.

6. CONCLUZII

În lucrare a fost abordată problema proiectării procesoarelor specializate în baza modelelor de rețele Petri. Pentru aceasta a fost propusă o extindere a rețelelor Petri, și anume rețele Petri funcțional interpretate (*RPFI*) care permit modelarea fluxurilor de date și a elementelor funcționale specifice procesoarelor specializate prezente în sistemele de fabricație inteligente. Pentru maparea directă în circuite *FPGA* a fost elaborată rețeaua Petri Hardware funcțional interpretată (*RPHFI*). Procesul de sinteză a procesoarelor specializate include următoarele etape: descrierea modelului *RPFI* prin intermediul produsului program *VPNP*, generarea obiectelor *XML* necesare pentru modelare, obținerea modelului *RPHFI* al procesorului specializat și generarea codului *HDL* pentru acest model,

verificarea și testarea funcțională a codului de configurare pe kit-ul de dezvoltare **Altera DE0**.

Rezultatele științifice obținute în această lucrare vor fi utilizate în continuare pentru proiectarea și implementarea procesoarelor specializate cu aplicarea în sisteme multi-agent [12, 14, 15], sisteme multi-robot [13, 16] și în rețele de senzori [17] care fac parte din procese de fabricație inteligente.

Bibliografie

- 1. Baruch Z.F.** Contribuții la proiectarea asistată, Teză de doctorat, Cluj-Napoca, 1999, 247p.
- 2.** <https://www.altera.com> (Accesat 15.08.2015).
- 3.** <https://www.xilinx.com> (Accesat 17.08.2015).
- 4. Lee E. A., Parks T.** Dataflow Process Networks. In: *Proceedings of IEEE, May 1995, vol. 83, p. 773-799.*
- 5. Parks T., Pino J. L., Lee E. A.** A Comparison of Synchronous and Cyclo-Static Dataflow, In: *Proceedings of the 29th Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers, 1995, p. 204-210.*
- 6. Peterson J.L.** Petri Net Theory and the Modeling of Systems, Prentice-Hall, 1981.
- 7. Sudacevschi V.** Sinteza structurilor de procesare concurentă a datelor, Teză de doctor în tehnică, UTM, Chișinău, 2009, 165 p.
- 8. Sudacevschi V., Ababii V.** Modelling and Synthesis of Real-Time Control Systems Based on Hardware Timed Petri Nets. *Buletinul Institutului Politehnic Din Iași, Publicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, Secția „Electrotehnică. Energetică. Electronică”, Tomul LIX (LXIII), Fasc. 4, 2013, pp. 161-172.*
- 9. Ababii V., Sudacevschi V., Podubnii M., Cojuhari I.** Real-time reconfiguration of distributed control system based on hard Petri nets. *International Conference on development and application systems 12th Edition, May 15-17, 2014, Suceava, Romania, pp. 21-24, ISSN 1844-5039. DOI: 10.1109/DAAS.2014.6842421.*
- 10. Guțuleac E., Boșneaga C., Railean A.** VPNP-Software tool for modeling and performance evaluation using generalized stochastic Petri nets. *Proceedings of the 6-th International Conference on DAS-2002, 23-25 May 2002, Suceava, România, p. 243-248, ISBN 973-98670-9-X.*
- 11.** <http://www.terasic.com.tw> (Accesat 11.08.2015).
- 12. Ababii V., Sudacevschi V., Podubnii M., Negară E.** Mnogoagentnaya assotziativnaya vychislitel'naya sistema // *Molodoj uchennyj. 2015. №16 (96). S. 30-36. ISSN: 2072-0297 (Print). ISSN: 2077-8295 (Online).*
- 13. Ababii V., Sudacevschi V., Cojuhari I., Podubnii M., Negară E.** Upravlenie dvizheniem avtonomnogo mobil'nogo robota v odnositel'noi sisteme koordinat gravitatzionnogo i magnitnogo polea Zemli // *Molodoj uchennyj. 2015. №17 (97). S. 69-74. ISSN: 2072-0297 (Print). ISSN: 2077-8295 (Online).*
- 14. Podubnii M., Ababii V., Sudacevschi V., Safonov G.** Mnogoagentnaya sistema na baze NI LabVIEW. Mezhdunarodnyj simpozium „Kompyuternye izmeritel'nye tehnologii - 2015, Moskva, 3.04.2015., pp. 23-25, ISBN 978-5-97060-324-6.
- 15. Ababii V., Sudacevschi V., Podubnii M., Moroshan I.** Assotziativnaya vychislitel'naya set' dlya resheniya slozhnyx zadach na baze ustrojstv s ograničennymi vychislitel'nymi resursami. *Proceeding of the 3rd International Conference "Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives)2015", ComInt-2015, May 12-15, 2015, Cherkasy, Ukraine, pp. 48-49.*
- 16. Podubnii M., Ababii V., Sudacevschi V., Safonov G.** Systema mobil'nyx robotov dlya poiska istochnikov ioniziruyushej radiatzii. *Proceeding of the 3rd International Conference "Computational Intelligence (Results, Problems and Perspectives) 2015", ComInt-2015, May 12-15, 2015, Cherkasy, Ukraine, pp. 163-164.*
- 17. Ababii V., Sudacevschi V., Podubnii M., Roshchiupkin O.** Rețea de Senzori cu Arhitectură Reconfigurabilă. *Proceeding of the 5th International Conference "Telecommunications, Electronics and Informatics", ICTEI-2015, may 20-23, 2015, Chișinău, Moldova, pp. 296-299, ISBN 978-9975-45-377-6.*

Recomandat spre publicare: 24.09.2015.

