

TECHNICAL UNIVERSITY OF CLUJ-NAPOCA
UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN CLUJ-NAPOCA

ACTA TECHNICA NAPOCENSIS

Series: Environmental Engineering and
Sustainable Development Entrepreneurship
EESDE

Seria: Ingineria Mediului și Antreprenoriatul
Dezvoltării Durabile
IMADD

Volume 3, Issue 2, April – June 2014
Volumul 3, Numărul 2, aprilie – iunie 2014

ACTA TEHNICA NAPOCENSIS
Environmental Engineering and
Sustainable Development Entrepreneurship
EESDE

EDITORIAL BOARD

EDITOR-IN-CHIEF: Vasile Filip SOPORAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

VICE EDITOR IN CHIEF: Viorel DAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

ASOCIATE EDITOR: Alexandru OZUNU, Babes-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania

EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Dorel BANABIC, Technical University of Cluj-Napoca, Romania, Member of the Romanian Academy
Vasile COZMA, University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania,
Member of Romanian Agricultural and Forestry Sciences Academy
Avram NICOLAE, Polytechnic University of Bucharest, Romania
Vasile PUȘCAȘ, Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania
Tiberiu RUSU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Carmen TEODOSIU, "Gheorghe Asachi" Technical University of Iași, Romania
Ioan VIDA-SIMITI, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

INTERNATIONAL EDITORIAL ADVISORY BOARD:

Monique CASTILLO, University Paris XII Val-de-Marne, France
Lucian DĂSCĂLESCU, University of Poitiers, France
Diego FERREÑO BLANCO, University of Cantabria, Spain
Luciano LAGAMBA, President of Emigrant Immigrant Union, Roma, Italy

EDITORIAL STAFF:

Ovidiu NEMEȘ, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Timea GABOR, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Bianca Michaela SOPORAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

ENGLISH LANGUAGE TRANSLATION AND REVIEW:

Sanda PĂDUREȚU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

DESKTOP PUBLISHING:

Timea GABOR, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

WEBMASTER:

Andrei Tudor RUSU, Technical University of Cluj-Napoca, Romania
Doina Ștefania COSTEA, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

EDITORIAL CONSULTANT:

Călin CĂMPEAN, Technical University of Cluj-Napoca, Romania

U.T.PRESS PUBLISHING HOUSE CLUJ-NAPOCA

EDITORIAL OFFICE:

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering,
Department of Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship
Center for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development,
103-105, Muncii Boulevard, 400641, Cluj-Napoca, Romania
Phone: +40 264/202793, Fax: +40 264/202793
Home page: www.cpadd.utcluj.ro/revista
E-mail: eesde@imadd.utcluj.ro

ISSN – 2284-743X; ISSN-L – 2284-743X

SCIENTIFIC BOARD

Mihail ABRUDEAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Emanuel BABICI – Vice-Charmain S.C. Uzinsider SA, Bucharest, Romania;
Grigore BABOIANU – Administration of Biosphere Reserve of the Danube Delta, Tulcea, Romania;
Simion BELEA – Technological Information Center, North University Center of Baia-Mare, Romania;
Petru BERCE – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Marius BOJIȚĂ – "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca, Romania;
Nicolae BURNETE – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Viorel CÂNDEA – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Melania Gabriela CIOT – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Virgil CIOMOȘ – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Aurel CODOBAN – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania, Romania;
Tamás CSOKNYAI – University of Debrecen, Hungary;
Ioan CUZMAN – "Vasile Goldis" Western University of Arad, Romania;
Viorel DAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Petru DUNCA – North University Center of Baia-Mare, Romania;
Ucu Mihai FAUR – "Dimitrie Cantemir" Christian University of Cluj-Napoca, Romania;
Maria GAVRILESCU - "Gheorghe Asachi" Technical University of Iași, Romania;
Ion Cosmin GRUESCU – Lille University of Science and Technology, Lille, France;
Ionel HAIDUC – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania, President of Romanian Academy;
Speranța Maria IANCULESCU – Technical University of Civil Engineering, Bucharest, Romania;
Petru ILEA – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Ioan JELEV – Polytechnic University of Bucharest, Romania, Member of Romanian Agricultural and Forestry Sciences Academy;
Johann KÖCHER – Dr Köcher GmbH, Fulda, Germany;
Frédéric LACHAUD – University Toulouse, France;
Sanda Andrada MĂICĂNEANU – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Jean Luc MENET – Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, France;
Valer MICLE – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Mircea MOCIRAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Radu MUNTEANU – Technical University of Cluj-Napoca, Romania, Member of Romanian Technical Sciences Academy;
Emil NAGY – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Ovidiu NEMEȘ – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Dumitru ONOSE – Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania;
Vasile OROS – North University Center of Baia-Mare, Romania;
Alexandru OZUNU – Babeș-Bolyai University of Cluj-Napoca, Romania;
Fesneau PASCAL – Honorary Consul of France in Cluj-Napoca, Romania;
Marian PROOROCU – University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca, Romania;
Daniela ROȘCA – University of Craiova, Romania;
Adrian SAMUILĂ – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Cornel SOMEȘAN – Association for Development and Promotion Entrepreneurship, Cluj-Napoca, Romania;
Vasile Filip SOPORAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Alexandru TULAI – Iquest Technologies Cluj-Napoca, Romania;
Horațiu VERMEȘAN – Technical University of Cluj-Napoca, Romania;
Nicolas Duilliu ZAMFIRESCO – DZ Consulting International Group, Paris, France.

ACTA TEHNICA NAPOCENSIS, Series: *Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship* is indexed in:

- **Google Scholar Academic**

ACTA TEHNICA NAPOCENSIS

Scientific Journal of Technical University of Cluj-Napoca

Series: Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship (EESDE)

Series published by Center for Promoting Entrepreneurship in Sustainable Development

Founding director of the series EESDE: professor Vasile Filip SOPORAN, Ph.D.

Quarterly: Vol. 3 - Issue 2 (April – June 2014)

ISSN – 2284-743X; ISSN-L – 2284-743X

Objectives and purpose: The scientific journal “Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship” is an interdisciplinary publication that seeks scientific analysis in order to achieve debates on environmental engineering and sustainable development entrepreneurship on local, national or global level. Specifically, under the auspices of entrepreneurship and sustainable development, the magazine will include scientific contributions in the fields of environmental engineering and the management of enterprise and entrepreneurship, showing trends and challenges in the XXI century on the sustainable development and environmental engineering issues. Contributions will offer to the readers, original and high quality materials.

Readers: The scientific journal is designed to provide a source of scientific references to reach any person which has the research activity in the field of global issues on environment and sustainable entrepreneurship. The journal offers to teachers, researchers, managers, professionals, entrepreneurs, civil society and political personalities, a tool to develop such a sustainable business, which protects the environment.

Content: The scientific journal publish original papers, reviews, conceptual papers, notes, comments and novelties.

Areas of interest: The main theme and objective of the scientific journal is environmental engineering and sustainable development entrepreneurship; being no limit to articles which will be considered by the editorial board.

- ❖ Industrial Engineering
 - ❖ Technologies and Equipment for Industrial Environmental Protection
 - ❖ Industrial Engineering and Environment
 - ❖ Materials Science and Engineering
 - ❖ Entrepreneurship in Sustainable Development
 - ❖ Eco Responsible Entrepreneurship
 - ❖ Social Entrepreneurship, etc.
-

Obiective și scop: Revista științifică „Ingineria Mediului și Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile” este o publicație interdisciplinară care urmărește o analiză științifică în scopul realizării unor dezbateri asupra ingineriei mediului și antreprenoriatul dezvoltării durabile pe plan local, național sau mondial. La nivel concret sub auspiciile antreprenoriatului și dezvoltării durabile revista va include contribuții științifice din domeniile ingineriei mediului, managementul întreprinderii și antreprenoriatului, prezentând tendințele și provocările secolului XXI în problematica dezvoltării durabile și protecției mediului. Contribuțiile vor avea scopul de a oferi cititorilor materiale originale și de înaltă calitate.

Cititori: Revista științifică este elaborată pentru a oferi o sursă de referințe științifice la îndemâna oricărei persoane care are activitatea de cercetare în domeniul problemelor globale cu privire la protecția mediului, antreprenoriat sau dezvoltarea durabilă. Revista oferă cadrelor didactice universitare, cercetătorilor, managerilor, profesioniștilor, antreprenorilor, reprezentanților ai societății civile și personalităților din politică, un instrument de lucru pentru a dezvolta astfel o afacere durabilă protejând mediul înconjurător.

Conținut: Revista științifică publică lucrări originale, recenzii, lucrări conceptuale, note, comentarii și noutăți.

Domenii de interes: Tema principală și obiectivele revistei științifice sunt ingineria mediului, antreprenoriatul și dezvoltarea durabilă, însă nu există nici o limitare la articolele care vor fi luate în considerare de către comitetul științific al revistei.

- ❖ Inginerie industrială
 - ❖ Tehnologii și echipamente pentru protecția mediului industrial
 - ❖ Ingineria și protecția mediului industrial
 - ❖ Știința și ingineria materialelor
 - ❖ Antreprenoriat în domeniul dezvoltării durabile
 - ❖ Antreprenoriat ecoresponsabil
 - ❖ Antreprenoriat social, etc.
-

CONTENT

CUPRINS

EDITORIAL

EDITORIAL

Vasile Filip SOPORAN..... 7

PHYSICAL-MATHEMATICAL MODELLING OF THE DYNAMICS OF MELTING AND SOLIDIFICATION PROCESSES FOR DURALUMIN 2017 (ALCUMG1) MACHINING THROUGH ELECTRO-EROSION

MODELAREA FIZICO-MATEMATICĂ A DINAMICII TOPIRII ȘI SOLIDIFICĂRII DURALUMINIULUI 2017 (ALCUMG1) LA PROCEDEELE DE PRELUCRARE PRIN ELECTROEROZIUNE

Liliana Florina POTRA, Vasile Filip SOPORAN, Maria Camelia BUNGĂRDEAN, Oana Cornelia SALANȚĂ..... 11

ALUMINUM CANS, A SOURCE OF RAW MATERIAL FOR THE CASTINGS INDUSTRY?

DOZELE DIN ALUMINIU, O SURSĂ DE MATERIE PRIMĂ ÎN INDUSTRIA PIESELOR TURNATE?

Maria Camelia BUNGĂRDEAN, Eugen CULEA, Simona Elena AVRAM, Vasile Filip SOPORAN, Oana Cornelia SALANȚĂ, Florina Liliana POTRA..... 23

STUDIES ON IMPROVING WORKING CONDITIONS IN SECTORS EXTRACTING CASTINGS

STUDII ASUPRA ÎMBUNĂȚĂȚIRII CONDIȚIILOR DE MUNCĂ DIN SECTOARELE DE DEZBATERE A PIESELOR TURNATE

Dan Dumitru PORCAR, Emilian Narcis RIȚI-MIHOC, Emil RIȚI-MIHOC..... 33

RECYCLING OF COPPER CASTINGS INDUSTRY

RECICLAREA CUPRULUI ÎN INDUSTRIA PIESELOR TURNATE

Oana Cornelia SALANȚĂ, Vasile Filip SOPORAN, Maria Camelia BUNGĂRDEAN,
Florina Liliana URECHE..... 39

RECOVERY OF METALLIC WASTE BY THE ALUMINOTHERMIC PROCEDURE

VALORIFICAREA DEȘEURILOR METALICE PRIN PROCEDEUL DE ALUMINOTERMIE

Viorel DAN, Gligor OLTEAN-DAN, Timea GABOR..... 47

Integrative Thinking in Waste Management Through Circular Economy

There are currently many institutional programmatic formulations that lead to the replacement of linear economy with new principles of circular economy. In this process, the way of thinking and action regarding waste is changing, thus changing the perception about them. Through the actions taken upon them, they have changed the negative image with a new one that creates a new platform for action, that of the opportunities they bring both entrepreneurially and economically.

Therefore, the current issue of waste determines a specific way of thinking, one that oscillates between the simple one, contented usually to find a simple solution, and the integrative thinking, characterized by the fact that reality is not accepted as it is, becoming loaded with additional value and the desire to improve it.

In the context of using integrative thinking for the proper waste management, I recall the necessary steps to make a decision, in their logical sequence: highlighting the issues that are considered important in the process analyzed; determining and understanding the causalities of deployment processes; determining actions to be taken for solving the problem – at the level of the arrangement of causal relations in a structure that determines what to do and when to do it; and finding solutions that are needed.

In order to avoid the situations which occur quite frequently in addressing waste management issues, and to create the climate for creative solutions, I think the "open minds" should necessarily consider, by taking the integrative thinking decision-making steps formulated by Roger Martin [1], to multiply efforts to highlight several aspects of the problem, to quantify multifunctional and nonlinear causal relationships, to design the functional dynamics of the whole architecture of the components and determine creative solutions to solve dynamic problems.

In the first stage of integrative thinking, that of highlighting issues that are considered to be important in waste management, by synthetically summarizing them, I appreciate that they can be grouped as follows: the increase of the volume of waste; the diversifying the types of waste as well as their formation into complex materials difficult to recycle; the negative impact of waste on the environment, which is noted more and more in the communities; the increased air emissions due to waste treatment and the existence of a high potential for water and soil pollution.

In the second stage of integrative thinking, that of determining causation, I would recall the shortcomings in the law and the different and imprecise national approaches, which leaves room for interpretation and numerous legal actions. Without being the sole cause of the current status quo, I think they are important because in that the building regulatory framework there are many interests, many of them located in the state of major contradictions between the actors involved in the waste management.

Gândirea integrativă în gestiunea deșeurilor prin intermediul economiei circulare

Există în momentul de față multe formulări programatice instituționale care ne conduc la înlocuirea economiei liniare cu noile principii ale economiei circulare. În acest proces, modul de gândire și de acțiune a deșeurilor se schimbă, modificând astfel și percepția asupra acestora. Prin acțiunile întreprinse asupra lor, ele au schimbat imaginea negativă cu una nouă în care se crează o nouă platformă de acțiune, aceea a oportunităților pe care le aduc la nivel antreprenorial și economic.

Prin urmare, problematica actuală a deșeurilor determină o gândire specifică, care oscilează între gândirea simplă, obișnuită cu mulțumirea de a găsi o soluție simplă, și gândirea integrativă, caracterizată prin faptul că o realitate nu este acceptată așa cum este ea, devenind încărcată cu o valoare suplimentară, aceea a dorinței de a îmbunătăți-o. În contextul încercării utilizării gândirii integrative la nivelul bunei gestiuni a deșeurilor, reamintesc etapele necesare luării unei decizii, în succesiunea logică a acestora: evidențierea aspectelor care se consideră importante în procesele analizate; determinarea și înțelegerea cauzalităților desfășurării proceselor; determinarea acțiunilor ce trebuie luate pentru soluționarea problemei – la nivelul aranjării relațiilor cauzale într-o structură care stabilește ce se face și când trebuie făcut; și găsirea soluțiilor de care este nevoie.

Pentru evitarea situațiilor, destul de frecvente în abordarea problematicii gestiunii deșeurilor, și în crearea climatului pentru soluții creative, consider că la nivelul „minților deschise” este necesar, preluând etapele necesare luării unei decizii în varianta gândirii integrative formulate de Roger Martin [1], să se multiplice eforturile în evidențierea mai multor aspecte ale problemei, să se cuantifice relațiile de cauzalitate multifuncționale și nonliniare, să se proiecteze arhitectura întregului prin dinamica funcțională a componentelor și să determine creativ soluțiile pentru rezolvarea dinamică a problemelor existente.

În prima etapă a gândirii integrative, aceea a evidențierii aspectelor care se consideră a fi importante în gestionarea deșeurilor, într-o prezentare sintetică a acestora, apreciez că ele pot fi grupate astfel: creșterea volumului de deșeuri; diversificarea tipurilor de deșeuri, concomitent cu constituirea acestora în materiale complexe greu de reciclat; impactul negativ al deșeurilor asupra mediului, fapt ce este remarcat din ce în ce mai mult la nivelul comunităților; creșterea emisiilor poluante în aer ca urmare a tratării deșeurilor și existența unui potențial crescut pentru poluarea apei și a solului.

În etapa a doua a gândirii integrative, aceea a determinării cauzalităților, aș aminti în acest context deficiențele existente la nivelul legislației și abordările naționale diferite și imprecise, fapt ce lasă loc de interpretări și numeroase acțiuni în justiție. Fără a fi singurele cauze ale stării de fapt, consider că acestea sunt importante prin faptul că la nivelul construcției cadrului de reglementare există numeroase interese, multe dintre ele situate la starea contradicțiilor majore între actorii

The third stage, that of determining the structure or architecture of actions to be taken, is based on the assumption that the proper management of waste begins at the birth of a product or material, in their design phase, when, in addition to the traditional conditionalities related to functionality, strength, technology, proper operation and economy, two more phases are also addressed from the beginning: the end of life disposal phase and the environmental impact one.

The fourth phase, that of finding the necessary solutions, is based, within the construction of circular economy, on the principles of innovation along the value chain of a product. This includes specific actions for the proper waste management in Europe [2] the following: low charging (reducing the amount necessary to provide a particular service or to achieve a particular product), durability (life extension of products and materials), efficiency (reducing the use of materials and energy), substitution (reducing the use of hazardous materials or difficult to recycle), the market for recycled products, eco-design, maintenance and repair, reducing the cost of recycling and reuse, stimulating the generation of by-products and efficient use of products and services. By analyzing the activities mentioned, it appears that the best waste management activities include design, manufacturing, distribution, use, maintenance, regulatory, market operation and less specific activities such as storage and energy recovery. The proper routing of management activities using the principles interrogative thinking leads us towards the projection target of not storing waste, in order for them to be processed for the recovery of material and energy.

Given this exercise, that of applying interrogative thinking to the field of waste management, I propose an analysis of the concrete situation of waste management in the community and in the production processes by developing this analytical procedure. I affirm these things given the innovative components of circular economy, institutionally stated in the document "Towards a circular economy: a program of "zero waste "for Europe" [2]: technological innovation (design of materials and processes, product design, management resources - raw materials, waste, water, energy), social innovation (models of production and consumption, product service models, models of citizen involvement), organizational innovation (effective tools for implementing public policy, systems solutions of integrated actions, business models, logistics development). Add to this the development of skills and knowledge that can reposition entrepreneurship in the new context of European development.

[1] Roger Martin (Mintea opozabilă: cum să te bucuri de succes prin gândirea integrativă, Editura Publica, București, 2013; Opposable mind: Winning Through Integrative Thinking)

[2] Comunicarea Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social european și Comitetul regiunilor (COM (2014) 398) – Spre o economie circulară: un program „deșeuri zero” pentru Europa)

prezenți în procesul de gestionare a deșeurilor.

Etapa a treia, aceea a stabilirii structurii sau arhitecturii acțiunilor ce trebuie întreprinse, se bazează pe considerentul faptului că procesul bunei gestiuni a deșeurilor începe în momentul nașterii unui produs sau material, în faza de proiectare a acestora, când, pe lângă condiționările tradiționale legate de funcționalitate, rezistență, tehnologicitate, buna exploatare și economicitate, se abordează de la bun început faza de eliminarea la sfârșitul ciclului de viață și impactul asupra mediului.

Faza a patra, aceea de găsire a soluțiilor de care este nevoie, se bazează în cazul construcției economiei circulare pe principiile inovării de-a lungul lanțului valoric al unui produs. Aceasta cuprinde, în acțiunile specifice bunei gestiuni a deșeurilor la nivel european [2], următoarele: încărcarea ușoară (reducerea cantității necesare pentru a presta un anumit serviciu sau pentru realizarea unui anumit produs), durabilitatea (prelungirea duratei de viață a produselor și materialelor), eficiență (reducerea gradului de folosire a materialelor și a energiei), substituție (reducerea gradului de utilizare a materialelor periculoase sau dificil de reciclat), piață pentru produsele reciclate, proiectare ecologică, servicii de întreținere și reparare, reducerea costurilor cu reciclarea și reutilizarea, stimularea generării subproduselor și utilizarea eficientă a produselor și serviciilor. Din analiza activităților menționate, se observă că procesul de bună gestiune a deșeurilor include activitățile de concepție, fabricație, distribuție, consum, mentenanță, reglementare, funcționarea pieței și mai puțin activitățile specifice, cum ar fi depozitarea și valorificarea energetică. Prin urmare, buna dirijare a activităților de gestiune, folosind principiile gândirii interrogative, ne conduce la proiectivului obiectivului de a nu depozita deșeurile pentru ca acestea să poată fi prelucrate în vederea valorificării materiale și energetice.

Având în vedere acest exercițiu, acela de aplicarea a gândirii interrogative la nivelul gestiunii deșeurilor, vă propun o analiză asupra situațiilor concrete de gestiune a deșeurilor la nivelul comunităților și la nivelul proceselor de producție prin dezvoltarea acestei proceduri de analiză. Afirm aceste lucruri având în vedere componentele novatoare ale economiei circulare afirmate în instituțional în documentul „Spre o economie circulară: un program de „deșeuri zero” pentru Europa” [2]: inovare tehnologică (proiectare de materiale și procese, proiectare de produse, gestiunea resurselor – materii prime, deșeuri, apă, energie), inovare socială (modele de producție și de consum, modele de servicii pentru produse, modele de implicare a cetățeanului), inovare organizațională (instrumente eficiente de aplicare a politicilor publice, soluții și sisteme de acțiune integrată, modele de afaceri, dezvoltări logistice). La acestea se adaugă dezvoltarea competențelor și cunoștințelor care pot re poziționa antreprenoriatul în noul context de dezvoltare europeană.



vă invită la conferința:

„Antreprenoriat, Mediu de Afaceri și Dezvoltare Durabilă

ce va avea loc în zilele de **3 și 4 iulie 2014**
începând cu ora **9:00**

Sala M14, CORP M
Universitatea Tehnică
(B-dul Muncii 103-105)

AMDD 2014



Privind spre antreprenoriat, privim spre viitor !

un eveniment



CPADDD

pentru mai multe detalii caută la:

<http://cpaddd.utcluj.ro/evenimente>

conferinta.amdd@cpaddd.utcluj.ro

contact:





invites you to the conference:

"Entrepreneurship, Business Environment and Sustainable Development"

which will take place on **2014, July 3th and 4th**
starting from **9:00 a.m.**

location: **Room M 14, Building M**
Technical University of Cluj-Napoca
(103-105 Muncii Boulevard)

AMDD 2014



By looking at entrepreneurship, we look towards the future !

CPADDD



event

search or ask for more details at:

<http://cpaddd.utcluj.ro/evenimente>

conferinta.amdd@cpaddd.utcluj.ro

contact:



**PHYSICAL-MATHEMATICAL MODELLING OF THE DYNAMICS OF MELTING AND
SOLIDIFICATION PROCESSES FOR DURALUMIN 2017 (ALCUMG1)
MACHINING THROUGH ELECTRO-EROSION**

**MODELAREA FIZICO-MATEMATICĂ A DINAMICII TOPIRII ȘI SOLIDIFICĂRII
DURALUMINIULUI 2017 (ALCUMG1) LA PROCEDURELE DE
PRELUCRARE PRIN ELECTROEROZIUNE**

Liliana Florina POTRA*, Vasile Filip SOPORAN,
Maria Camelia BUNGĂRDEAN, Oana Cornelia SALANȚĂ

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: A new model of study of the processes occurring in EDM is introduced, regarding especially the optimal speed of removing the crater of the “piece electrode” from the “tool electrode”, a crater resulted from the discharges in electrical impulse through the dielectric channel in plasma state into the piece electrode. This research is very important since both the productivity of pushed out material (of nano materials) by electro erosion, and the quality of the processed surface are enclosed in the non-conventional proceedings of materials processing, that is melting and solidification of materials. The processing performance by electro erosion hangs essentially on the optimal speed the piece electrode carries off the tool electrode, respectively the liquid layer of dielectric disappears (decreases) in the process of washing the pushed out material. These are the essential processes influencing the capability of EDM, but a more rigorous research supposes taking into account other characteristics that we will present in this paper. From this point of view, the new physical-mathematical modelling studies the behaviour of a vector function:

$$\vec{f}(R) = \vec{f}(CR_1, CR_2, \dots, CR_8) \quad (1)$$

where: CR_1, CR_2, \dots, CR_8 , are components of the \vec{R} vector, which represents the essential characteristics of the processes appearing in EDM. As the characteristics are linguistic information, the modelling imposes the use of the FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process) algorithm. This FAHP algorithm also requires information about the transformation of electrical energy by discharge in impulse into heat, which makes us approach the research from the view of the discontinuous Stefan problem, here we introduced an optimization procedure using the spline regressions in the optimal approximation of the heat flow energy function in the plasma-type dielectric channel.

Keywords: electrical machining of the metals, mathematical model, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, pollution.

Rezumat: Se introduce un model nou de studiu al proceselor care intervin în EDM, în special privind viteza optimă de îndepărtare a craterului „electrodului piesă” față de „electrodul sculă”, crater rezultat prin descărcările în impuls electric, prin canalul din dielectric în stare de plasmă în electrodul piesă. Această cercetare este foarte importantă deoarece atât productivitatea de material expulzat (a nanomaterialelor) prin electroeroziune, cât și calitatea suprafeței prelucrate se încadrează în procedeele neconvenționale de prelucrare a materialelor, adică topirea și solidificarea de materiale. Performanța de prelucrare prin electroeroziune depinde în mod esențial de viteza optimă cu care electrodul piesă se îndepărtează de electrodul sculă, respectiv stratul de lichid din dielectric dispăre (se micșorează) în procesul de spălare a materialului expulzat. Acestea sunt procesele esențiale care influențează randamentul EDM, dar o cercetare mult mai riguroasă presupune luarea în atenția cercetării și a altor caracteristici, pe care le vom prezenta în această lucrare. Din această perspectivă, noua modelare fizico-matematică studiază comportarea unei funcții vectoriale:

$$\vec{f}(R) = \vec{f}(CR_1, CR_2, \dots, CR_8) \quad (1)$$

unde: CR_1, CR_2, \dots, CR_8 , sunt componente ale vectorului \vec{R} care reprezintă caracteristicile esențiale ale proceselor care apar în EDM. Întrucât caracteristicile sunt informații lingvistice, modelarea impune obligatoriu folosirea algoritmului FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process). Acest algoritm FAHP solicită și informații referitoare la transformarea energiei electrice prin descărcare în impuls în energie termică, fapt care ne obligă să abordăm cercetarea și din perspectiva problemei Stefan de tip discontinuu, în care am introdus un procedeu de optimizare folosind regresiiile de tip spline în aproximarea optimă a funcției energiei fluxului termic aflat în canalul dielectric de tip plasmă.

Cuvinte cheie: prelucrare prin eroziune electrică, modelare matematică, Fuzzy Analytical Hierarchy Process, poluare.

1. Introduction

Optimizarea proceselor EDM din orice perspectivă a celor opt caracteristici, luate separat sau grupate, conduce la rezultate pozitive privind prelucrarea pieselor prin acest procedeu de tip neconvențional.

Deși cele opt caracteristici acoperă suficient de bine procesele esențiale din EDM, ele nu sunt exclusiviste. Totuși, abordarea optimizărilor prin FAHP, combinată cu problema lui Stefan de tip discontinuu, este singura modelare matematică cu caracter optimal care studiază comportarea proceselor esențiale ale prelucrării pieselor prin eroziune electrică, adică o modelare optimă fizico-matematică.

Topirea și solidificarea materialelor prin EDM (prelucrarea materialelor prin electroeroziune) este diferită de procesele clasice de topire, respectiv solidificare. Acest fapt este determinat de procesele care apar în tehnologia folosită, cum ar fi: descărcarea electrică în impuls, amorsarea și străpungerea, evoluția descărcării electrice, stingerea descărcării electrice și splălarea materialului.

Acești timpi, în care se produce topirea și solidificarea îi prezentăm în figurile următoare:

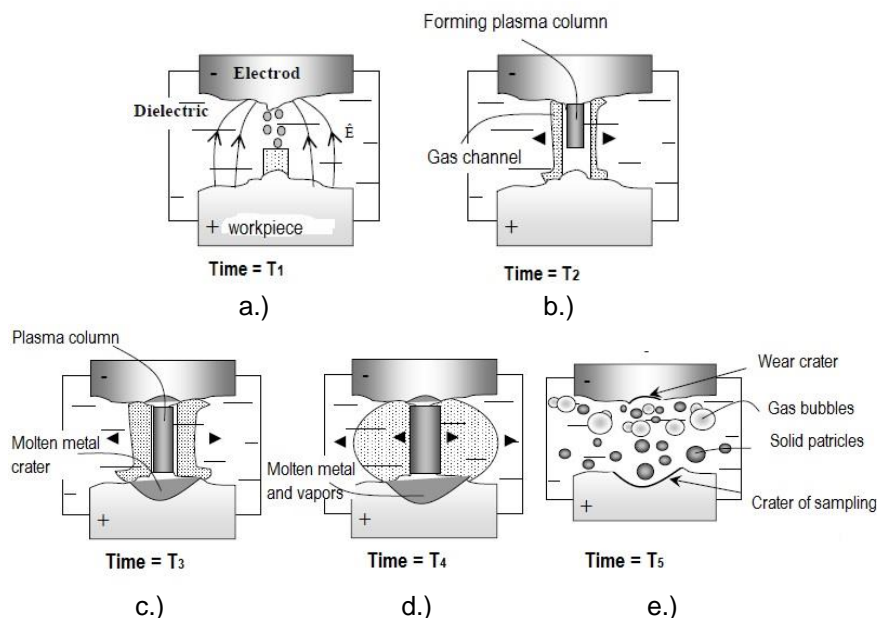


Figure 1 a). Electrical impulse – firing b). Electrical impulse – break-through c). Evolution of the electrical discharge – ionization d). Evolution of the electrical discharge – discharge e). Formation of the erosion crater

During T_1 , also called delay time, with random character, the local preparation of the firing and break-through conditions is achieved, forming the ionized gas channel where the plasma column is to be introduced, during T_2 . During T_3 the electrical discharges in impulse through the

1. Introducere

Optimizarea proceselor EDM din orice perspectivă a celor opt caracteristici, separat sau împreună, conduc la rezultate pozitive privind prelucrarea pieselor prin acest procedeu de tip neconvențional.

Deși cele opt caracteristici acoperă suficient de bine procesele esențiale din EDM, ele nu sunt exclusiviste. Totuși, abordarea optimizărilor prin FAHP, combinată cu problema lui Stefan de tip discontinuu, este singura modelare matematică cu caracter optimal care studiază comportarea proceselor esențiale ale prelucrării pieselor prin eroziune electrică, adică o modelare optimă fizico-matematică.

Topirea și solidificarea materialelor prin EDM (prelucrarea materialelor prin electroeroziune) este diferită de procesele clasice de topire, respectiv solidificare. Acest fapt este determinat de procesele care apar în tehnologia folosită, cum ar fi: descărcarea electrică în impuls, amorsarea și străpungerea, evoluția descărcării electrice, stingerea descărcării electrice și splălarea materialului.

Acești timpi, în care se produce topirea și solidificarea sunt descrise în figurile următoare:

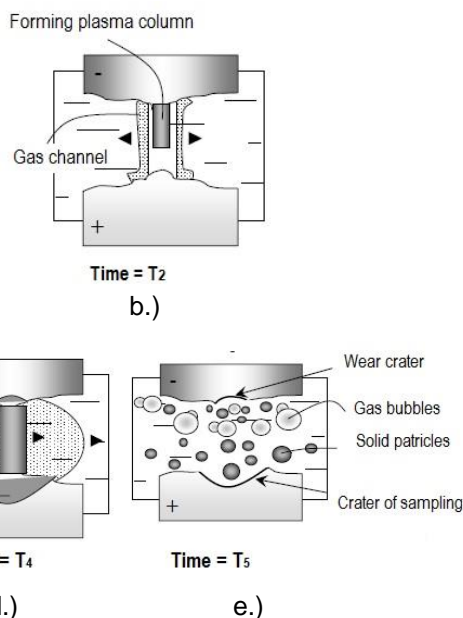


Figure 1 a). Electrical impulse – firing b). Electrical impulse – break-through c). Evolution of the electrical discharge – ionization d). Evolution of the electrical discharge – discharge e). Formation of the erosion crater

În timpul T_1 numit și timp de întârziere, cu caracter aleator, se realizează pregătirea locală a condițiilor de amorsare și străpungere, formându-se astfel canalul de gaz ionizat în care urmează să se introducă coloana de plasmă, în perioada timpului T_2 . În timpul T_3 descărcările electrice în impuls

plasma column the first removing activities of melted micro particles are achieved in order to process the piece electrode through electrical erosion.

Finally, the T_4 time of the melting and vaporization process, forming the crater of melted material of the vapour layer.

The T_5 time refers to the solidification processes by “washing the material”.

Melting is governed by a problem limited to the free border (a discontinuous Stefan problem), combined with a classical limit condition which is replaced with a Spline Regression.

Solidification is achieved through the process of “material washing”, a process depending on a large range of factors. For this purpose, we proposed a Fuzzy modelling and the FAHP algorithm.

We approached this study on a very good electricity conductor appropriate to be used for the piece electrode, but of high quality, used in numerous special products, for parts with strong structures, planes, metallic constructions, military equipment, rivets, and can be processed at high temperatures, welded, with high mechanical resistance, good mechanical characteristics and corrosion resistance only if treated at the surface, and has other protections.

The results of this modelling can represent a starting point in order to optimize new technologies used in EDM, such as devices to maintain the optimal distance between the tool electrode and piece electrode, respectively the devices used in the control of the dielectric used in “washing the solidified material”.