CARACTERISTICA CANTITATIVĂ ȘI CALITATIVĂ A EMISIILOR TOXICE PRODUSE DE TRANSPORTUL AUTO ÎN REPUBLICA MOLDOVA

V. Plămădeală

Universitatea Tehnică a Moldovei

Există numeroase dovezi că poluarea aerului afectează sănătatea oamenilor și a animalelor, distruge vegetația, solul, afectează climatul, reduce vizibilitatea. A doua jumătate a secolului XX este considerată ca o perioadă de dezvoltare fără precedent a urbanismului, industriei și agriculturii. Pentru această dezvoltare se plătește însă un preț foarte mare, sub forma epuizării resurselor naturale și poluării aerului, apei, solului, poluare care constituie o amenințare permanentă atât sănătății umane cât și mediului înconjurător.

Sectorul transporturi, în deosebi sursele mobile – transportul auto, în Republica Moldova este cel mai poluant sector. Transportul auto joacă un rol important în dezvoltarea economică a statului, dar totodată este unul dintre cei mai importanți poluatori ai mediului înconjurător. În ultimii ani numărul autovehiculelor din țară s-a majorat de circa 2 – 3 ori și această tendință este în creștere. Conform datelor statistice, în Republica Moldova la 01.07.2015 erau înregistrate 854599 mijloace de transport (521175 – autoturisme, 21225 – autobuze și microbuze, 172268 – autocamioane, 64104 – remorci și semiremorci, tractoare – 37306

și motociclete – 35733), dintre care circa 70% au o vechime de peste 15 – 20 de ani [1].

Dacă în trecut, 25 – 30 ani în urmă, industria și energetica dominau clar cât privește cantitatea gazelor emise în mediul înconjurător, în ultimii ani transportul auto constituie sursa principală de poluare a atmosferei, peste 85% din emisiile sumare. În orașe această cotă este și mai ridicată, peste 95% din emisiile sumare. Estimativ, cantitatea anuală de degajări ale gazelor de emisie constituie pentru orașul Chișinău circa 100 mii tone, fiecărui locuitor revenindu-i câte 115 – 120 kg de substanțe nocive [2].

Un automobil anual consumă din atmosferă în mediu câte 4 t de oxigen, aruncând totodată cu gazele de eșapament circa 800 kg de oxid de carbon, 40 kg de oxizi de azot și aproximativ 200 kg de hidrocarburi. În rezultat în Republica Moldova transportul auto anual evacuează în atmosferă o cantitate impunătoare de gaze toxice. În *tabelul 1* sunt prezentate datele statistice a emisiilor de substanțe dăunătoare în aer de către transportul auto în Republica Moldova în perioada anilor 2000-2014.

Tabelul 1. Degajarea substanțelor poluante în aerul atmosferic de către transportul auto după componente în perioada anilor 2001-2014 (mii tone).

Anul	Total substanțe poluante gazoase și lichide	Din acestea:						
		CO	CH	NO ₂	SO ₂	aldehide	substanțe solide	alte substanțe
2000	118,8	80,7	20,7	9,9	-	-	-	7,5
2001	122,9	85,8	22,2	10,7	-	-	-	4,2
2002	130,9	87,2	12,9	15,1	-	-	-	15,7
2003	139,3	100,3	14,4	16,1	-	-	-	8,5
2004	152,2	108,2	15,8	18,4	-	-	-	9,8
2005	161,5	114,7	16,9	20,0	-	-	-	9,9
2006	145,5	105,0	15,5	18,4	-	-	-	6,6
2007	173,8	126,7	17,9	19,7	-	-	-	9,5
2008	224,1	159,1	25,3	28,7	-	-	-	11,0
2009	157,4	106,2	15,7	18,7	-	-	-	16,8
2010	146,5	102,8	14,1	14,9	3,9	8,2	2,5	0,1
2011	174,8	125,0	19,6	16,9	4,2	6,6	2,4	0,1
2012	140,1	107,6	13,7	12,9	3,0	1,0	1,8	0,1
2013	213,1	154,9	22,8	23,5	6,4	1,6	3,8	0,1
2014	146,5	102,8	14,1	14,9	3,9	8,2	2,5	0,1

Notă: Informația este prezentată fără datele raioanelor din partea stângă a Nistrului și municipiul Bender.

Conform datelor din tabel se observă o tendință progresivă de creștere a emisiilor totale de substanțe poluante, cât și a componentelor aparte de CO , CH și NO_2 , pînă în anul 2008 (cu excepția anului 2006), cînd s-au atins valorile maxime de emisii. În comparație cu anul 2000 în anul 2008 cantitatea totală de substanțe poluante a crescut cu 88,6%, de CO – cu 97,2%, CH – cu 22,2% și NO_2 – cu 189,9%. În perioada anilor 2009-2014

cantitatea totală de substanțe poluante, cât și a componentelor aparte de CO , CH și NO_2 a variat pe o sinusoidă, atingînd un alt nivel maxim în anul 2013 (fig. 1).

Ponderea cea mai mare dintre componentele substanțelor poluante degajate de către transportul auto în perioada examinată revine emisiilor CO – 71%, după care urmează CH și NO_2 – cîte 11% fiecare.

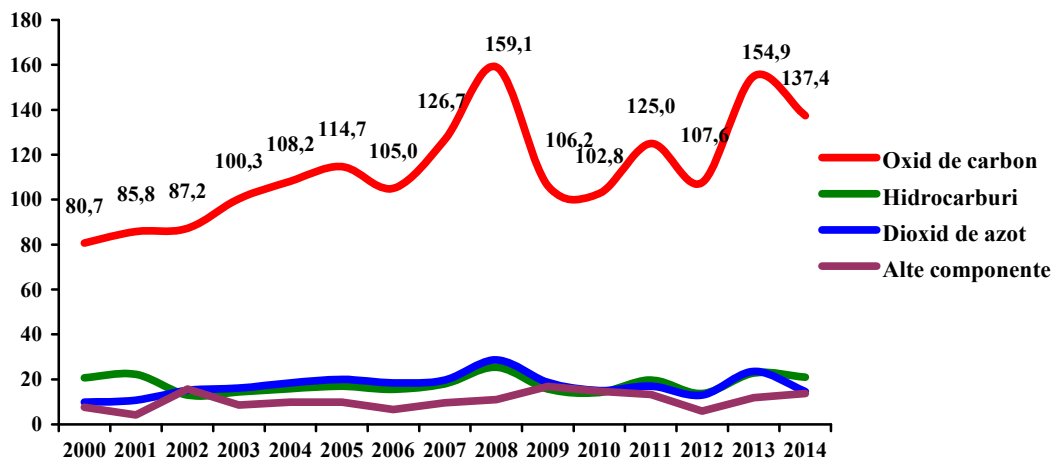


Figura 1. Degajarea substanțelor poluante în aerul atmosferic de către transportul auto după componente în perioada anilor 2001-2014 (mii tone).

În Republica Moldova cea mai poluată zonă de la transportul auto este considerat teritoriul municipiului Chișinău. Volumul emisiilor de la transportul auto a constituit în anul 2009 – 43197,8 t, în anul 2010 – 73356,8 t, în anul 2011 – 50324,3 t și în anul 2012 – 39695,2 t [3, 4]. Ponderea emisiilor poluante de la transportul auto în municipiul Chișinău în perioada anilor 2009 – 2012 din volumul total de emisii poluante de la transportul auto pe republică a constituit circa 33%, atingînd un nivel maxim în anul 2010 de circa 50% (fig. 2).

Cei mai reprezentativi poluanți din atmosferă sunt [3, 5, 6]:

Monoxidul de carbon (CO). În orașele cu un trafic intens, majoritatea emisiilor de monoxid de carbon eliberat în aer provine de la gazul de eșapament. Mai provine de asemenea din procesele industriale, arderea lemnului etc. Sursele din interior includ fumul de țigară și instalațiile de încălzire. Monoxidul de carbon scade capacitatea organismului de a transporta oxigen spre țesuturi și organe, cum ar fi inima și creierul. Este periculos mai ales pentru cei cu probleme cardiace, poate fi fatal celor expuși la concentrații foarte mari ale acestuia. Urmările otrăvirii cu CO se manifestă prin perturbarea sistemului nervos central, slăbiciuni, dureri de cap dureri în regiunea inimii, paralizie, hemarogic în retină, vomă, pierderea cunoștinței și decesul.

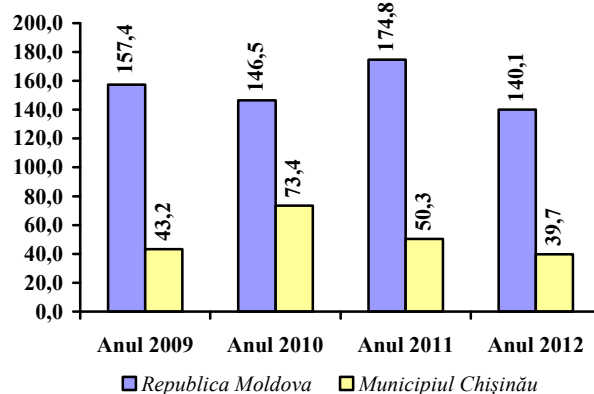


Figura 2. Dinamica anuală a emisiilor de noxe în atmosferă de la transportul auto în Republica Moldova și municipiul Chișinău în perioada anilor 2009-2012 (mii tone).

Bioxidul de carbon (CO_2) ca un component natural al aerului se află în atmosferă și din punct de vedere al emisiei gazelor de eșapament nu se consideră o substanță toxică. Însă el este una dintre cauzele apariției efectului de seră și legat de el modificarea globală a climei pe pămînt. În afară de aceasta, creșterea cantității de CO_2 în atmosferă contribuie la formarea găurilor de ozon.

Oxizii de azot (NO_x) rezultă datorită căldurii create la combustie, aceasta cauzînd combinarea

oxigenului și oxidului de azot din aer. Oxizii de azot cauzează mai multe probleme, cum ar fi: probleme respiratorii, mutații biologice etc. Oxizii de azot, pentru organismul omului, se consideră de circa zece ori mai toxici decât oxidul de carbon CO , iar luând în considerare transformările secundare – de 40 ori. Oxizii de azot irită mucoasa ochilor și nasului, precum și influențează asupra sistemului nervos și cardio-vascular, organelor hematopoetice și ficatului. De asemenea NO_x participă la formarea ozonului troposferic, smogului fotochimic și este responsabil de dauna adusă pădurilor (ploile acide).

Dioxid de azot (NO_2). Principalele surse de NO_2 sînt instalațiile fixe de ardere a combustibilului fosil (cărbune, produse petroliere, gaze naturale) și mobile – traficul rutier, naval, feroviar neelectric, aerian. Efectele asupra organismelor umane sensibile (astmatice) apar de la concentrația de $0,560 \text{ mg/m}^3$ pe timp scurt de mediere.