2. Jump-type Stefan problem for the EDM process

It is known that in the EDM process very small diameter craters are obtained and by micro melting these craters increase their volume. If $S(t)$ is the crater frontier, that is a surface separating the liquid from solid materials, then the surface $S(t)$ changes, more exactly it moves from the liquid to the solid part. The Surface $S(t)$ is called free or variable frontier. The solution to a Stefan problem consists in determining the free frontier and the solution of the equation, besides satisfying the initial condition, the limit classical condition and the heat flow jump in the points of the free frontier.

prin coloana de plasmă se ajunge la primele activități de dezlocare a microparticulelor de metal topit în vederea prelucrării prin eroziune electrică a electrodului piesă.

În sfârșit, timpul T_4 a procesului de topire și vaporizare, formându-se craterul de material topit a stratului de vapori.

În ceea ce privește timpul T_5 acesta se referă la procesele de solidificare prin “spălarea materialului”.

Topirea este guvernată de o problemă la limită cu frontieră liberă (o problemă Stefan de tip discontinuu), combinată cu o condiție la limită clasică care este înlocuită cu o regresie de tip Spline.

În ceea ce privește solidificarea, aceasta se realizează prin procesul de “spălare a materialului”, proces dependent de o întreagă gamă de factori. În acest scop am propus o modelare Fuzzy și algoritmul FAHP.

Am abordat acest studiu pe un material foarte bun conducător de electricitate și care corespunde a fi folosit pentru electrodul piesă, dar care este și de mare calitate, folosit în numeroase produse speciale, pentru componente cu structuri rezistente, avioane, construcții metalice, echipamente militare, nituri, fiind prelucrabile la temperaturi înalte, sudabil, având rezistență mecanică ridicată, caracteristici mecanice bune și rezistență la coroziune doar dacă este tratat la suprafașă sau are alte protecții.

Rezultatele acestei modelări pot constitui baze de plecare în vederea optimizării unor tehnologii noi care sunt folosite în EDM, cum ar fi aparatele de menținere optimală a distanței dintre electrodul sculă și electrodul piesă, respectiv al dispozitivelor folosite în controlul dielectricului folosit în “spălarea materialului solidificat”.

2. Problema lui Stefan de tip salt pentru procesul EDM

Este cunoscut că în procesul EDM se obțin cratere de diametre foarte mici și prin microtopire aceste cratere își măresc în timp volumul. Dacă $S(t)$ este frontiera craterului, adică o suprafață care separă partea de material lichid de cea solidă, atunci, în timp suprafața $S(t)$ se modifică, mai exact se deplasează dinspre partea lichidă înspre cea solidă. Suprafața $S(t)$ se numește frontieră liberă sau frontieră variabilă. Rezolvarea unei probleme Stefan constă în determinarea frontierei libere cât și a soluției ecuației Fourier-Kirchhoff, care satisface în plus condiția inițială, condiția la limită clasică și condiția de salt a fluxului termic în punctele frontierei libere.

These limit conditions suppose the knowledge of the heat flow or an approximation thereof. We present in Figure 2 the geometrical image of the distribution of the heat flow for the Gauss model and the regression cubic spline model.

Below we present the three types of conditions on the general solution.

These conditions allow the unique mode of determination of the integration constants from the general condition and, therefore, of the unique solution of the Fourier-Kirchhoff equation.

Aceste condiții la limită presupun cunoașterea fluxului termic sau o aproximare a acestuia. Prezentăm în figura 2, imaginea geometrică a distribuției fluxului termic pentru modelul Gauss și modelul spline cubic de regresie.

În cele ce urmează prezentăm cele trei tipuri de condiții asupra soluției generale.

Aceste condiții permit determinarea în mod unic a constantelor de integrare care intervin în soluția generală și, deci, a soluției unice a ecuației Fourier-Kirchhoff.



Figure 2. The geometrical image of the distribution of the heat flow for the Gauss model
a). cubic spline b). regression.

In the theory of Stefan problems, these are divided into two categories:

- a) Continuous Stefan problems, corresponding to the crystallization (solidification), respectively the decrystallization (melting) of materials, slow and needing a longer time. Mathematically, this affirmation is expressed by requiring the heat flow, crossing the free frontier to be continuous function in its points.
- b) The jump Stefan problems occur when the crystallization, respectively the decrystallization processes are quick in time and at very high temperatures, that is the heat flow is discontinuous in the points of the free frontier, which supposes the admission of a jump.

Therefore, the theoretical study in EDM is achieved by using the Stefan problem, applied to the determination of the field realized by micro melting. For this reason, the three types of conditions will take into consideration the formula for case b).

In the cylindrical coordinates, the Fourier-Kirchhoff equation is:

În teoria problemelor Stefan, acestea se împart în două categorii:

- a) Probleme Stefan de tip continuu, care corespund cristalizării (solidificării) respectiv decristalizării (topirii) materialelor, lent și în timp mai îndelungat. Matematic, această afirmație se exprimă prin a cere ca fluxul termic, care străbate frontiera liberă să fie funcție continuă în punctele acesteia.
- b) Problemele Stefan de tip salt apar atunci când procesul de cristalizare, respectiv decristalizare se produce rapid și în timp foarte scurt și la temperaturi foarte înalte, adică fluxul termic este discontinuu în punctele frontierei libere, ceea ce presupune să admită un salt.

Deci, studiul teoretic in EDM se realizează folosind problema Stefan de tip salt, aplicată la determinarea câmpului realizat prin microtopire. Din acest motiv, cele trei tipuri de condiții vor ține seama de formularea pentru cazul b).

În coordonatele cilindrice, ecuația Fourier-Kirchhoff, este:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a^2 \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \tag{2.1}$$

The general solution in the Bessel sense is:

Soluția generală în sens Bessel este:

$$T(t, r, z) = R_0(L, M) \cdot Z_0(M) \cdot T_0(L) \cdot J_0(r \cdot \sqrt{L^2 + M^2}) \tag{2.2}$$

$$T(0, r, z) = T_0 \tag{2.3}$$

$$J_0(x) = \sum_{n \geq 0} \frac{(-1)^n}{(n!)^2} \cdot \left(\frac{x}{2}\right)^n \quad (2.4)$$

$$T_0 = R_0(L, M)Z_0(M)T_0(L) \quad (2.5)$$

The initial condition, on the limit discontinuous Stefan-type leads to:

a. The initial condition (conventional)

This condition indicates the behaviour of the heat field $T(t, x, y, z)$ at the moment $t = 0$. Consequently we have to know a function $w(x, y, z)$, therefore the restriction of T la $t = 0$ to coincide with w , that is:

$$T(t, x, y, z)|_{t=0} = w(x, y, z) \quad (2.6)$$

In general, w is the value of the temperature of the environment.

b. Limit condition

In the case of EDM, the limit condition is Neumann-type. If q^* is the heat flow, that is:

$$q^* = -\lambda \langle \nabla T, \vec{n} \rangle_{\mathfrak{R}^3} \quad (2.7)$$

$q^* : [0, \infty) \times S^* \rightarrow \mathfrak{R}$ where S^* is the contact surface on the processed piece with the heat flow mentioned in Figure 2.

Consequently, we have a continuous function $s : [0, \infty) \times S^* \rightarrow \mathfrak{R}$, so that it is produced the Neumann limit condition:

$$q^* = -\lambda \langle \nabla T, \vec{n} \rangle_{\mathfrak{R}^3} = s \quad (2.8)$$

where:

λ - is a given constant

∇T - the gradient of the heat field

\vec{n} - is the normal exterior to S^*

$\langle, \rangle_{\mathfrak{R}^3}$ - the scalar composition in \mathfrak{R}^3 .

The stability theory insists on the limit conditions where this must be most accurate in the relation with the studied problem. This is the reason why we introduced the spline function.

In Figure 2 a) and b) where we note at $r = w_0$ perturbation phenomena can occur, larger in the Gauss case and smaller in the spline case. In these figures w and w_0 appear, representing the beam of distribution of the heat field, respectively its minimum beam. Consequently we should have:

Condiția inițială, la limită și Stefan de tip discontinuu conduce la:

a. Condiția inițială (convențională)

Această condiție indică comportamentul câmpului termic $T(t, x, y, z)$ la momentul $t = 0$. În consecință trebuie să cunoaștem o funcție $w(x, y, z)$, astfel încât restricția lui T la $t = 0$ să coincidă cu w , adică:

În general, w este valoarea temperaturii mediului ambiant.

b. Condiția la limită

În cazul EDM, condiția la limită este de tip Neumann. Dacă q^* este fluxul termic, adică :

$q^* : [0, \infty) \times S^* \rightarrow \mathfrak{R}$ unde S^* este suprafața de contact de pe piesa prelucrată cu fluxul termic precizată în figura 2.

În consecință se dă o funcție continuă $s : [0, \infty) \times S^* \rightarrow \mathfrak{R}$, astfel încât să aibă loc condiția la limită Neumann:

unde:

λ - este o constantă dată

∇T - gradientul câmpului termic

\vec{n} - este normala exterioară la S^*

$\langle, \rangle_{\mathfrak{R}^3}$ - produsul scalar în \mathfrak{R}^3 .

În teoria stabilității se insistă asupra condițiilor la limită, unde se cere aceasta să fie cât mai precise în raport cu problema studiată. Acesta este motivul pentru care am introdus funcția spline.

În figura 2 a) și b) în care se observă că la $r = w_0$ pot să apară fenomene de perturbații mai mari în cazul Gauss și foarte mici în cazul spline. În aceste figuri apar w și w_0 , care reprezintă raza distribuției câmpului termic, respectiv raza maximă a acestuia. În consecință ar trebui să avem:

$$q^* \Big|_{w_0} \tag{2.9}$$

c. The limit jump type Stefan condition (non-conventional)

As mentioned before, on the variable frontier $S(t)$, fig. 2, we put non-classical conditions, that is conditions which are neither Dirichlet nor Neumann.

If $q^*(t, x, y, z)$, $(x, y, z) \in S(t)$ and $[q^*]$ the q^* jump results, and the condition at the $S(t)$ frontier is:

$$[q^*](x, y, z) = \mathcal{G} \tag{2.10}$$

where: $\mathcal{G} > 0$ is an empirical constant depending on the type of micro melted material and the intensity of the electricity applied in the EDM process.

In the appliances to follow on this newly-proposed model, we can highlight the manner of presentation of the constants w_0 , λ and \mathcal{G} . In the following figure, S^* is shown the contact surface of the q^* flow with the processed piece, $S(t)$ is the free frontier, M_L the material in liquid state M_S the material in solid state.

c. Condiția la limită Stefan de tip salt (neconvențională)

Așa cum am menționat, pe frontiera variabilă $S(t)$, fig. 2, se pun condiții neclasice, adică condiții care nu sunt nici Dirichlet și nici Neumann.

Dacă $q^*(t, x, y, z)$, $(x, y, z) \in S(t)$ și $[q^*]$ rezultă saltul lui q^* , iar condiția la frontiera $S(t)$ este:

unde: $\mathcal{G} > 0$ este o constantă empirică, care depinde de tipul de material microtopit și de intensitatea curentului electric aplicat în procesul EDM.

În aplicațiile ce vor urma pe acest model nou propus se vor evidenția modalitățile de precizare a constantelor w_0 , λ and \mathcal{G} . În figura următoare, S^* se arată suprafața de contact a fluxului q^* cu piesa prelucrată, $S(t)$ este frontiera liberă, M_L materialul în stare lichidă M_S materialul în stare solidă.

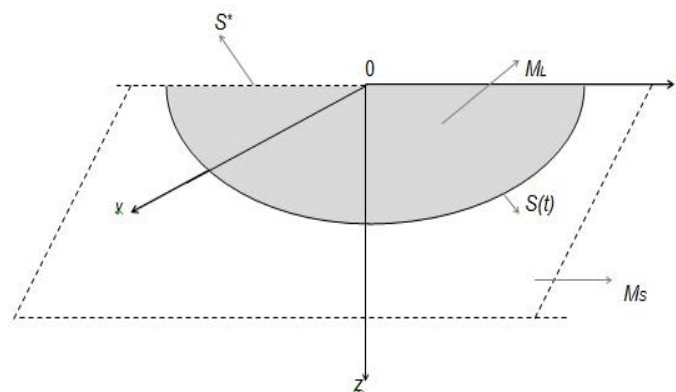


Figure 3. The crater image with solid and liquid material.

3. The FAHP algorithm in the case applied in the case of optimization of the distance between the tool and piece electrodes

The FAHP abbreviation means the use of Fuzzy logics in the AHP algorithm (the hierarchical process analysis). We use the essential property of the weighted average of the proper vector theory, written by:

3. Algoritmul FAHP aplicat în cazul optimizării distanței dintre electrodul sculă și electrodul piesă

Abrevierea FAHP înseamnă folosirea logicii Fuzzy în algoritmul AHP (analiza ierarhică a proceselor). Folosim proprietatea esențială a madiiei ponderate generală de teoria vectorilor proprii, scisă prin:

$$d = \sum_{k=1}^n w_k \cdot d_k \quad (3.1)$$

where: - w_k are the best approximation weights and,

- d_k represents the measured distance between the two electrodes, tool and piece, depending on time.

Consequently, the FAHP algorithm is reduced to determining the weights $w_k, k = 1 \div n$ and the experimental research.

The first step is to define the characteristics of the studied phenomenon, in this case we have eight essential characteristics defined that we present in Table 1.

unde: - w_k sunt ponderile de cea mai bună aproximație iar,

- d_k reprezintă distanța măsurată dintre cei doi electrozi, sculă respectiv piesă, în funcție de timp.

În consecință algoritmul FAHP se reduce la determinarea ponderilor $w_k, k = 1 \div n$ și la cercetarea experimentală.

Pasul întâi este de a defini caracteristicile fenomenului studiat, în cazul de față avem definite opt caracteristici esențiale pe care le prezentăm în tabelul 1.

Table 1.
Essential characteristics of the EDM processes

No.	MEANING	ASSIGNED FUZZY No.
CR ₁	The degree of electrodes to be good electricity conductors	$\tilde{7}_\alpha$
CR ₂	The degree of the electricity generator fo provide a tension and a current in the form of an impulse	$1\tilde{3}_\alpha$
CR ₃	The level of avoiding the physical and electrical contact of electrodes	$\tilde{9}_\alpha$
CR ₄	The quality level of the dielectric of concentration of energy for each electrical discharge facilitating the firing thereof in order to copy the form of the tool electrode	$1\tilde{1}_\alpha$
CR ₅	The degree of modification of the dielectric and composition properties of the work gap.	$\tilde{5}_\alpha$
CR ₆	The plastic deformation level of the tool and piece electrodes surfaces after the EDM processes	$1\tilde{1}_\alpha$
CR ₇	The level of reduction of the usage of the tool electrode	$\tilde{9}_\alpha$
CR ₈	The speed of removing the tool electrode from the piece electrode	$1\tilde{3}_\alpha$

The used Fuzzy numbers are cutting triangular, represented in Figure 4, and the immersion in the set of intervals is given by the formulae (3.2).

Numerele Fuzzy folosite sunt cele triunghiulare de tăietură, reprezentate in figura 4, iar scufundarea în mulțimea intervalelor este dată de formulele (3.2).

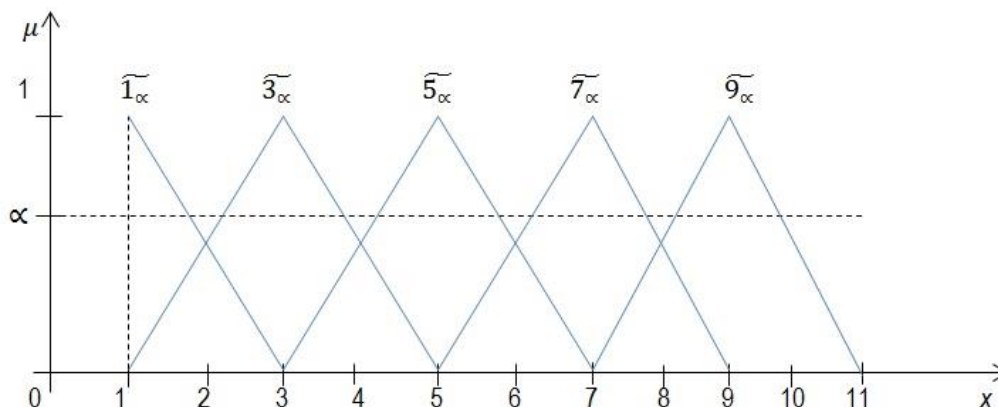


Figure 4. The geometrical image of the Fuzzy cutting numbers.