Hidrocarburile (CH). În gazele de eșapament se conțin peste 200 de compuși CH , care se împart în alifatică cu lanț închis sau deschis și aromatice. Existența hidrocarburilor în gazele de eșapament este o consecință directă a arderii incomplete a amestecului carburant în cilindrii motorului. Urmările otrăvirii cu CH se manifestă prin amețeli, dureri de cap, vomă, convulsii, dilatarea pupilelor, perturbarea respirației și activității sistemului cardiac, afectarea ficatului și rărunchilor. CH sînt cauza multor îmbolnăviri cronice. Se manifestă negativ hidrocarburile olefinice și parafinice și asupra plantațiilor agricole și animalelor. În particular, la concentrații ridicate de CH în atmosferă se distrug pajiștile pășunilor, se urmărește îngălbenirea frunzelor. Persistența CH în atmosferă este pînă la 14 ani.

Suspensii solide totale. Numite adesea fum sau funingine, particulele solide din aer sînt cel mai evident gen de poluare și adesea cel mai periculos. Populația urbană a lumii respiră un aer în care concentrația acestor particule depășește limitele stabilite. Unele dintre aceste particule sînt evacuate prin coșurile fabricilor sub formă de fum negru. Majoritatea conțin dioxid de sulf și oxizi de azot, transformându-se apoi în nitriți și sulfati.

Suspensii solide cu fracția 10 mkm ($PM-10$). Suspensiile solide de o mărime mai mică ca $PM-10$ în procesul respirației sînt stopate în partea superioară a sistemului de respirație și provoacă îmbolnăviri grave. Impactul negativ al $PM-10$ asupra sănătății sînt supuși locuitorii urbelor din toată lumea. Astfel rezultatele investigațiilor denotă că acțiunea negativă a $PM-10$ asupra sănătății populației orașenești din toată lumea este cauzată a cca 800 mii de decesuri înainte de vreme pe an.

Acțiunea acestor particule reduce durata medie a vieții aproximativ cu un an și se exprimă prin urmări negative pentru sistemul de respirație și cardiovascular, în prealabil la copii și la persoanele cu vîrsta înaintată.

Dioxid de sulf (SO_2) este un gaz acid și incolor, poate declanșa accese de astmă, iar prezent fiind în atmosferă, reacționează în continuare, formînd particule fine de acizi. Acest gaz se formează cînd combustibilul cu conținut de sulf este ars. Exemple sînt arderea cărbunelui și uleiului, procesele de extragere a benzinei din ulei etc. Alte surse sînt reprezentate de industriile care extrag metale din minereu, cărbune sau care folosesc uleiul spre ardere sau cu alte scopuri, cum ar fi rafinările de petrol sau industriile de procesare a metalelor. Compușii de sulf provoacă iritații puternice a mucoasei căilor nazale, ochilor și căilor respiratorii, provoacă tuse. Ei acționează dăunător asupra animalelor și vegetației, distrugînd clorofila și împiedicînd petrecerii fotosintezei. Bioxidul de sulf are o influență iritantă asupra măduvei, splinei, poate provoca intoxicații cronice, iar în doze mici – dureri de cap, insomnie. Prezența în aer a bioxidului de sulf contribuie la agravarea bronșitei cronice. Acțiunea negativă a SO_2 este de circa 6 ori mai mare decât a CO . Persistența SO_2 în atmosferă este pînă la 4 zile.

Ploile acide. Ploaia acidă este un tip de poluare atmosferică, în cazul cînd oxizii de sulf și cei de azot se combină cu vaporii de apă din atmosferă, rezultînd acidul sulfuric și acidul azotic, care pot fi transportați la distanțe mari de locul emisiei agentului poluant, provocînd efecte nocive asupra vegetației, solului, apelor. Specialiștii evidențiază o posibilă legătură a acestui fenomen cu apariția unei boli degenerative, cu grave tulburări de memorie și dereglări ale funcțiilor mentale.

Smogul este o ceață toxică, formată în stratul inferior al atmosferei, poluat cu substanțele toxice a întreprinderilor industriale, transportului și instalațiilor termice în condiții climaterice nefavorabile. El reprezintă în sine un aerosol, compus din fum, ceață, praf, particule de funingine, picături de lichid (în atmosfera umedă). Smogul duce la iritarea ochilor și căilor respiratorii, poate provoca dureri de cap, hemarogii, edeme.

Fenolii (C_6H_5-OH). Sursele antropice: fabricarea fenolului, prepararea mixturilor asfaltice, tratamente termice. Pot declanșa iritarea căilor respiratorii, tulburări digestive, modificări nervoase.

Aldehida formică (CH_2O) rezultă datorită emisiilor directe din activitățile de producere și de utilizare a aldehidei formice și reacții secundare ale hidrocarburilor oxidate rezultate din arderi în surse

fixe și mobile. Sursele majore antropice, care pot afecta sănătatea umană, sînt surse de incintă (locuințe, birouri, alte locuri de muncă etc.) și anume produse care conțin rășini: mobilă și alte produse din lemn, fumul de țigară, încălzirea în condiții casnice.

Plumbul (Pb). Principalele surse de emisie a Pb în mediu sînt traficul auto și procesele industriale. Compușii aerosolici de plumb, pătrunzînd în organism prin căile respiratorii, piele cu alimentele, provoacă otrăvirea organelor digestive, tulbură funcția sistemului neuromuscular, creierului. Plumbul este un metal greu, care se elimină slab din organism și poate să se acumuleze pînă la concentrații periculoase. O atenție deosebită se acordă particulelor de plumb, care odată ajunse în organism tulbură funcția hematopoetică, iar copiii, în special, sînt foarte afectați de emisia de plumb și devin sensibili la infecții banale de genul gripei și guturaiului. De asemenea plumbul provoacă deficiențe cerebrale, fizice, crește tensiunea arterială și generează insuficiență cardiacă și renală. Compușii de plumb emiși cu gazele de eșapament se acumulează în plante. Plantele în sine sînt slab sensibile la acțiunea compușilor de plumb, însă ele suplimentar prezintă un pericol în cazul utilizării lor în calitate de alimente pentru animale sau oameni, precum și consumarea produselor animaliere, ce conțin plumb.

Cadmiul (Cd). În aer Cd ajunge sub formă de particule în urma emisiilor de la incinerarea deșeurilor, emisiilor din metalurgie. Particulele de Cd pot fi transportate pe distanțe lungi, astfel că aria poluată se extinde foarte mult. Se conține în cantități mari în păcură și motorină, ce provoacă aberații cromozomiale, care modifică respectiv ereditatea, mai posedă urmări cancerigene, leziuni renale. Intoxicarea cu cadmiu este periculoasă prin aceea, că el se elimină din organism foarte lent, perioada de eliminare constituie 10 și mai mulți ani. Acumularea cadmiului are loc prioritar în rinichi și țesutul osos pînă la vîrsta de 40 ani. Pătrunderea orală și prin inhalație a cadmiului provoacă modificarea în limfa sîngelui, dezvoltarea bronșitelor cronice, iritarea mucoasei, deprimarea funcției reproductive, hemarogiile intestinale. Cadmiul acumulat în rinichi mai are proprietatea de a provoca apariția organelor reproductive de cancer.

Zincul (Zn) se conține în cantități mari în produsele lactate, pește, carne și legume. Intoxicarea cu zinc poate provoca dezvoltarea hipertoniiei, aterosclerozei și bolilor cardiace.

Cuprul (Cu). Acest metal are o importanță vitală pentru creșterea și dezvoltarea normală a omului, animalelor și plantelor. În același timp, în legătură cu intensificarea poluării mediului ambiant

conținutul acestor metale este limitat în produsele alimentare și apă. Intoxicarea cronică cu cupru poate provoca dezvoltarea hipertoniiei, aterosclerozei și bolilor de inimă.

Nichel (Ni) este prezent în minereuri sub trei forme principale: sulfit, silicat și arsenit. Numeroasele studii epidemiologice au arătat că expunerea cronică la praful de nichel și la subsulfatul de nichel poate cauza cancer pulmonar sau nazal.

Cromul (Cr). Expunerea cronică prin inhalarea compușilor de crom insolubili poate produce pneumoconioza cu alterarea funcției pulmonare. Excesul la săruri anorganice solubile poate provoca apariția de ulceratii cutanate, dermatită, perforarea septului nazal și manifestări respiratorii de hipersensibilizare.

CONCLUZII

1. Sectorul transporturi, în deosebi sursele mobile – transportul auto, în Republica Moldova este cel mai poluant sector;
2. Ponderea cea mai mare dintre componentele substanțelor poluante degajate de către transportul auto revine emisiilor CO, CH și NO₂;
3. Cea mai poluată zonă de la transportul auto în Republica Moldova este considerat teritoriul municipiului Chișinău.

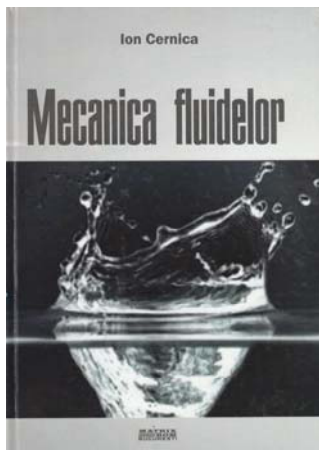
Bibliografie

1. www.mtic.gov.md
2. *Managementul transportului public urban în municipiul Chișinău, Chișinău: Editura „Reclama”, 2006. – 109 p.*
3. *Anuar. Starea calității aerului atmosferic pe teritoriul Republicii Moldova pentru anul 2012, 2013, Chișinău 2013-2014.*
4. *Anuarul IES 2001-2010 „Protecția mediului în Republica Moldova”, Chișinău 2002-2011.*
5. **Plămădeală, V.,** *Influența emisiilor gazelor de eșapament a transportului auto asupra mediului ambiant. Conferința Tehnico – Științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților. Volumul II. Chișinău 2009, UTM, p. 253-256.*
6. **Plămădeală, V.; Aculov, D.; Poroseatcovașchi, V.,** *Influența emisiilor auto asupra sănătății omului. Conferința națională științifico-practică cu participare internațională „Transport: economie, inginerie și management”. Chișinău 2011, UTM, p. 206-208.*

Recomandat spre publicare: 21.07.2015.

RECENZIE

la manualul „*Mecanica fluidelor*”, autor **Cernica I.**,
publicat la editura Matrixrom, București, 2011, (425 p.).



specialiștilor consacrați, din proiectarea și exploatarea echipamentelor mecanice, energetice, hidrotehnice, aerospațiale etc.

Lucrarea este rațional structurată în 13 capitole, în care se tratează cele mai importante aspecte teoretice – fizice și matematice – ale mecanicii fluidelor, precum și aplicațiile acestora în domeniile tehnice menționate. Se prezintă, într-o ordine firească, Noțiuni introductive, Proprietățile fizice ale mediilor fluide, Starea de tensiune în fluide, Statica și cinematica fluidelor, Dinamica fluidelor perfecte, Mișcările potențiale plane și axialsimetrice ale fluidelor perfecte incompresibile, Dinamica fluidelor vâscoase, Mișcările laminară și turbulentă ale fluidelor vâscoase, Elemente de teoria stratului limită și Mișcarea unidirecțională a gazului perfect. În partea introductivă se expune un amplu istoric al cunoștințelor din domeniu, cu evidențierea contribuțiilor românești, pe baza unei bogate și variate documentări. Lucrarea este însoțită de anexe referitoare la calculul și analiza vectorială și tensorială, necesare unei bune înțelegeri a materialului prezentat. Lista bibliografică, relativ amplă, conține un număr de 115 referințe, clasice și moderne, pe care autorul le folosește cu competență și discernământ. În marea majoritate, lista referințelor bibliografice cuprinde lucrări ale autorilor români și ruși și traduceri tipărite în limbile română și rusă ale unor monografii și manuale de bază din literatura științifică universală.