For the triangular Fuzzy numbers, the general member function is defined by:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & x \in [a, b] \\ \frac{c-x}{c-b}, & x \in [b, c] \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (3.2)$$

Pentru numerele Fuzzy triunghiulare funcția membru generală se definește prin:

The general formula for the cutting triangular Fuzzy numbers $\tilde{I}_\alpha, (2k+1)_\alpha$, immersed in the aggregate of intervals on \mathfrak{R} have the formula:

Formulele generale pentru numerele Fuzzy triunghiulare de tăietură $\tilde{I}_\alpha, (2k+1)_\alpha$, scufundate în mulțimea intervalelor de pe \mathfrak{R} au formulele:

$$\begin{aligned} \tilde{I}_\alpha &= [1, 3-2\alpha] \\ (2k+1)_\alpha &= [2k-1+2\alpha, 2k+3-2\alpha], \quad k = 1 \div n \end{aligned} \quad (3.3)$$

The organization in the arrays MOF supposes the knowledge of the inverses of theses Fuzzy numbers, which are defined by:

Organizarea în matricile MOF presupune cunoașterea inverselor acestor numere Fuzzy, care sunt definite prin:

$$\begin{aligned} \tilde{I}_\alpha^{-1} &= \left[\frac{1}{3-2\alpha}, 1 \right] \\ (2k+1)_\alpha^{-1} &= \left[\frac{1}{2k+3-2\alpha}, \frac{1}{2k-1+2\alpha} \right] \end{aligned} \quad (3.4)$$

Therefore, each Fuzzy number is immersed (an equivalent is taken) in a proper number. This double immersion of the Fuzzy numbers allows the numeric processing of the linguistic materials.

În acest fel fiecare număr Fuzzy se scufundă (se ia echivalent) într-un număr real. Această dublă scufundare a numerelor Fuzzy permite prelucrarea numerică a informațiilor lingvistice.

We note that the two immersions introduced two parameters, $\alpha, \beta \in [0,1]$. These two parameters are put at the user's disposal in order to obtain an optimal mathematical modelling, if the used is in good knowledge of the studied phenomenon, completed by the assignment of the Fuzzy numbers to the essential characteristics.

Se observă că cele două scufundări au introdus doi parametri, $\alpha, \beta \in [0,1]$. Acești doi parametri sunt puși la dispoziția utilizatorului în vederea obținerii unei modelări matematice optimale, dacă utilizatorul este în bună cunoștință față de fenomenul studiat, completat cu atribuirea numerelor Fuzzy caracteristicilor esențiale.

It is compulsory to make an analysis regarding the choice of the parameters:

Este obligatoriu să facem o analiză privind alegerea parametrilor:

- α - the Fuzzy cutting parameter,
- β - the convex combination parameter.

- α - parametrul Fuzzy de tăietură,
- β - parametrul combinației convexe.

The first immersion of the Fuzzy number \tilde{i}_α in the interval means $\alpha \in [0,1]$ which has a probabilistic interpretation. If $\alpha \rightarrow 0$, $\alpha \in [0, \frac{1}{2})$, we require the projection to be achieved in a longer interval, that is we are in a pessimistic situation of achieving the aimed goals. If $\alpha \rightarrow 1$, $\alpha \in (\frac{1}{2}, 1]$, we are certain that the process is almost surely realized. If $\alpha = \frac{1}{2}$, the phenomenon is balanced. Consequently we have:

- 1) $\alpha \in [0, \frac{1}{2})$, the phenomenon is pessimistic,
- 2) $\alpha = \frac{1}{2}$, the phenomenon is balanced,
- 3) $\alpha \in (\frac{1}{2}, 1]$, the phenomenon is optimistic.

A similar study is reproduced in the relation with the convexity parameter β . For weak processes we choose $\beta \in (1, \frac{1}{2})$, and $\beta = \frac{1}{2}$ for the balanced case, where the immersion is realized in arithmetical average. And for $\beta \in (\frac{1}{2}, 1]$ the process is supposed optimist.

This double immersion (defuzzification) offers the operator the possibility to intervene if the weighted defects too much from the empirical measurements.

For our proposal, these information can be stated as follows:

Prima scufundare a numărului Fuzzy \tilde{i}_α în interval înseamnă $\alpha \in [0,1]$ care are o interpretare probabilistică. Dacă $\alpha \rightarrow 0$, $\alpha \in [0, \frac{1}{2})$, cerem ca proiecția să se facă pe un interval tot mai mare, adică suntem într-o situație pesimistă de realizare a efectelor urmărite. Dacă $\alpha \rightarrow 1$, $\alpha \in (\frac{1}{2}, 1]$, avem certitudinea că procesul se realizează aproape sigur. Dacă $\alpha = \frac{1}{2}$, fenomenul este ponderat. În consecință avem:

- 4) $\alpha \in [0, \frac{1}{2})$, fenomenul este pesimist,
- 5) $\alpha = \frac{1}{2}$, fenomenul este ponderat,
- 6) $\alpha \in (\frac{1}{2}, 1]$, fenomenul este optimist.

Un studiu cu totul analog se reproduce relativ la parametru de convexitate β . Pentru procese slabe alegem $\beta \in (1, \frac{1}{2})$, iar $\beta = \frac{1}{2}$ pentru cazul moderat, caz în care scufundarea se realizează în media aritmetică. Iar pentru $\beta \in (\frac{1}{2}, 1]$ procesul se presupune optimist.

Această dublă scufundare (defuzzyficare) dă posibilitatea operatorului să poată interveni dacă constată că media ponderată se abate prea mult de măsurătorile empirice.

Pentru propunerea noastră aceste informații se pot formula în modul următor:

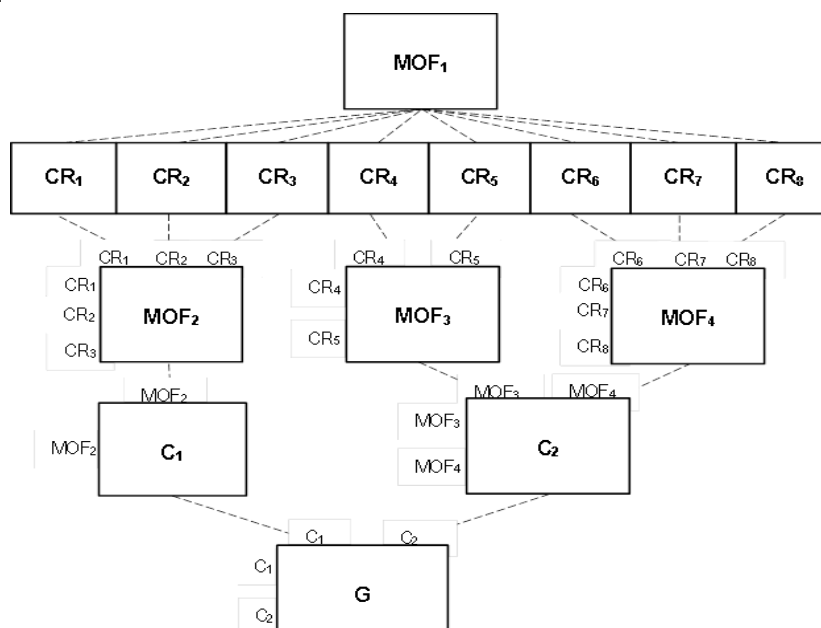


Figure 5. The logical diagram of movement in EDM.

With the proposals for the characteristics and logical diagram, we can introduce fuzzy numbers for the matrices C_1 , C_2 and G respectively.

Cu propunerile pentru caracteristici și schema logică se pot introduce numere Fuzzy și pentru matricile C_1 , C_2 și, respectiv G

Table 2.
Fitting up with Fuzzy numbers.

$MOF_3=1\tilde{1}_\alpha$	$MOF_4=1\tilde{3}_\alpha$
$C_1=1\tilde{3}_\alpha$	$C_2=1\tilde{5}_\alpha$

In this way, the fuzzification process is complete and is presented as follows:

În acest mod procesul de fuzzificare este complet și arată după cum urmează:

3.1. The fuzzification of the essential characteristics

CR_k , $k = 1 \div 8$, on the basis of the logical diagram presented in figure 5, we can write, for MOF1 matrix:

3.1. Fuzzyficarea caracteristicilor esențiale

CR_k , $k = 1 \div 8$, pe baza schemei logice prezentată în figura 5, putem să scriem, de exemplu, pentru MOF1, va fi:

	CR ₁	CR ₂	CR ₃	CR ₄	CR ₅	CR ₆	CR ₇	CR ₈
CR ₁	1	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$	$\tilde{9}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	$\tilde{9}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	$\tilde{7}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$
CR ₂	$1\tilde{3}_\alpha$	1	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	1
CR ₃	$\tilde{9}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	$\tilde{9}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$
CR ₄	$1\tilde{1}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$
CR ₅	$\tilde{9}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	$\tilde{9}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$
CR ₆	$1\tilde{1}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}_\alpha$	1	$1\tilde{1}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$
CR ₇	$\tilde{7}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$	$\tilde{9}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	$\tilde{9}^{-1}_\alpha$	$1\tilde{1}^{-1}_\alpha$	1	$1\tilde{3}^{-1}_\alpha$
CR ₈	$1\tilde{3}_\alpha$	1	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	$1\tilde{3}_\alpha$	1

The second step, preparing the defuzzification process is to immerse the Fuzzy numbers in the aggregate of the finite intervals on \mathfrak{R} . For this purpose, we use the equations from 3.3 and for the opposite.

A doua etapă, care pregătește procesul de defuzzyficare este să scufundăm numerele Fuzzy în mulțimea intervalelor finite de pe \mathfrak{R} . În acest scop folosim ecuațiile de la 3.3 iar pentru inverse 3.4.

3.2. The defuzzification process

The defuzzification in the first phase contains the step of immersion in intervals, using 3.3 and 3.4 equations. At the end, the immersion in \mathfrak{R} occurs, in our case, by using the convex combination of an interval. Therefore we have, for these three cases, moderate, optimist, pessimist, for MOF1:

Moderate case:

3.2. Procesul de defuzzyficare

Defuzzyficarea în prima fază conține etapa scufundării în intervale folosind ecuațiile 3.3 și 3.4. În final scufundarea în \mathfrak{R} se produce, în cazul de față, prin folosirea combinației convexe a unui interval. În concluzie, pentru matricea MOF1, pentru cele trei cazuri, moderat, optimist, pesimist, avem:

Caz moderat:

	1.0000	0.8000	0.1190	0.0960	0.1190	0.0960	7.5000	0.8000
	13.5000	1.0000	13.5000	13.5000	13.5000	13.5000	13.5000	1.0000
	9.5000	0.8000	1.0000	0.0960	1.0000	0.0960	9.5000	0.8000
MOF1 =	11.5000	0.8000	11.5000	1.0000	11.5000	1.0000	11.5000	0.8000
	9.5000	0.8000	1.0000	0.0960	1.0000	0.0960	9.5000	0.8000
	11.5000	0.8000	11.5000	1.0000	11.5000	1.0000	11.5000	0.8000
	0.1060	0.8000	0.1190	0.0960	0.1190	0.0960	1.0000	0.8000
	13.5000	1.0000	13.5000	13.5000	13.5000	13.5000	13.5000	1.0000

Optimist case:

Caz optimist:

	1.0000	0.0780	0.1140	0.0930	0.1140	0.0930	0.1110	0.0780
	13.0000	1.0000	13.0000	13.0000	13.0000	13.0000	13.0000	1.0000
	9.0000	0.0780	1.0000	0.0930	1.0000	0.0930	9.0000	0.0780
MOF1 =	11.0000	0.0780	11.0000	1.0000	11.0000	1.0000	11.0000	0.0780
	9.0000	0.0780	1.0000	0.0930	1.0000	0.0930	9.0000	0.0780
	11.0000	0.0780	11.0000	1.0000	11.0000	1.0000	11.0000	0.0780
	0.1110	0.0780	0.1140	0.0930	0.1140	0.0930	1.0000	0.0780
	13.0000	1.0000	13.0000	13.0000	13.0000	13.0000	13.0000	1.0000

Pessimist case:

Cazul pesimist:

	1.0000	0.0760	0.1080	0.0890	0.1080	0.0890	6.7500	0.0760
	12.7500	1.0000	12.7500	12.7500	12.7500	12.7500	12.7500	1.0000
	8.7500	0.0760	1.0000	0.0890	1.0000	0.0890	10.7500	0.0760
MOF1 =	10.7500	0.0760	10.7500	1.0000	10.7500	1.0000	10.7500	0.0760
	8.7500	0.0760	1.0000	0.0890	1.0000	0.0890	8.7500	0.0760
	10.7500	0.0760	10.7500	1.0000	10.7500	1.0000	10.7500	0.0760
	0.1230	0.0760	0.1080	0.0890	0.1080	0.0890	1.0000	0.0760
	12.7500	1.0000	12.7500	12.7500	12.7500	12.7500	12.7500	1.0000

The same method for all seven matrices then pass to the method eigenvalues and eigenvectors using MATLAB.

Se aplică aceeași metodă pentru toate cele șapte matrici după care se trece la aplicarea metodei valorilor și vectorilor proprii cu ajutorul programului MATLAB.

3.3. The application of the proper values and vectors in determining the best approximation weights:

3.3. Aplicarea metodei valorilor și vectorilor proprii în determinarea ponderilor de cea mai bună aproximație:

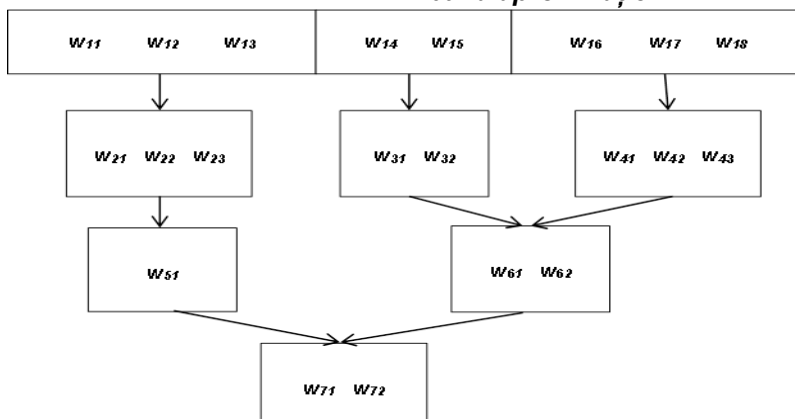


Figure 6. Flowchart of local weights.

$$W_1 = W_{11} \cdot W_{21} \cdot W_{51} \cdot W_{71}$$

$$W_5 = W_{15} \cdot W_{32} \cdot W_{62} \cdot W_{72}$$

$$W_2 = W_{12} \cdot W_{22}$$

$$W_6 = W_{16} \cdot W_{41} \cdot W_{61} \cdot W_{71}$$

$$W_3 = W_{13} \cdot W_{23}$$

$$W_7 = W_{17} \cdot W_{42} \cdot W_{62} \cdot W_{72}$$

$$W_4 = W_{14} \cdot W_{31} \cdot W_{61} \cdot W_{71}$$

$$W_8 = W_{18} \cdot W_{43}$$

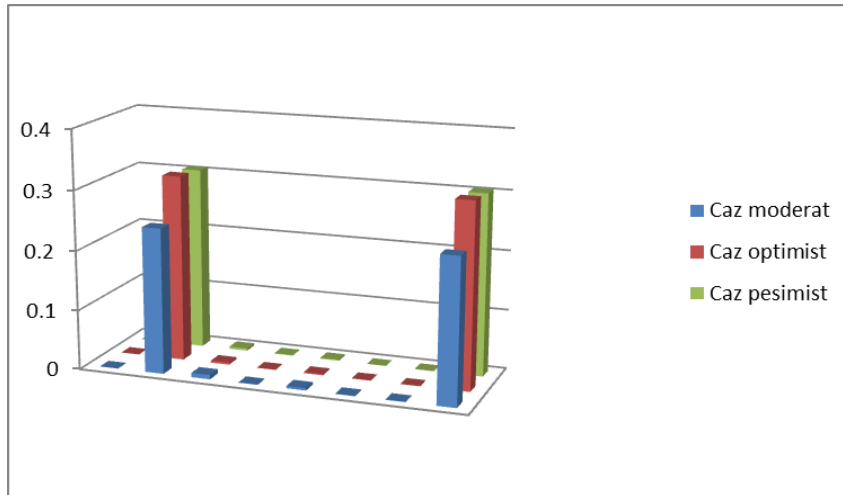


Figure 7. Histogram of global weights.

4. Conclusions

The exposure work area led us to edge our description of these two optimization models. We consider it is essential to continue to work with many case studies and make a comparison between the results obtained. These two optimization methods can be applied not only separately, but also combined.

4. Concluzii

Spațiul acordat expunerii lucrării ne-a condus la a ne mărgini în prezentarea celor două modele de optimizare. Apreciem că este obligatoriu să continuăm lucrarea cu mai multe studii de caz și să se facă o comparație între rezultatele obținute. Cele două metode de optimizare se pot aplica separat, respectiv combinate cât și prezentarea rezultatelor.