În carte se expun, sub formă riguroasă și elegantă, principalele aspecte clasice ale mecanicii fluidelor, precum și ale unor dezvoltări actuale. Lucrarea abordează principiile fundamentale și metodele uzuale necesare înțelegerii corecte a fenomenelor fizice și a rezolvării efective a

problemelor întâlnite în mod curent în domeniile tehnice menționate. În acest scop, se utilizează un aparat matematic adecvat prezentării unui material clasic sub o formă modernă. Deoarece studiul mișcării fluidelor implică analiza unor câmpuri scalare și al unor câmpuri vectoriale, se folosesc calculul și analiza vectorială, iar pentru caracterizarea modelului de fluid în contextul general al mecanicii mediilor continue deformabile – calculul și analiza tensorială. În felul acesta, se realizează o îmbinare firească a fundamentelor teoretice cu aplicațiile ingineresti cele mai utile.

Apreciem, de asemenea, maniera originală a autorului de abordare a unor probleme tratate, pentru care s-au dat duble demonstrații matematice, înlesnind astfel înțelegerea materialului prezentat de către cititorii cu diferite grade de pregătire matematică. Punând accentul pe tratarea aspectelor fizice și matematice ale problemelor abordate, autorul s-a străduit totodată să expună o reprezentare coerentă a relației teorie-experiment și eventuale aplicații practice posibile.

Limbajul folosit de autor este fluent și convingător, explicațiile și demonstrațiile deosebit de clare și riguroase. Nivelul științific al lucrării prezentate este înalt, în deplină concordanță cu complexitatea și importanța problematicii abordate.

Pe lângă dorința de a pune la îndemâna cititorului un material didactic și științific util, lucrarea de față mai are scopul de a îmbogăți literatura tehnico-științifică din domeniu din Republica Moldova, unde limba română și scrisul latin ai fost oficiale odată cu obținerea independenței.

Concepută și realizată de un specialist cu îndelungată activitate didactică și cu rezultate de prestigiu în activitatea științifică, apreciem că această lucrare, prezentată în condiții grafice remarcabile, ocupă un loc de seamă în literatura tehnico-științifică, putându-se alătura celor mai importante și mai valoroase realizări de acest gen.

Recomandăm lucrarea „*Mecanica Fluidelor*”, autor conf. dr. ing. Ion Cernica, pentru publicare, sperând ca ea să fie utilă studenților, masteranzilor, doctoranzilor și specialiștilor în domeniu atât din România, cât și din Republica Moldova.

Valeriu PANAITESCU, prof. emerit dr. ing.,
Universitatea Politehnica din București
Virgil PETRESCU, prof. dr. ing., prorector la
Universitatea Tehnică de Construcții din București

REZOLVAREA PROBLEMELOR CREATIVE PRIN UTILIZAREA PROCEDURELUI DE COMBINATORICĂ

Antrenarea capacităților creative este un proces foarte complex, care cuprinde diverse metode și procedee, seturi de teste, probleme creative orientate special spre dezvoltarea gândirii convergente (logicii) sau gândirii divergente (intuiției). Cu regret procesul de educație existent (în sistemul școlar dar și universitar) cu regret este orientat în mare parte spre dezvoltarea gândirii convergente prin acumularea cunoștințelor și mult mai puțin pe dezvoltarea gândirii divergente. Procedeu de combinatorică este un procedeu eficient de antrenare a gândirii divergente și poate fi utilizat practic în toate domeniile educației. În linii generale procedeu de combinatorică poate fi exprimat în forma:

$$A + B = C,$$

unde componentele A și B pot lua diverse valori pentru a asigura proprietăți optime produsului C. În continuare se prezintă câteva probleme, rezolvarea cărora se bazează pe utilizarea procedurii de combinatorică.

Problema 1. Problema voiajorului. Un voiajor trebuie să parcurgă câteva orașe, rămânând în fiecare câte o singură dată și să se întoarcă în orașul, din care s-a pornit. Fie numărul orașelor, care trebuie vizitate, este egal cu „n”. Numerotăm orașele cu cifrele de la 1 până la n-1, totodată numărul n-1 îl atribuim orașului, din care voiajorul începe călătoria. Să admitem că este cunoscut timpul călătoriei dintr-un oraș în altul pentru orice două orașe. E natural că voiajorul dorește să reducă durata călătoriei. Pentru aceasta el trebuie să stabilească consecutivitatea vizitării orașelor astfel ca durata călătoriei să fie minimală.

Problema 2. O problemă similară apare la producere, când e necesară reamplasarea utilajului în secție. Să admitem, că în secția de producere în fiecare lună se produc piese de diferite tipuri. Pentru trecerea de la producerea pieselor de un tip la piese de alt tip sunt necesare cheltuieli de timp. Problema

Tabelul 1. Schema reorientării utilajului în secție.