References

- [1] Potra, L. F., Soporan, F. S., "The EDM processes studied using the cubic spline of regression type Stefan's problem", Acta Technica Napocensis, Series: Applied mathematics and Mechnics, Vol. 56, Issue 1, 2013;
- [2] Yeo, S. H., Kurnia, W., Tan, P. C., "Critical assessment and numerical comparison of electro-thermal models in EDM", School Mechanical and Aerospace Engineering, Turkey, 2007;
- [3] Novricki, B., Dmonska, A., Podolak, A., "Morphology of traces made by individual electric discharge in EDM", Advances in Manufacturing Science and Technology, Vol. 33, 2009;
- [4] Potra, L. F., Soporan, F. S., "Pollution analysis of processes using electro-erosion through the fuzzy AHP alorithm", Acta Technica Napocensis, Series: Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, Vol. 2, Issue 1, 2013;
- [5] Vișan, A., Ionescu, N., „Tehnologii de prelucrare prin electroeroziune 1”, Universitatea Politehnic[București:
- [6] Ayan, Z., "A combined fuzzy AHP – simulation approach to CAD software selection", International Journal of General System, Vol. 39, no 7, 2010;
- [7] Ozdagoglu, A., Ozdagoglu, G., "Comparison of AHP for the multi-criteria decision making processes with linguistic evaluation", Istambul Ticaret Universitesi Fen Bilimleri Dergisis Yil, 2007.

Acknowledgment

This paper was supported by the project "Increasing the attractiveness and performance training programs for doctoral and post doctoral research in engineering sciences - ATTRACTING", financing contract no. POSDRU/159/1.5/S/137070 code SMIS 5295.

Mulțumiri

Acest articol a fost realizat în cadrul proiectului „Creșterea atractivității și performanței programelor de formare doctorală și postdoctoralăpentru cercetări în științe ingineresti – ATTRACTING”, contract de finanțare POSDRU/159/1.5/S/137070, cod SMIS52950.

ALUMINUM CANS, A SOURCE OF RAW MATERIAL FOR THE CASTINGS INDUSTRY?

DOZELE DIN ALUMINIU, O SURSĂ DE MATERIE PRIMĂ ÎN INDUSTRIA PIESELOR TURNATE?

Maria Camelia BUNGĂRDEAN^{1*}, Eugen CULEA², Simona Elena AVRAM¹,
Vasile Filip SOPORAN¹, Oana Cornelia SALANȚĂ¹, Liliana Florina POTRA¹

¹Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

²Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department of Physics & Chemistry, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: Aluminium waste is a major source of raw material for the aluminum industry. To achieve the highest possible level of recovery of aluminum from waste, their preparation is required before melting, casting and use. In the case of aluminum cans without removing the coatings, the recovery of aluminum from the process of recycling is very low. An attempt was made to remove coatings from aluminum cans waste, using two acids with a minimum level of danger in handling and with minimum impact on the environment: the lactic acid and citric acid. In general, aluminum cans waste is recycled to form new cans, but the alloys components of this packaging can be used in other applications, such as aluminum castings, as aluminum base in the development of other types of alloys.

Keywords: aluminum cans, recycling, alloys, preparation, usage.

1. Introduction

Aluminum, considered "the metal of the future" is a material with a wide range of applications in the transportation industry, constructions and packaging, in the electricity sector, in all distribution systems of high voltage electricity, in household appliances and in the metal industry. Aluminum alloy castings represent a significant share (40 %) of the total production of castings in Romania. According to the Technical Association of Foundry Romania, the production of aluminum alloy castings in our country is increasing (Fig. 1),

Rezumat: Deșeurile din aluminiu reprezintă o sursă majoră de materie primă pentru industria aluminiului. Pentru a atinge un nivel cât mai mare de recuperare a aluminiului din deșeuri este obligatorie pregătirea acestora înainte de topire, turnare și utilizare. În cazul dozelor din aluminiu fără îndepărtarea acoperirilor, gradul de recuperare a aluminiului din procesul de reciclare este foarte scăzut. S-a încercat îndepărtarea acoperirilor de pe deșeuri de doze din aluminiu, utilizând doi acizi cu un nivel minim de pericolozitate în manipulare și cu impact minim asupra mediului: acidul lactic și acidul citric. În general, deșeurile de doze din aluminiu sunt reciclate pentru a forma noi ambalaje tip doză, dar aliajele ce formează acest ambalaj pot fi folosite și în alte aplicații, cum sunt piesele turnate din aluminiu, ca bază de aluminiu în elaborarea de alte tipuri de aliaje.

Cuvinte cheie: doze din aluminiu, reciclare, aliaje, pregătire, utilizare.

1. Introducere

Aluminiul, considerat "metalul viitorului" este un material cu o gamă largă de aplicații în industria transportului, în construcții și ambalare, în sectorul energiei electrice, în toate sistemele de distribuție a energiei electrice de înaltă tensiune, în aparate electrocasnice și în industria metalurgică. Piesele turnate din aliaj de aluminiu reprezintă o pondere semnificativă (40 %) din totalul producției de piese turnate la nivelul României. Conform Asociației Tehnice de Turnătorie din România, producția de piese turnate din aliaje de aluminiu la nivelul țării noastre este în creștere (fig. 1),

so that, recovering aluminum from waste is an important source of raw material for the secondary metallurgy of aluminum. For more than thirty years, aluminum waste, such as cans, were recycled as a way to produce aluminum, efficient in terms of cost in comparison with the primary production of aluminum from bauxite ore, but also with regard to environmental protection [1].

astfel că recuperarea aluminiului din deșeuri este o sursă importantă de materie primă pentru metalurgia secundară a aluminiului. De mai mult de treizeci de ani, deșeurile din aluminiu, cum sunt dozele au fost reciclate ca o modalitate de a fabrica aluminiu, eficientă din punct de vedere al costului în comparație cu obținerea aluminiului primar din minereul de bauxită, dar și în ce privește protecția mediului [1].

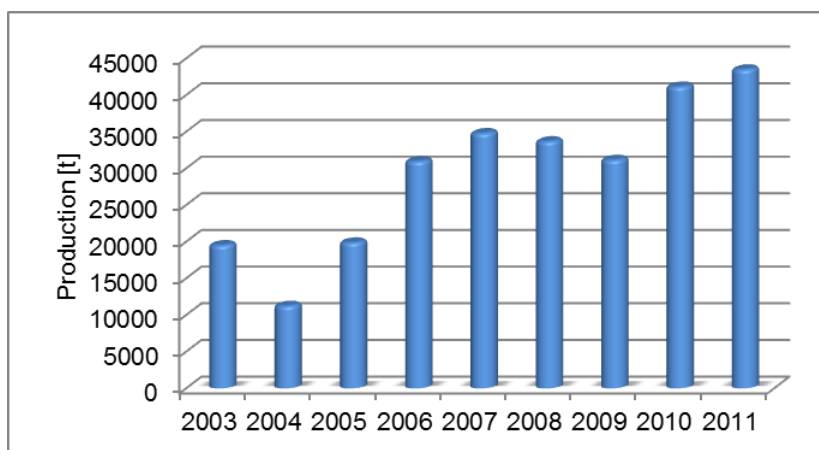


Figure 1. The evolution of aluminum alloys castings production (Technical Association of Foundry Romania).

2. Aluminum recycling - statistics

Aluminum is found in small quantities in the municipal waste (about 1 %), having low specific weight and relatively high volume, in the case of cans if not compacted. According to the National Report on the State of the Environment for the year 2012, in Romania, the amount of aluminium packaging placed on the market in 2011 was 20.050 tons, representing approximately 2 % of the total of 992.510 tonnes of packaging placed on the market. In 2011, 496.040 tons of packaging waste were recycled, that is about 50 % of the total number of packages available on the market. In terms of the amount of aluminium waste, 7310 tonnes were recycled of the total of 20.050 tonnes placed on the market, that is a percentage of 36 %, as can be seen in table 1 [2].

2. Reciclarea aluminiului-date statistice

Aluminiul se găsește în cantități mici în cadrul deșeurilor municipale (aproximativ 1 %), având greutate specifică mică și un volum relativ mare, în cazul dozelor, nefiind compactate. Conform Raportului Național privind Starea Mediului pentru anul 2012, la nivelul României, cantitatea de ambalaje de aluminiu introdusă pe piață în anul 2011 a fost de 20.050 tone, reprezentând aproximativ 2 % din totalul de 992.510 tone ambalaje introduse pe piață. În anul 2011 au fost reciclate 496.040 tone deșeuri de ambalaje, adică aproximativ 50 % din totalul de ambalaje existente pe piață. În ce privește cantitatea de deșeuri de aluminiu, s-au reciclat 7310 tone din totalul de 20.050 tone introduse pe piață, adică un procent de 36 %, după cum se poate observa și în tabelul 1 [2].

Table 1. Structure of recycled packaging waste by type of material in 2011, in Romania [2].

Type of material	Amount of recycled waste (t)	% of all packaging placed on the market
Glass	83.790	59.97
Plastic	112.460	40.34
Paper and cardboard	191.990	65.5
Aluminum	7.310	36.46
Steel	27.100	77.03
Wood	73.390	32.54
Others	0	0
Total	496.040	49.98

Europe reached a new record on recycling aluminum cans in 2011, reaching a rate of 68 %. Figure 2 shows the recycling percentage of aluminum cans in different countries in Europe, in 2011, where it is clearly observed that Romania has to work more at this chapter, since it is almost in last place in Europe [3].

In Romania, from all the aluminum cans recycling stages, only a few take place, namely: taking the aluminum cans waste from collection centres, sorting them by magnetic separation and compaction in the form of bales. The cleaning stages of waste, the melting and casting into ingots take place in specialized units from abroad. Finally, ingots are processed by rolling and from the resulting sheet new aluminum cans are formed in Romania.

La nivelul Europei s-a atins un nou record privind reciclarea dozelor din aluminiu în anul 2011, ajungând la un procent de 68 %. În figura 2 este prezentat procentul de reciclare a dozelor din aluminiu în diferite țări din Europa, în anul 2011, unde se observă clar faptul că România trebuie să mai lucreze la acest capitol, întrucât se află aproape pe ultimul loc din Europa [3].

În România, din totalul etapelor de reciclare a deșeurilor de doze din aluminiu, au loc doar câteva și anume: preluarea deșeurilor de doze din aluminiu de la centrele de colectare, sortarea lor prin separare magnetică și compactarea sub formă de baloți. Etapele de curățare a deșeurilor, topirea și turnarea în lingouri are loc în unități specializate din afara țării. În final, lingourile sunt prelucrate prin laminare, iar din tabla rezultată se formează noi ambalaje tip doză din aluminiu în România.

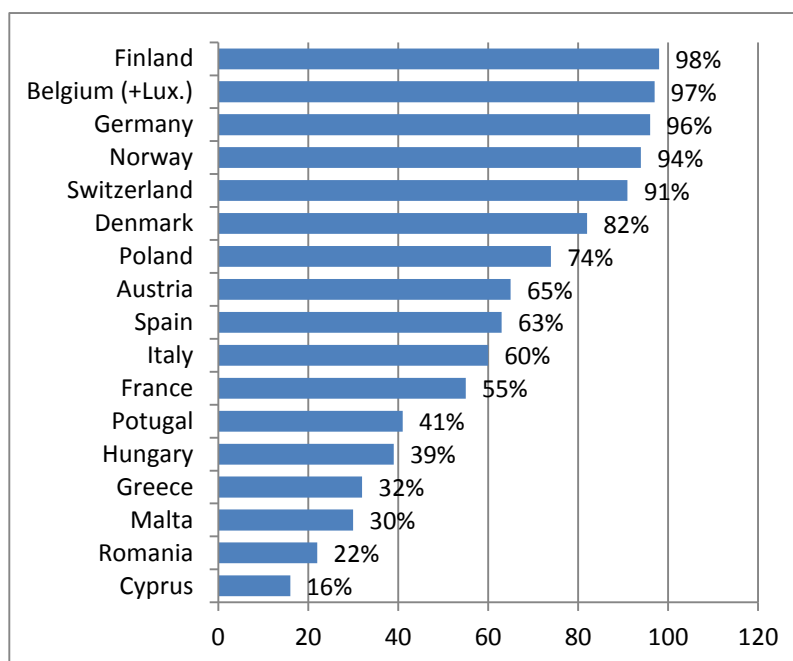


Figure 2. European aluminum cans recycling rates in 2011 [3].

The European Aluminium Association has established new goals to achieve regarding the recycling of aluminum cans, namely raising the recycling rate until 2015 to 75 % and by 2020 to 80 %. To achieve these objectives it is important to invest in existing and additional collection and sorting units [3].

3. The features of aluminum cans

Aluminum cans are used throughout the world, with different dimensions and filling capacities, but regarding their components, these are composed of two types of aluminum alloys. The can's lid is made of an alloy stronger and tougher than the

Asociația Europeană a Aluminiului a stabilit noi obiective de atins privind reciclarea dozelor de aluminiu și anume creșterea nivelului de reciclare până în anul 2015 la 75 % și până în anul 2020 la 80 %. Pentru a atinge aceste obiective este important să se investească în unitățile de colectare și sortare existente și suplimentare [3].

3. Particularitățile dozelor din aluminiu

Dozele din aluminiu sunt folosite în întreaga lume, având diferite dimensiuni și capacități de umplere, dar în ce privește componența lor, acestea sunt compuse din două tipuri de aliaje de aluminiu. Capacul dozei este format dintr-un aliaj mai

body of the can, whereas its upper part is provided with an opening system and requires high pressure resistance.

The can's body consists of AlMn₁Mg₁ alloy (3104-H19) which in the form of metal sheet has the thickness of approximately 0.31 mm (300 μm) and after processing the can's walls have a thickness of 0.10 mm (100 μm). Manganese, as the main alloying element in this type of alloy, makes it ductile, with good formability and medium strength. In addition to use in forming the aluminum can's body, it has also other applications such as building (in particular in the form of architectural sheet), in other packaging, in the industry of producing household appliances, heating installations (heating tubes), being frequently used because of its strength and formability, and because of its behaviour at welding, anodizing, because of its resistance to corrosion and relatively high thermal conductivity [4].

The lid of the aluminum can consists of another type of alloy, namely AlMg₄, 5Mn₀, 4 (5182-H34). The presence of magnesium as the main alloying element leads to a medium strength of this alloy, but still higher than the strength of AlMn₁Mg₁ alloy (3104-H19), while having also very good formability. The properties of this alloy, good formability, medium strength, excellent corrosion resistance and high quality anodizing ability and weldability, lead to the possibility of its application in many fields, such as building (façade panels) scaffolding, automotive (chassis components) and especially in marine applications (ship building, platforms, etc.) [4].

Another feature of these packages is their surface coating both inside and outside. The interior of aluminum cans is coated with an organic protective layer against oxidation and to block the contact between metal and product. This layer is a water-based varnish, with epoxy resin and organic solvent. On the outside there is an outer primary coating, followed by the application of the design and the final external coating with a water-based acrylic lacquer forming a layer of about 10 μm thickness. The thickness of the epoxy resin layer depends on the aggressiveness of the content; cans that contain aggressive products may require a thicker initial coating or a second layer of coating [5].

The fact that aluminum cans consist of two types of alloys and have different layers of varnish and paint on their surface, represents an impediment to their direct use in the aluminum

rezistent și mai dur decât cel al corpului dozei, întrucât partea superioară a acesteia este prevăzută cu sistemul de deschidere și necesită o rezistență ridicată la presiune.

Corpul ambalajului tip doză este format din aliajul AlMn₁Mg₁ (3104-H19) care sub formă de tablă are grosimea de aproximativ 0,31 mm (300 μm), iar după prelucrare pereții dozei au o grosime de 0,10 mm (100 μm). Manganul ca elementul principal de aliere în acest tip de aliaj, îl face ductil, având capacitate bună de formare și o rezistență medie. Pe lângă utilizarea în formarea corpului dozelor din aluminiu, acesta are și alte aplicații cum ar fi în construcții (în special sub formă de tablă arhitecturală), în alte ambalaje, în industria producătoare de electrocasnice, în instalații de încălzire (tuburi de încălzire), fiind utilizat frecvent datorită rezistenței și formabilității sale, datorită comportamentului său la sudare, anodizare, datorită rezistenței la coroziune și conductivității termice relativ mare [4].

Capacul dozei din aluminiu este format dintr-un alt tip de aliaj și anume AlMg₄,5Mn₀,4 (5182-H34). Prezența magneziului ca element principal de aliere duce la o rezistență medie a acestui aliaj, dar, totuși, mai mare decât rezistența aliajului AlMn₁Mg₁ (3104-H19), având, de asemenea, formabilitate foarte bună. Proprietățile acestui aliaj, formabilitate bună, rezistență medie, rezistență la coroziune excelentă, precum și capacitatea de anodizare de înaltă calitate și sudabilitate, duc la posibilitatea aplicării acestuia în multe domenii, cum ar fi: în construcții (panouri de fațadă), schele, în industria auto (componente de șasiu) și mai ales în aplicații marine (construcții de nave, platforme etc) [4].

O altă particularitate a acestor ambalaje este acoperirea suprafeței lor atât pe interior cât și pe exterior. Interiorul dozelor din aluminiu este acoperit cu un strat organic protector, împotriva oxidării și pentru a bloca contactul dintre metal și produs. Acest strat este un lac pe bază de apă, rășini epoxidice și solvent organic. Pe exterior există o acoperire exterioară primară, urmată de aplicarea design-ului și lăcuirea exterioară finală cu un lac acrilic pe bază de apă formând un strat de aproximativ 10 μm grosime. Grosimea stratului de rășini epoxidice depinde de agresivitatea conținutului; dozele ce conțin produse foarte agresive pot necesita un strat inițial mai gros sau un al doilea strat [5].

Faptul că ambalajele tip doză sunt compuse din două tipuri de aliaje și au diferite straturi de lacuri și vopsele pe suprafața lor, reprezintă un impediment în utilizarea lor directă în industria

industry. To fully benefit from their properties, such waste must go through a process of surface cleaning and a separation of alloys.

Generally, aluminum cans waste is recycled to form new cans, thus it is used for the same purpose forming a closed-loop recycling cycle, this being the most efficient way to process them, in terms of energy and resources consumption. In order to form new cans of the same type, a minimum addition of raw materials is required. Moreover, these alloys that form the aluminum can, may also be used in other applications, such as aluminum castings, as aluminum base for the development of other types of aluminum alloys, since they have a high purity, being necessary a refining of the metal bath in order to remove gases.

4. Methods of preparation for use of aluminum cans waste

In order to achieve a higher level of recovering aluminium from waste, their preparation is required before melting, casting and use. In case of aluminum cans, without removing the coatings, the degree of aluminum recovery from the recycling process is very low.

A method for removing coatings, which is in use, is the thermal cleaning where, the shredded aluminum cans are subjected to heat at a temperature just below the melting point of aluminum. The high temperatures incinerate the coatings to eliminate them, and cans treated in this manner can be recycled with a high recovery of aluminum. Thermal cleaning has at least two major drawbacks: the gase resulting from the combustion of coatings requires treatment to avoid harming the environment, metal losses occur and it is required a rigorous control of the temperature there being a fine line between insufficient removing, just enough and too much removing leading to oxidation and loss of material [6].

Another method used for removing coatings is cleaning with solvents. Many combinations of solutions have been attempted in this regard, such being: the use of methylene chloride or a mixture of methylene chloride with formic acid and/or acetic acid to promote the swelling, separation and removal of paint from aluminum cans. These solvents are effective for removing coatings, but they have disadvantages in terms of environmental protection, because they are volatile and dangerous and default their handling is cumbersome and expensive [6].

aluminiumului. Pentru a putea beneficia din plin de proprietățile lor, aceste deșeuri trebuie să treacă printr-un proces de curățare a suprafeței lor și o separare a aliajelor.

În general, deșeurile de doze din aluminiu sunt reciclate pentru a forma noi ambalaje tip doză, astfel, se utilizează în același scop formând un ciclu închis de reciclare, acesta fiind cel mai eficient mod de a le procesa, din punctul de vedere al consumului de energie și resurse. Pentru a forma noi ambalaje de același tip este necesar un adaos minim de materie primă. De altfel, aceste aliaje ce formează doza din aluminiu pot fi folosite și în alte aplicații, cum sunt piesele turnate din aluminiu, ca bază de aluminiu la elaborarea de alte tipuri de aliaje, întrucât au o puritate ridicată, fiind necesară o rafinare a băii metalice pentru a elimina gazele.

4. Modalități de pregătire pentru utilizare a deșeurilor de doze din aluminiu

Pentru a atinge un nivel cât mai mare de recuperare a aluminiului din deșeuri este obligatorie pregătirea acestora înainte de topire, turnare și utilizare. În cazul dozelor din aluminiu fără îndepărtarea acoperirilor, gradul de recuperare a aluminiului din procesul de reciclare este foarte scăzut.

O metodă pentru îndepărtarea acoperirilor, care este în uz, o reprezintă curățarea termică în care dozele din aluminiu mărunțite sunt supuse încălzirii la o temperatură puțin sub punctul de topire al aluminiului. Temperaturile ridicate incinerează acoperirile pentru a le elimina, iar dozele astfel tratate pot fi reciclate cu o recuperare foarte mare de aluminiu. Curățarea termică are cel puțin două dezavantaje majore: gazele ce rezultă în urma arderii acoperirilor necesită tratare pentru a nu dăuna mediului, au loc pierderi de metal și este necesar un control riguros al temperaturii existând o linie fină între îndepărtare insuficientă, exact suficientă și prea multă care să ducă la oxidare și pierdere de material [6].

O altă metodă utilizată pentru îndepărtarea acoperirilor este curățarea cu solvenți. S-au încercat numeroase combinații de soluții în acest sens, cum ar fi: utilizarea de clorură de metilen sau o combinație între clorură de metilen cu acid formic și/sau acid acetic pentru a promova umflarea, desprinderea și îndepărtarea vopselelor de pe dozele de aluminiu. Acești solvenți sunt eficienți pentru îndepărtarea acoperirilor, dar prezintă dezavantaje în ce privește protecția mediului, prin faptul că sunt volatili și periculoși și implicit manipularea acestora este greoaie și costisitoare [6].

In view of the disadvantages of the mentioned removing methods, the present aim is to find a combination of solvents or a method for cleaning aluminum-can type packaging which would give improved yields of aluminum recovery and which are admissible or even optimal regarding the protection of the environment.

Doris Arruda and Kathleen M. Tomaswick suggest as optimal solution in terms of environmental protection, the use of an aqueous solution, for the removal of coatings from aluminum cans, containing at least one short chain organic acid, preferably being a mixture of two short chain organic acids and optional components, such as surfactants, cleansing taking place through the contact between the packaging and the aqueous solution in the presence of heat and stirring. The best solution for the removal of coatings is considered by these researchers, an aqueous solution containing citric acid, lactic acid and optionally a surfactant. When applying coatings on metal a physical bond forms between them and the acids act by loosening and breaking this bond. Coatings treated with such a solution containing acids, do not dissolve, but detach from the metal, in the form of large or small particles of coating foils, so the solution may be filtered, to remove particles of coating, and reused. Agitation plays an important role in this process of removing coatings, whereas the more the waste is agitated in solution, the faster the separation of coating from the metal takes place [6].

In this sense, an attempt was made to remove coatings from aluminum cans waste, using two acids with a minimum level of danger in handling and with minimum impact on the environment: the lactic acid and citric acid.

4.1. Materials and methods

In order to achieve the removal of coatings, monohydrate citric acid and lactic acid 80 % concentration were used as solvents, in different proportions, diluted in demineralized water. Aluminum cans waste was prepared by washing, drying and shredding up to dimensions of approximately 1 cm².

The solution used for the removal of coatings consist of 100 ml of demineralized water, 8 ml of lactic acid and 8 g of monohydrate citric acid. Using the measuring cylinder 100 ml of demineralized water were measured and then transferred to a Berzelius beaker with 8 ml of lactic acid and 8 g of citric acid weighed using an analytical balance.

Având în vedere dezavantajele care le prezintă metodele de îndepărtare menționate, în prezent se urmărește găsirea unei combinații de solvenți sau a unei metode de curățare a ambalajelor tip doză din aluminiu care să dea randamente îmbunătățite de recuperare a aluminiului și care sunt acceptabile în ce privește protecția mediului sau chiar optime.

Doris Arruda și Kathleen M. Tomaswick propun ca soluție optimă în ce privește protecția mediului, utilizarea unei soluții aproape pentru îndepărtarea acoperirilor de pe dozele din aluminiu, conținând cel puțin un acid organic cu catenă scurtă, preferabil fiind un amestec de doi acizi organici cu catene scurte și componente opționale, cum ar fi agenți tensioactivi, curățarea având loc prin contactul dintre ambalaje și soluția aproasă, în prezența căldurii și a agitării. Cea mai bună soluție pentru îndepărtarea acoperirilor este considerată de către acești cercetători, o soluție apoasă conținând acid citric, acid lactic și opțional un agent tensioactiv. La aplicare acoperirilor pe metal se formează o legătură fizică între acestea, iar acizii acționează prin slăbirea și ruperea acestei legături. Acoperirile tratate cu o astfel de soluție conținând acizi, nu se dizolvă, ci se desprind de pe metal, sub formă de particule mari sau mici folii de acoperire, astfel soluția poate fii filtrată pentru a elimina particulele de acoperire și refolosită. Agitarea joacă un rol important în acest proces de îndepărtare a acoperirilor, întrucât cu cât deșeurile sunt agitate mai tare în soluție cu atât are loc separarea acoperirii de metal mai repede [6].

În acest sens s-a încercat îndepărtarea acoperirilor de pe deșeuri de doze din aluminiu, utilizând doi acizi cu un nivel minim de pericolozitate în manipulare și cu impact minim asupra mediului: acidul lactic și acidul citric.

4.1. Materiale și metodă

Pentru realizarea îndepărtării acoperirilor s-au folosit ca solvenți acidul citric monohidrat și acid lactic de concentrație 80 %, în diferite proporții, diluate în apă demineralizată. Deșeurile de doze din aluminiu au fost pregătite prin spălare, uscare și mărunțire până la dimensiuni de aproximativ 1 cm².

Soluția folosită pentru îndepărtarea acoperirilor constă în 100 ml apă demineralizată, 8 ml acid lactic și 8 g de acid citric monohidrat. Utilizând cilindrul gradat s-au măsurat 100 ml de apă demineralizată ce a fost transferată apoi într-un pahar Berzelius împreună cu 8 ml acid lactic și 8 g acid citric cântărit cu ajutorul balanței analitice.

The beaker with the solution thus prepared and the associated magnet of the equipment was put on the plate of the magnetic stirrer to increase the temperature of the solution (Figure 3). With the help of a thermodetector, the temperature of the solution was measured, and when it has reached 50 °C, 12 g of shredded waste in the form of aluminum plates, weighed with the analytical balance, were immersed in the beaker.

Paharul cu soluția astfel pregătită și magnețelul aferent echipamentului a fost pus pe plita agitatorului magnetic cu încălzire pentru a crește temperatura soluției (figura 3). Cu ajutorul termodetectorului s-a măsurat temperatura soluției, iar când aceasta a ajuns la 50 °C s-au imersat în pahar 12 g de deșeu mărunțit sub formă de plăcuțe de aluminiu, cântărit cu balanța analitică.



Figure 3. The process of coating removal from the aluminum surface.

4.2. Results and discussions

After one hour in which the solution loaded with waste came to a boil and was stirred at about 350 revolutions/min. a partial removal of coatings from the metal surface was observed by sampling. At an interval of 30 minutes after the first sampling other aluminum plates from the solution were also analyzed and the removal of lacquers on the metal at the rate of about 75-80% was observed. After 2 hours from the immersion of the shredded waste in the solution, the complete removal of the coatings from their surface could be observed (Figure 4).

4.2. Rezultate și discuții

După o oră în care soluția încărcată cu deșeuri a ajuns la fierbere și a fost agitată la aproximativ 350 rot/min. s-a putut observa o îndepărtare parțială a acoperirilor de pe suprafața metalului prin prelevarea de probe. La un interval de 30 min. de la prima prelevare s-au analizat alte plăcuțe de aluminiu din soluție și s-a observat îndepărtarea lacurilor de pe metal în proporție de aproximativ 75-80%. După 2 ore de la introducerea deșeurilor mărunțite în soluție s-a putut observa îndepărtarea completă a acoperirilor de pe suprafața acestora (figura 4).

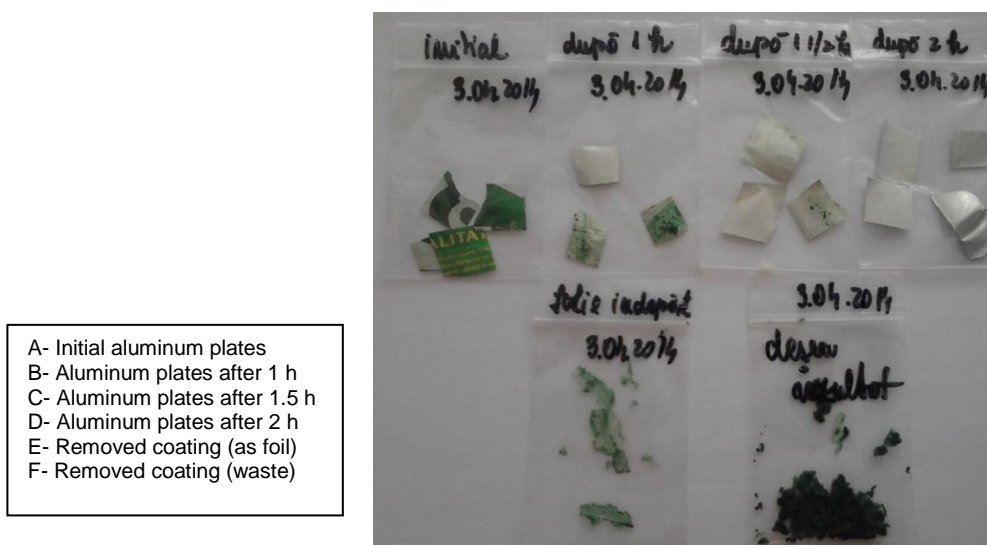


Figure 4. The gradual removal of coatings from the metal at different time intervals and its outcome.

Coated aluminum plates, thus treated, were removed from solution, washed and dried. In the used solution the detached coatings from the metal have been observed as thin foils with a lower density than the density of water and have been separated from the solution by filtration, such that by regeneration, the solution can be reused. Figure 5 shows the can waste plates in their original state and after the removal of the coatings. Plates in Figure 5b can be melted to form new packaging or other products such as castings.

Plăcuțele de aluminiu acoperite, astfel tratate, au fost scoase din soluție, spălate și uscate. În soluția folosită s-au putut observa acoperirile desprinse de pe metal sub formă de folii subțiri cu densitate mai mică decât densitatea apei, ce au fost separate de soluție prin filtrare, astfel că prin regenerare, soluția poate fi refolosită. În figura 5 se pot observa plăcuțele de deșeu de doze în starea lor inițială și după îndepărtarea acoperirilor. Plăcuțele din figura 5b pot fi topite pentru a forma noi ambalaje sau alte tipuri de produse, cum sunt piesele turnate.

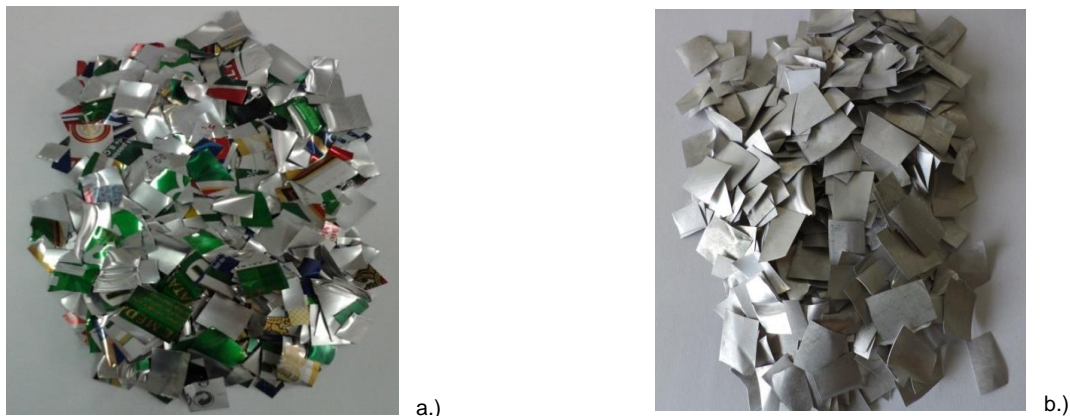


Figure 5. Plates of aluminum cans waste:
a.) Before coating removal. b.) After coating removal.

In order to determine the effectiveness of this method of coating removal, were examined primary aluminum alloy plates used in the forming process of cans (Figure 6) and plates of treated waste in final state (Figure 7), as it is intended that the treated waste to be used as a substitute for primary alloy with a minimum consumption of resources. Thus it was analyzed, the surface and the chemical composition of these plates by x-ray spectroscopy. In terms of surface, the differences between these plates are minor, on the treated waste plate are observed only traces of the coatings removal process.

Pentru a determina eficiența acestei metode de îndepărtare a acoperirilor s-au analizat plăcuțe din aliajul primar de aluminiu folosit la formarea dozelor (figura 6) și plăcuțele de deșeu tratat în formă finală (figura 7), întrucât se urmărește ca deșeul tratat să poată fi folosit ca înlocuitor al aliajului primar cu un minim de consum de resurse. Astfel s-a analizat suprafața și compoziția chimică a acestor plăcuțe prin spectroscopie de raze x. În ce privește suprafața, diferențele dintre aceste plăcuțe sunt minore, pe plăcuța de deșeu tratat observându-se doar urme de la procesul de îndepărtare a acoperirilor.