	1	2	3	4
1	X	1	10	10
2	10	X	1	10
3	1	10	X	1
4	10	1	10	X

constă în faptul că trebuie de determinat programul de lucru al secției, la care durata reorientării utilajului va fi numită. Informația despre timpul reorientărilor e convenabil să fie în formă de tabel. În pătrățelul, care se află la

intersecția rândului „i” și a coloanei „j”, se scrie timpul reorientării utilajului de la producerea pieselor de tipul „i” la piesele de tipul „j”. De exemplu, în tabelul 1, la intersecția 1-lui rând și coloanei 3 se află cifra 10. Deci, reorientarea utilajului la trecerea de la producerea pieselor de tipul 1 la piesele de tipul 3 se va face în 10 zile. Dacă ordinea producerii pieselor va fi aceeași în fiecare lună atunci, evident, ne vom întoarce la problema voiajorului. Admitem că noi suntem în stare să rezolvăm această problemă. Rezolvând-o găsim ordinea optimală de producere a pieselor $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4$. În acest caz timpul necesar la reorientarea producerii este egală cu 13 zile. Însă dacă ordinea producerii poate fi schimbată de la lună la lună, atunci poate fi obținută soluția cea mai bună. De exemplu, dacă într-o lună terminăm producerea pieselor de tipul 4, atunci luna viitoare poate fi continuată producerea aceluiași tip de piese, neefectuând reorientarea secției. Acum planul se va repeta peste câteva luni.

De exemplu, planul

1 2 3 4 2 1 3 4 1 2 4 3 1 ...

are perioada de 4 luni (cu paranteze sunt evidențiate planurile pe luni). Timpul sumar de reorientări în 4 luni este egal cu 57 de zile, în mediu pe o lună – 14,25. În acest caz e naturală formularea sarcinii: de determinat planul cu cheltuieli medii minimale de timp la reorientare cu condiția, că primele se produc de tipul „i”, iar ultimele – piesele de tip „j”. Pentru aceasta e necesar de soluționat probleme ale voiajorului. Valorile acestor cheltuieli minimale sunt incluse în tabelul 2 pentru fiecare pereche de piese.

Din tabelul 2 reiese, că planul optimal este egal cu 12 luni. În prima lună în primul rând se produc piese, de primul tip, iar în ultimul rând – de tipul 4. În luna a doua – invers. Apoi procesul se repetă. În acest caz cheltuielile medii de timp la reorientare sunt egale cu 3 zile, care, desigur sunt cu mult mai mici decât 13 zile.

Tabelul 2. Valorile cheltuielilor minime la reorientarea producerii.

	1	2	3	4
1	X	12	12	3
2	12	X	30	12
3	12	12	X	12
4	2	12	12	X

PERSONALITĂȚI DE PE MERIDIANELE UNIVERSULUI ȘTIINȚIFIC

Aurel BELEȘ

Scurtă biografie

Aurel A. Beleş s-a născut în București la data de 20 aprilie 1891. Tatăl său, Aurel Beleş, colaborator apropiat al marilor ingineri Anghel Saligny și Elie Radu, a fost moț de pe Valea Arieșului dar s-a format ca inginer la Politehnica din Viena și a lucrat câțiva ani la Căile Ferate din Austria și apoi din România, la București. Așa se explică locul de naștere al copilului Aurel A. Beleş, București, unde a rămas doar câteva luni, familia mutându-se la Craiova unde au locuit până în 1896. De aici au plecat la Paris, unde tatăl său a primit câteva proiecte de poduri și șosele. Deși în familie învățase germana și apoi franceza a început studiile elementare la o școală unde învățau mulți români. După finalizarea studiilor gimnaziale s-a reîntors în țară și s-a înscris la liceul Mihai Viteazu din București. Aici a învățat cu profesori remarcabili care puneau mare accent pe matematică, pe fizică și chimie. Mai mult, profesorul de matematică aplica cele mai moderne metode și îi stimula pe elevi să publice la „Gazeta matematică”, cea mai importantă revistă științifică din vremea aceea și în care publicau mulți elevi din București și din țară. Deși era elev, mergea pe șantierele de construcții conduse de tatăl său, participa la elaborarea proiectelor și a devizelor. În acest context drumul profesional era deja conturat așa că la terminarea studiilor liceale, în 1909, s-a înscris la Școala de Poduri și Șosele. A învățat de la profesori, a învățat din experiența proprie că trebuie să urmărești cu atenție expunerea profesorului, să notezi informațiile transmise pe care, apoi, trebuie să le treci selectiv prin gândirea proprie.

Prima lucrare inginerească importantă.

Elevii, studenții de la Școala de Poduri și Șosele primeau, pe durata studiilor și o pregătire militară. În vremurile acelea patriotismul era o valență de rang superior. Nu este de mirare că în 1913, Aurel Beleş și colegii săi s-au înrolat pentru a participa la campania din Bulgaria. Se ocupau de transbordarea vagoanelor din Bulgaria sub conducerea profesorului lor Ion Ionescu-Bizeț. În 1914 a absolvit Școala de Poduri și Șosele ca șef de promoție. A lucrat doi ani ca inginer asistent apoi șef de șantier al Serviciului de studii și construcții din Ministerul Lucrărilor Publice, Secția de Poduri. Prima lucrare importantă i-a fost încredințată în primăvara anului 1915: corectarea șoselei naționale București- Vârciorova, localitate situată mai sus de

Turnu Severin, atunci localitate de graniță, acum acoperită de apele lacului de acumulare de la Porțile de Fier. Una dintre porțiunile supuse modernizării era cea de la Ișalnița, lângă Craiova. Atunci șoseaua făcea un ocol pentru a traversa pârâul Amaradia pe un pod de lemn amplasat în amonte de podul peste calea ferată. De câte ori veneau apele mari, podul era dărâmat. Aurel Beleş a propus construirea unui pod din beton armat lângă podul de cale ferată, unde este și acum. O întâmplare din perioada construirii podului, povestită de Aurel Beleş.