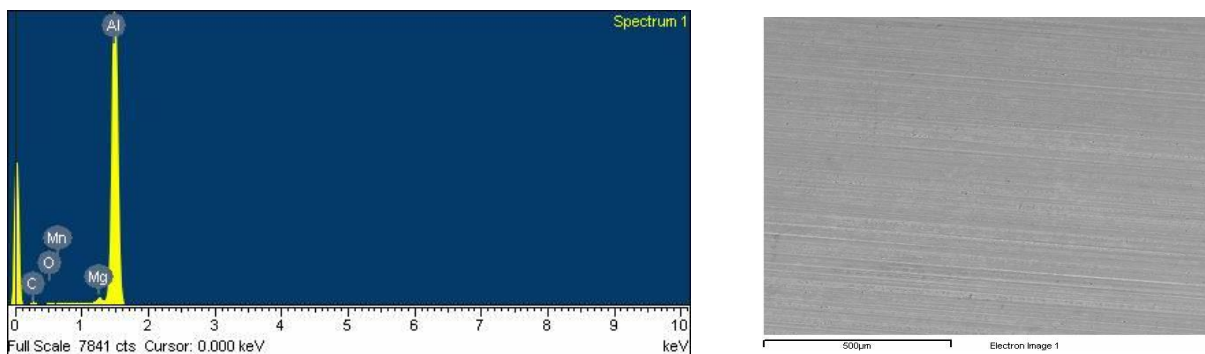


Figure 6. EDX spectrum and SEM image of the primary aluminum alloy plate.

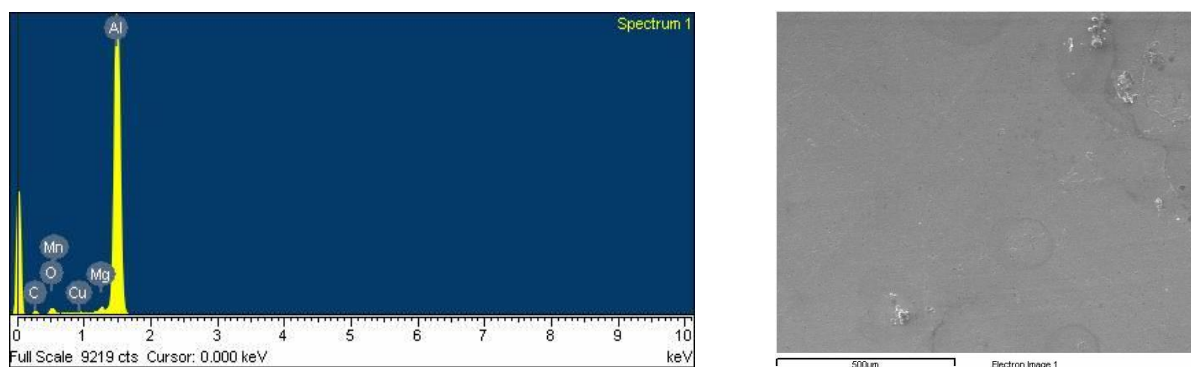


Figure 7. EDX spectrum and SEM image of the treated aluminum waste plate.

As can be seen in Figures 6 and 7, nor with regard to the chemical composition of the aluminum plates, there are no major differences, copper being the distinctive element identified by the EDX analysis of the treated aluminum alloy.

For the elemental analysis of the primary aluminum alloy plate, aluminum was identified as the main element in proportion of 79 % (Table 2), carbon at the rate of 16 % and oxygen, magnesium and manganese in very small amounts.

In the case of treated aluminum waste plate (Table 3) the amount of carbon and oxygen is higher than in the primary alloy, aluminum as a basic element was found at a rate of 70 %, magnesium and manganese are the same, found in small amounts. The distinctive element that was found in the composition of the treated waste plate is copper, but in a very low rate of 0.06%.

După cum se poate observa în figurile 6 și 7, nici în ce privește compoziția chimică a plăcuțelor din aluminiu nu există diferențe majore, cuprul fiind elementul distinctiv ce a fost identificat la analiza EDX a aliajului de aluminiu tratat.

La analiza elementală a plăcuței din aliaj de aluminiu primar s-a identificat aluminiul ca element principal în proporție de 79 % (tabelul 2), carbonul în proporție de 16 %, iar oxigen, magneziu și mangan în cantități foarte mici.

În cazul plăcuței de deșeu de aluminiu tratat (tabelul 3) cantitatea de carbon și oxigen este mai mare față de aliajul primar, aluminiul ca element de bază s-a găsit în proporție de 70 %, magneziul și manganul se găsesc la fel, în cantități mici. Elementul distinctiv ce s-a găsit în componența plăcuței de deșeu tratat este cuprul, dar într-o proporție foarte mică de 0,06 %.

Table 2.
EDX elemental analysis of primary aluminum alloy plate.

Element	App Conc.	Intensity Corrn.	Weight [%]	Weight [%] Sigma	Atomic [%]
C K	0.72	0.2105	16.72	0.13	30.81
O K	0.33	0.7330	2.16	0.05	2.99
Mg K	0.19	1.3495	0.69	0.01	0.63
Al K	20.46	1.2540	79.47	0.13	65.19
Mn K	0.16	0.8191	0.95	0.04	0.38
Totals			100.00		

Table 3.
EDX elemental analysis of treated secondary aluminum alloy plate.

Element	App Conc.	Intensity Corrn.	Weight [%]	Weight [%] Sigma	Atomic [%]
C K	1.24	0.2325	19.12	0.14	33.16
O K	1.81	0.7441	8.72	0.07	11.36
Mg K	0.20	1.2644	0.56	0.02	0.48
Al K	23.86	1.2039	70.85	0.16	54.71
Mn K	0.16	0.8108	0.69	0.04	0.26
Cu K	0.01	0.7878	0.06	0.11	0.02
Totals			100.00		

5. Conclusions

Aluminum waste recycling is the way to obtain aluminum, efficient in terms of cost compared to obtaining primary aluminum from bauxite ore, and with low environmental impact. Romania, with a rate of only 22 %, in respect of the aluminum cans recycling, ranks nearly on last place in Europe.

The fact that aluminum cans consist of two types of aluminum alloys and have different layers of varnish and paint on their surface, represents an impediment to their direct use in the aluminum industry, so it is necessary their passing through a process of surface cleaning and a separation of alloys.

Removing the lacquers from aluminum cans waste as a preceding process to melting was achieved using two acids with a minimum of danger in handling and with minimal environmental impact: lactic acid and citric acid. After 2 hours from the immersion of the shredded waste in the solution, the complete removal of the coating from the surface was obtained. By filtration and regeneration, the solution, containing the detached coatings from the metal can be reused.

The SEM/EDX analysis results on plates of treated aluminum alloy waste and primary aluminum alloy, indicate that the removal of coatings using citric acid and lactic acid is effective, the differences between the treated waste plates and those of primary alloy being very small in terms of chemical composition, thus being able to be used as a raw material in the formation of new aluminium packaging.

Generally, aluminum cans waste is recycled to form new cans, this being the most efficient way to process them, in terms of energy and resources consumption, but these may also be used in other applications, such as aluminum castings, as aluminum base for the development of other types of aluminum alloys, since they have a high purity, being necessary a refining of the metal bath in order to remove gases.

References

- [1] Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de la Mer, Document de référence sur les meilleures techniques disponibles- Industrie des métaux non ferreux, Décembre 2001, 12.
- [2] Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice, Agenția Națională pentru Protecția Mediului, Raport național privind starea mediului anul 2012, ANPM, București, 2013, 185-186.
- [3] ***, <http://www.recyclingportal.eu/artikel/31927.shtml>
- [4] ***, <http://aluminium.matter.org.uk/content/html/eng/default.asp?catid=214&pageid=2144417044>
- [5] U. S. Environmental Protection Agency, Metal Can Manufacturing--Surface Coating, North Carolina, September 1998, 20-24.
- [6] Doris A., Kathleen M. T., Chemical delacquering process, USA Patent, 2002, No. 6419755.

5. Concluzii

Reciclarea deșeurilor din aluminiu este modalitatea de a obține aluminiu, eficient din punct de vedere al costului în comparație cu obținerea aluminiului primar din minereul de bauxită și cu impact redus asupra mediului. România, cu un procent de doar 22 %, în ce privește reciclarea dozelor din aluminiu, se clasează aproape pe ultimul loc din Europa.

Faptul că ambalajele tip doză din aluminiu sunt compuse din două tipuri de aliaje de aluminiu și au diferite straturi de lacuri și vopsele pe suprafața lor, reprezintă un impediment în utilizarea lor directă în industria aluminiului, astfel că este necesară trecerea lor printr-un proces de curățare a suprafeței și o separare a aliajelor.

Îndepărtarea lacurilor de pe deșeurile de doze din aluminiu ca proces premergător topirii, a fost realizată utilizând doi acizi cu un nivel minim de pericolozitate în manipulare și cu impact minim asupra mediului: acidul lactic și acidul citric. După 2 ore de la introducerea deșeurilor mărunțite în soluție s-a obținut îndepărtarea completă a acoperirilor de pe suprafața acestora. Prin filtrare și regenerare soluția conținând acoperirile desprinse de pe metal poate fi refolosită.

În urma analizelor SEM/EDX a plăcuțelor de deșeu din aliaj de aluminiu tratat și a aliajului de aluminiu primar, rezultă faptul că îndepărtarea acoperirilor utilizând acid citric și lactic este una eficientă, diferențele dintre plăcuțele tratat și cele din aliaj primar fiind foarte mici în ceea ce privește compoziția chimică, astfel putând fi folosite ca materie primă la formarea de noi ambalaje din aluminiu.

În general, deșeurile de doze din aluminiu sunt reciclate pentru a forma noi ambalaje tip doză, acesta fiind cel mai eficient mod de a le procesa, din punctul de vedere al consumului de energie și resurse, dar acestea pot fi folosite și în alte aplicații, cum sunt piesele turnate din aluminiu, ca bază de aluminiu la elaborarea de alte tipuri de aliaje, întrucât au o puritate ridicată, fiind necesară o rafinare a băii metalice pentru a elimina gazele.

STUDIES ON IMPROVING WORKING CONDITIONS IN SECTORS EXTRACTING CASTINGS

STUDII ASUPRA ÎMBUNĂȚĂȚIRII CONDIȚIILOR DE MUNCĂ DIN SECTOARELE DE DEZBATERE A PIESELOR TURNATE

Dan Dumitru PORCAR, Emilian Narcis RIȚI-MIHOC*, Emil RIȚI-MIHOC

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: The paper presents several technologies to improve indoor air debate sectors castings. They used equipment that creates the possibility of aspiration and efficient retention of pollutants resulting from production processes. The equipment used creates the possibility of improving working conditions and reducing pollution in metallurgical sectors.

Keywords: reduction of dust, mold castings debate.

Rezumat: În lucrare sunt prezentate câteva tehnologii pentru îmbunătățirea atmosferei interioare în sectoarele de dezbatere a pieselor turnate. Sunt utilizate echipamente care creează posibilitatea aspirării și reținerii eficiente a poluanților rezultați în urma proceselor de producție. Echipamentele utilizate creează posibilitatea îmbunătățirii condițiilor de munca și reducerii poluării în sectoarele metalurgice.

Cuvinte cheie: reducerea emisiilor de praf, dezbatere forme.

1. Introduction

Currently technologies debate and cleaning castings are one of the sources of dust in foundries. Dust emissions have negative effects on all components of the environment, human personnel, equipment and surroundings near these sources of pollution. Ensuring environmental requirements imposed achieving productive investment to modernize these sectors in order to reduce emissions of these pollutants. In these circumstances the use of modern equipment or upgrade existing ones should be a priority of all operators in Romania.

2. Teoretical considerations

Uses of aspiration system of pollutants ensure their capture in order to retain dust purification equipment specific. Figure 1 shows the theoretical variation of the speed of carrier fluid to the aspiration suction mouth [1].

1. Introducere

La ora actuală tehnologiile de dezbatere și de curățire a pieselor turnate reprezintă una din sursele de praf din turnătorii. Emisiile de praf au efecte negative asupra tuturor componentelor mediului, personalului uman, echipamentelor și împrejurimile de lângă aceste surse de poluare. Asigurarea unor cerințe de mediu a impus realizarea unor investiții pentru modernizarea acestor sectoare productive în sensul reducerii emisiilor acestor poluanți. În aceste condiții utilizarea unor echipamente moderne sau modernizarea celor existente trebuie să constituie un obiectiv prioritar al tuturor agenților economici din România.

2. Considerații teoretice

Utilizarea sistemelor de aspirație a poluanților asigură captarea acestora în vederea reținerii prafului în echipamentele de epurare specifice. În figura 1 este prezentată variația teoretică a vitezei fluidului purtător la nivelul gurii de aspirație [1].

The ratio of air velocity V_a of a point at a distance from the suction port and the speed of the suction is also shown in Figure 1.

Is apparent that the major axis of the aspiration air velocity has the largest value. The particles are entrained in the air sucked on the basis of the phenomenon of carrier-bearing [2]. Reduce airspeed and therefore lift Having regard to lift and a decrease in the literature indicated for the long-distance systems use air-entraining [1, 3]. Retraining can be done by blowing air. Injection speed can be measured in the same conditions of vacuum.

Raportul dintre viteza aerului V_a dintr-un punct aflat la o anumită distanță de gura de aspirație și viteza maximă V_m din gura de aspirație este de asemenea prezentat în figura 1. Se poate observa că pe axa principală de aspirație viteza aerului are cele mai mari valori. Particulele aspirate sunt antrenate de aerul purtător pe baza fenomenului de portanță [2]. Reducerea vitezei aerului și deci a portanței face ca la o anumită distanță particulele să nu mai poată fi aspirate.

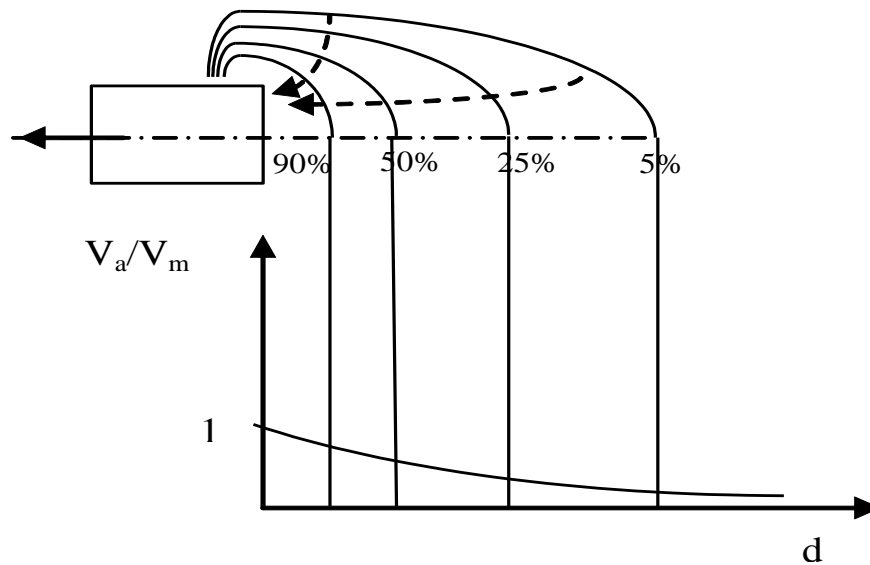


Figure 1. The graph speed relative to distance from the suction surface nuisances present.

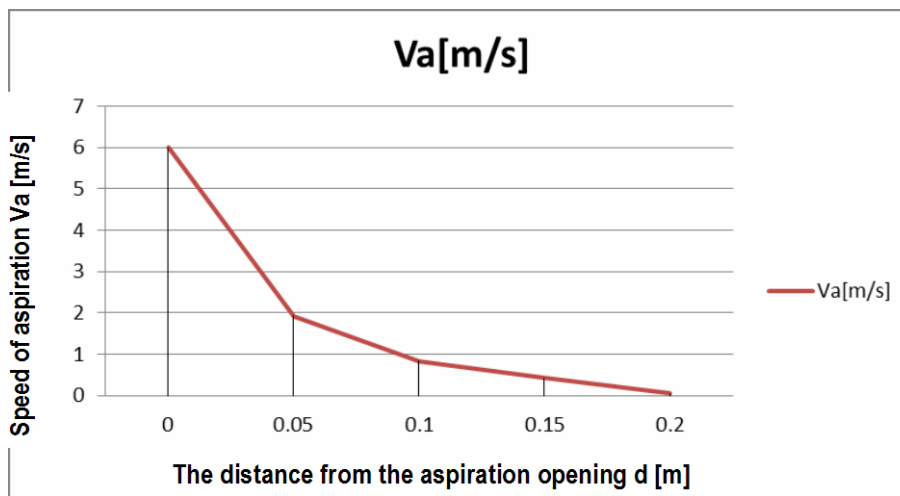


Figure 2. Variation rate of aspiration function of the distance from the surface of the air aspiration.

Figure 3 shows the plot of velocity variation depending on the distance from the mouth of insufflation.

În figura 3 este prezentat graficul variației vitezei V_i în funcție de distanța de la gura de insufflare.