“Era într-o zi de primăvară, iar șantierul de la Amaradia era în plină activitate. Auzim un zgomot cu totul deosebit. Nu știam ce este zgomotul acesta și de unde provine. Știam că nici un tren nu trebuie să treacă pe vremea aia, la ora aceea, dar zgomotul se accentua din ce în ce mai mult. Când am ieșit, cât era Amaradia aceea de mică, pe care o trecusem cu piciorul cu câteva ceasuri înainte, acum era un perete de apă de vreo 4 metri înălțime, care venea rostogolind în fața lui trunchiuri de pomi, etc. Și cât ai clipi din ochi, șantierul era numai o apă.....Cu acea ocazie am văzut care este rostul podețelor de descărcare. Imediat după aceea am mai mărit deschiderea podețelor și mi-am zis că asemenea cantități de apă trebuie să aibă pe unde să treacă”. După câțiva ani, Aurel Beleş a construit și podul de beton armat peste Gilort de la Capul Dealului.

Constructor de clădiri și căi ferate.

În timpul Primului Război Mondial a fost mobilizat și a lucrat, ca ofițer de geniu, la reconstruirea podurilor distruse în timpul operațiunilor militare. Nu se terminase bine războiul

și a fost solicitat să țină , la Iași, unde se retrăsese Școala de Poduri și Șosele, cursul de hidraulică. A continuat activitatea didactică la București ținând cursul de topografie, apoi pe cel de poduri.

În 1921 s-a angajat ca proiectant și diriginte al execuției lucrărilor la una dintre cele mai bune societăți private din acea vreme: „Intreprinderile generale tehnice ing. Tiberiu Eremie”, întreprindere care își începuse activitatea la începutul secolului XX avându-i ca inițiatori pe ing. Tiberiu Eremie și ing. Gogu Constantinescu. A participat la construirea multor clădiri înalte, la construirea sediilor multor întreprinderi printre care Palatul Bursei și Camera de Comerț din Galați, Hotelul Palace din București. Desigur aici a auzit de Gogu Constantinescu pe care l-a întâlnit mai târziu în Anglia. Și-a continuat activitatea inginerescă la Societatea națională de construcții SOCON, înființată de inginerul Liviu Ciulei. Multe sunt construcțiile proiectate și realizate cu această societate dar amintesc câteva pentru a marca diversitatea acestora: Rafinăria Brazi, Halele alimentare din Giurgiu, Palatul Băncii Naționale din Calea Victoriei și din strada Doamnei, dublarea liniei ferate Teiuș- Apahida. Anul 1947 a adus multe schimbări în viața economică a României. Totuși, inginerul Aurel Beleş a continuat să proiecteze și să construiască. A proiectat coșurile de beton armat ale noii oțelării de la Hunedoara, fundația laminorului de la Roman. S-a ocupat și de rezolvarea problemelor legate de alimentarea cu apă a Craiovei în perioada construcției Combinatului Chimic de la Ișalnița.

Profesor universitar.

În 1928 a fost numit profesor la Școala Politehnică din București, la catedra de construcții civile și fundații. În 1948 Facultatea de construcții s-a desprins de Politehnică și a devenit Institutul de Construcții București, unde Aurel Beleş a predat cursul de Teoria elasticității până în 1963 când, prin pensionare, a devenit profesor consultant. Trebuie spus că , de-a lungul carierei sale didactice, începute la Iași în 1918 , a predat și alte cursuri. A scris multe cărți pentru studenți, s-a ocupat de educarea lor, de formarea lor. A fost un adevărat mentor. Este suficient să enumăr doar pe câțiva dintre discipolii săi : Ștefan Bălan, Radu Voinea, Panaite Mazilu, Mihail Ifrim pe care i-am întâlnit și eu în ultimii doi ani la seminariile „Aspecte din istoria mecanicii” organizate, printre alții , de catedra de mecanică a Universității de Construcții din București.

Reîntâlnirea cu Gogu Constantinescu

În 1955 a fost ales membru corespondent al Academiei Române, iar în 1963 devine membru titular. În 1957, toamna, academicianul Aurel Beleş a participat la Congresul de geotehnică și fundații din Londra. Cu acest prilej i-a făcut o vizită lui Gogu Constantinescu la reședința sa situată pe malul lacului Coniston. La întoarcerea în țară a ținut mai multe conferințe. Una dintre ele a fost prezentată la Academia Română în data de 5 mai 1958. Iată ce a consemnat Aurel Beleş: „ *Ca român, cu sufletul și cu gândul, se trudește să facă cunoscut străinătății geniul și arta poporului român, realizările și aportul pe care poporul român îl poate aduce științei, culturii și progresului general*”. Prin aceste conferințe, Aurel Beleş a avut un rol important în revenirea în Țară, în 1961, pentru câteva săptămâni a lui Gogu Constantinescu.

Ctitor al ingineriei seismice în România.

Problemele de cercetare pe care le-a abordat au fost inspirate din practica inginerescă. Astfel, în 1915 a publicat articolul „*Flambajul barelor drepte, comprimate axial...*” inspirat de lucrările de îndiguire a orașului Tg. Neamț unde a folosit mulți piloni de susținere a unor greutăți masive. Apoi, în 1941 a publicat lucrarea „*Cutremurul și construcțiile*” pe baza cercetărilor efectuate asupra efectelor cutremurului din 1940. De altfel, acest subiect a fost dezvoltat și în alte lucrări și, de aceea, Aurel A. Beleş este considerat ctitorul ingineriei seismice în țara noastră.

S-a stins din viață la 10 ianuarie 1976.

Rubrică realizată de prof.dr.ing.Gheorghe Manolea, Universitatea din Craiova, Doctor Honoris Causa al Universității Tehnice a Moldovei din Chișinău