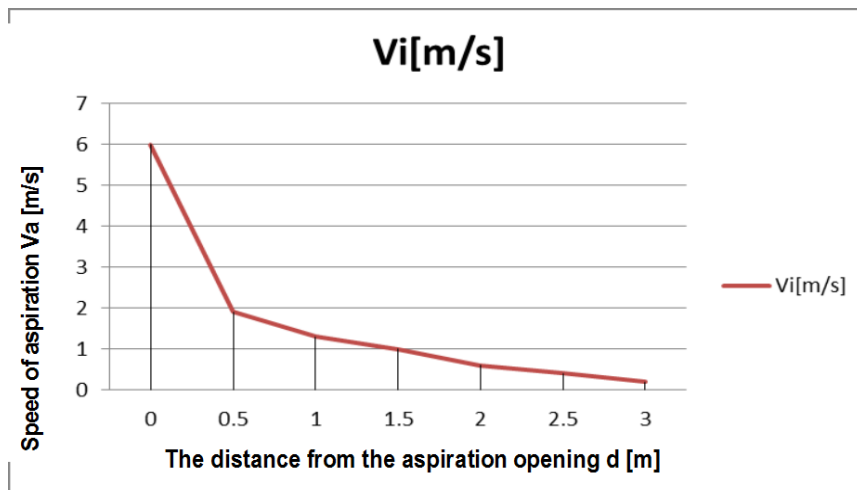


Figure 3. The variation in the insufflation's rate depending on the distance from the surface of the air insufflation.

From the graph shown in figure 3 shows that particles can retrain the distance from mouth insufflation.

Din graficul prezentat în figura 3 rezultă că particulele pot fi reantrenate la distanțe mari de la gura de insuflare.

3. Presentation installations before upgrading

3. Prezentarea instalațiilor înainte de modernizare

Plants were in the debate existing pollution norms during their introduction to service. Over the years the physical wear equipment led to the gradual increase of dust emissions, especially during the debate very large of forms. By introducing new pollution norms aspiration equipment do not meet the new situation which has led repeatedly to overcoming maximum levels both in the short and long term emissions admissible values dust.

Instalațiile de dezbatere se încadrau în normele de poluare existente în perioada introducerii acestora în exploatare. Odată cu trecerea anilor uzura fizică a echipamentelor a condus la creșterea progresivă a emisiilor de praf, în perioada dezbaterii formelor de dimensiuni foarte mari. Prin introducerea noilor norme de poluare echipamentele de aspirație nu mai făceau față noilor situații, ceea ce a condus în mod repetat la depășirea nivelurilor maxime atât pe termen scurt cât și pe termen lung a valorilor admisibile a emisiilor prăfoase.

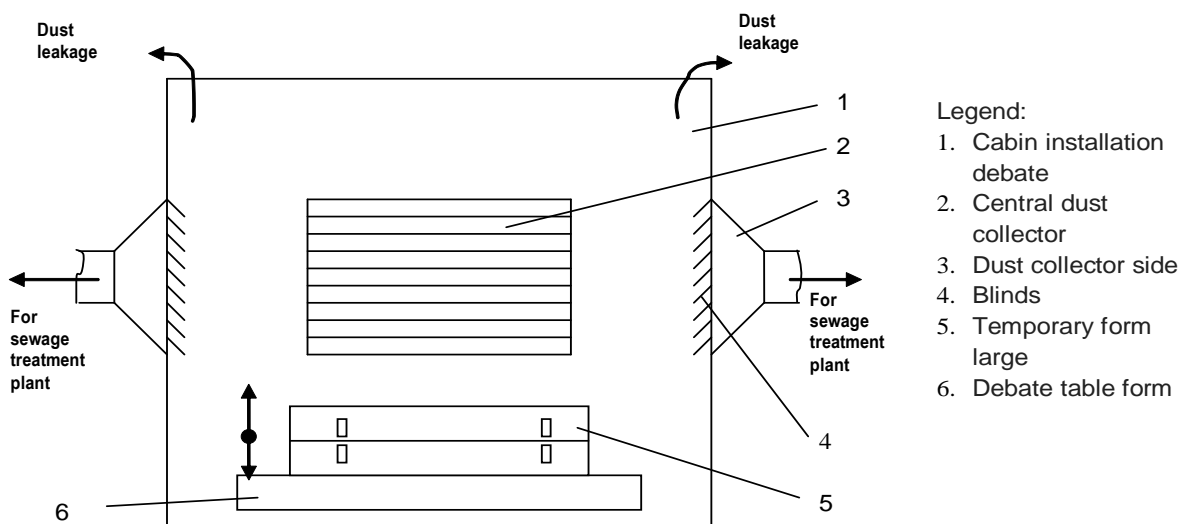


Figure 4. Schema an debate installation of before modernized.

In Figure 4 is shown schematically installation before upgrading. The operation of the installation was the next to The operation mod of the installation was the next to. It introduces temporary form 5 with crane and deposited on the table for debated and mold release 6. Table executes a vibratory movement of high amplitude, leading to the mold release debate form respectively. During the debate and Mold release resulting amounts of dust. They are absorbed by the central collector 2 and the side, 3 where dust is then directed to the treatment plant. In order to increase the yield factor of the capture dust particles in the absorption blinds have 4, been introduced. Disadvantages of the system are the impossibility capture emissions from the corner areas what you drive to significant leakage of dust in the environment. The small particles that were strongly accelerated during the debate and they escaped into the production hall.

4. Presentation of modernizeds installations

To avoid leakages of dust were mainly two viable solutions for these installations.

The first solution was closure thereof with the help of lids.

A second solution was closure thereof with the help of solid walls, but not with the help of air curtains.

The most convenient solution for modernization was through the introduction of air insufflation in the top of the plant. These injection systems are directed so helps captors side aspire entirely dust that rises during the debate.

Directorate air jets so instilled by these curtains is designed to cover the entire cabin area of debate. The speed that the air jet must have been so calculated that it does not exceed 0.7 m/s in the central point of the cabin [1], [3].

For air entrainment have used low-pressure ventilators, dimensioned for pressure losses in the circuits of instilling air and pressure drop ejectors placed inside the cabin [1].

În figura 4 este prezentată schematic instalația înainte de modernizare. Modul de funcționare al instalației a fost următorul. Se introduce forma temporară 5 cu ajutorul podului rulant și se depune pe masa de dezbaterie și demulare 6. Masa execută o mișcare vibratorie cu amplitudini mari, ceea ce conduce la demularea și respectiv dezbaterea formei. În timpul procesului de demulare și dezbatere rezultă cantități însemnate de praf. Acestea sunt absorbite de captatorul central 2 și de cei laterali 3 de unde praful este apoi direcționat spre instalațiile de epurare. Pentru a crește randamentul factorului de captare a particulelor de praf în zona de absorbție s-au introdus jaluzelele 4. Dezavantajele sistemului constau în imposibilitatea captării emisiilor din zonele de colț ceea ce conducea la importante scăpări de praf în mediul ambiant. De asemenea particulele de dimensiuni reduse care erau puternic accelerate în timpul procesului de dezbatere scăpau și ele în mediul halei de producție.

4. Prezentarea instalațiilor modernizate

Pentru evitarea scăpărilor de praf s-au ales două soluții viabile pentru aceste instalații.

Prima soluție a fost închiderea acestora cu ajutorul unor capace.

A doua soluția a fost închiderea acestora cu ajutorul nu a unor pereți solizi ci cu ajutorul unor perdele de aer.

Soluția cea mai convenabilă a fost introducerea unor sisteme de insuflare a aerului în partea superioară a instalației. Aceste sisteme de insuflare sunt direcționate să ajute captatorii laterali să aspire în întregime particulele de praf care se ridică în timpul procesului de dezbatere.

Direcția jeturilor de aer insuflate prin aceste perdele este astfel proiectată astfel încât să acopere integral suprafața cabinelor de dezbaterie. Viteza pe care jetul de aer trebuie să o aibă a fost astfel calculată încât ea să nu fie mai mare de 0,7 m/s în punctul central al cabinei [1], [3].

Pentru antrenarea aerului s-au folosit ventilatoare de joasă presiune, dimensionate pentru acoperirea pierderilor de presiune în circuitele de insuflare a aerului și a pierderilor de presiune pe ejectoarele introduse în interiorul cabinei [1].

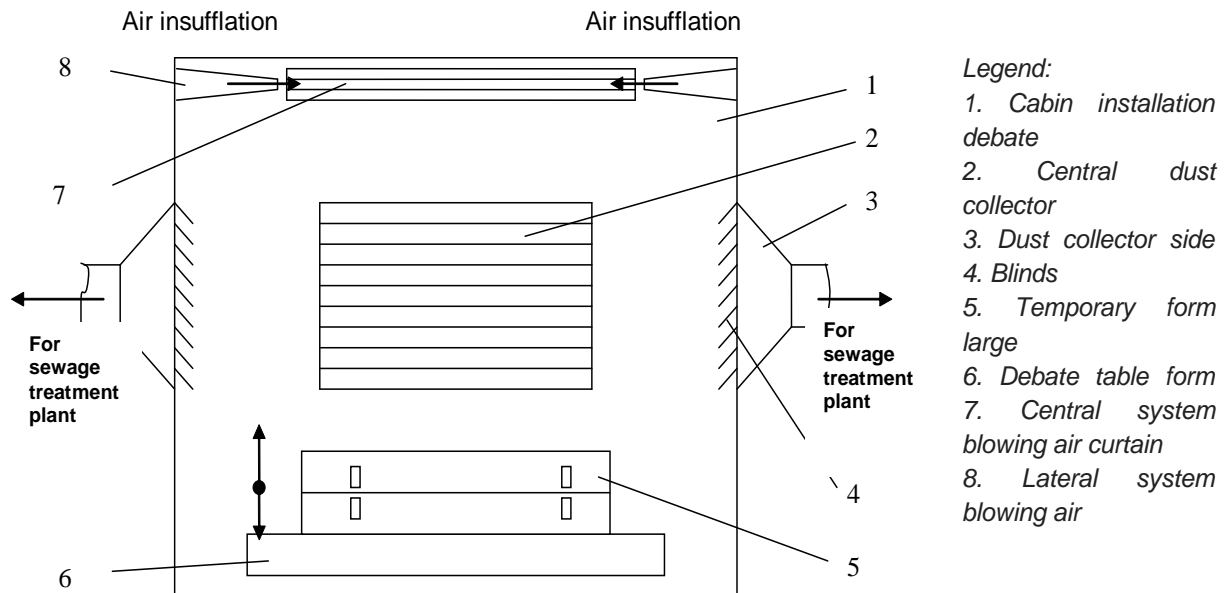


Figure 5. Schema an debate installation moderniyed.

Those ejectors piping together with system-related and of instilling fans 7 and 8 of Figure 5. Installations were set to work in automatic cycle so that they can be decoupled timed power systems to the debate installations shut down. Those of air curtains have the advantage of eliminating lids that close these installations and access to the zone can be much easier than in previous terms of modernization, which actually leads to facilitate the work with this equipment.

5. Conclusion

By upgrading the debate forms large casting lines ensures optimum work area and their proximity and thus the working halls where they are installed [4]. Plants introduced after this upgrade did not result in modification of existing installations only filling with air insufflation systems. The chosen solution can be applied to other similar installations of some equipment generating dust or other pollutants [5] to improve working conditions and reduce emissions. Among these plants blast cleaning cabinet type, or even drafting installations for the alloys [6].

Aceste ejectoare formează împreună cu tubaturile și ventilatoarele aferente sistemele de insuflare 7 și 8 din Fig. 5. Instalațiile au fost prevăzute să lucreze în ciclu automat astfel încât ele să fie decuplate temporizat de la sistemele de alimentare cu energie la oprirea instalației de dezbatere. Aceste perdele de aer au avantajul eliminării capacelor ce închid aceste instalații, iar accesul în zonă se poate face mult mai ușor decât în condițiile anterioare modernizării, fapt ceea ce conduce și la ușurarea muncii cu aceste echipamente.

5. Concluzii

Prin modernizarea instalațiilor de dezbatere a formelor mari de pe liniile de turnare se asigură condiții optime în zona de lucru și din imediata apropiere a acestora și implicit în halele de lucru unde acestea sunt instalate [4]. Instalațiile introduse în urma acestei modernizări nu au condus la modificarea instalației existente ci numai la completarea cu sistemele de insuflare a aerului. De asemenea soluția aleasă poate fi aplicată și pentru alte instalații similare ale unor echipamente generatoare de praf sau alte tipuri de noxe [5] în vederea îmbunătățirii condițiilor de muncă și reducerii emisiilor poluante. Dintre acestea amintim instalațiile de curățire prin sablare tip cabină, sau chiar instalațiile de elaborare a aliajelor [6].

References

- [1] Cristea, Al., *Probleme de proiectare a instalațiilor de ventilare industrială*, Editura Tehnică, București, 1958.
- [2] Porcar, D.D., *Schimbări climatice și protecția atmosferei*, Editura UTPress, Cluj-Napoca 2009, ISBN 978-973-662-464-3.
- [3] Idelcik, I. E., *Îndrumător pentru calculul rezistențelor hidraulice* (traducere din limba rusă), Editura Tehnică , București, 1984.
- [4] Voicu, V., *Combaterea noxelor în industrie*, Editura Tehnică, București, 2002, ISBN 973-31-2130-4
- [5] Porcar, D. D., Rus, V., Coroș, C. R., *Instalație modernă cu emisii reduse pentru curățirea pieselor metalice*, Simpozion ROMAT 2004, București, 2004.
- [6] Porcar, D.D., Coroș, C.R. Husar, I.N., *Modernizarea parascânteilor uscate la cubilouri*, Simpozion Conferința Națională de Metalurgie și Știința Materialelor CNSMN 10-11 octombrie 2002, București, 2002.

RECYCLING OF COPPER CASTINGS INDUSTRY

RECICLAREA CUPRULUI ÎN INDUSTRIA PIESELOR TURNATE

Oana Cornelia SALANȚĂ*, Vasile Filip SOPORAN,
Maria Camelia BUNGĂRDEAN, Florina Liliana POTRA

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: The extensive use of copper, manufactured in various forms, leading to the accumulation of large amounts of waste. Recycling is important not only through the prism reduction of the quantity of waste, but also because of the copper products reuse as production of copper in recycled products requires 85% less energy than the production of copper ore. Due to its very high electrical conductivity, the main area of application is the copper production of metallic conductors for the energy industries. It is a durable material that continues to operate during a product's life cycle, without significant loss of performance. In general, the waste of copper in electrical cables are recycled and returned to the production process of the wires and electric cables but can also be used for other applications, such as molded castings copper.

Keywords: copper, mould castings, recycling, electrical wiring.

1. Introduction

Copper has been among the first metals extracted and used by humans, so that it may submit a major contribution to the development of society of ancient times. Due to its high electric conductivity (from this point of view is on the silver metal), the main area of application is the copper production of metallic conductors for energy industries, electrical equipment, electronics, telecommunications, etc. Copper is a durable material that continues to operate during a product's life cycle, without significant loss of performance. [2]

Metallic copper is produced in many countries, in Fig. 1. It is presented distribution on continents, primary production of copper. About 88% of production of copper comes from this metal ore processing. The remaining 12% is provided by copper recycling of waste. [2]

Rezumat: Folosirea pe scară largă a cuprului, prelucrat sub diferite forme, conduce la acumularea unor cantități însemnate de deșeuri. Reciclarea este importantă nu numai prin prisma reducerii cantității de deșeuri, ci și datorită refolosirii produselor de cupru, deoarece producția de cupru din produse reciclate necesită cu 85% mai puțină energie decât producția din minereu de cupru. Datorită conductibilității sale electrice foarte mari, principalul domeniu de utilizare a cuprului îl reprezintă producția de conductori metalici pentru industriile energetice. Este un material durabil care continuă să funcționeze pe parcursul ciclului de viață al unui produs, fără pierderea semnificativă a performanțelor. În general, deșeurile de cupru din cablurile electrice sunt reciclate și reintroduse în procesul de producție a firelor și cablurilor electrice dar pot fi folosite și în alte aplicații, cum sunt piesele turnate din cupru.

Cuvinte cheie: cupru, piese turnate, reciclare, cabluri electrice.

1. Introducere

Cuprul a fost printre primele metale extrase și utilizate de oameni, ceea ce a făcut ca acesta să prezinte o contribuție majoră la dezvoltarea societății din cele mai vechi timpuri. Datorită conductibilității sale electrice foarte mari (din acest punct de vedere este aldoilea metal după argint), principalul domeniu de utilizare a cuprului este producția de conductori metalici pentru industriile energetice, electrotehnice, electronice, telecomunicații, etc. Cuprul este un material durabil care continuă să funcționeze pe parcursul ciclului de viață al unui produs, fără pierderea semnificativă a performanțelor. [2]

Cuprul metallic este produs în multe țări, în Fig. 1. este prezentată distribuția pe continente, a producției primare de cupru. Circa 88% din producția de cupru provine din prelucrarea minereurilor acestui metal. Restul de 12% este asigurat de reciclarea cuprului din deșeuri. [2]

In Romania copper occurred about a pyrometallurgical through melting furnaces with hearth and melting in suspension, and at present is to be obtained only from scrap metal.

Growing demand has made that copper production to rise enough in the past few years. Substantial savings can be achieved by reusing the copper recovered from waste.

În România cuprul s-a produs pe cale pirometalurgică prin topire în cuptoare cu vatră și topire în suspensie, iar în prezent se obține numai din deșeuri metalice.

Cererea tot mai mare de cupru a făcut ca producția să crească destul de mult în ultimii ani. Economii substanțiale pot fi obținute prin reutilizarea cuprului recuperat din deșeuri.

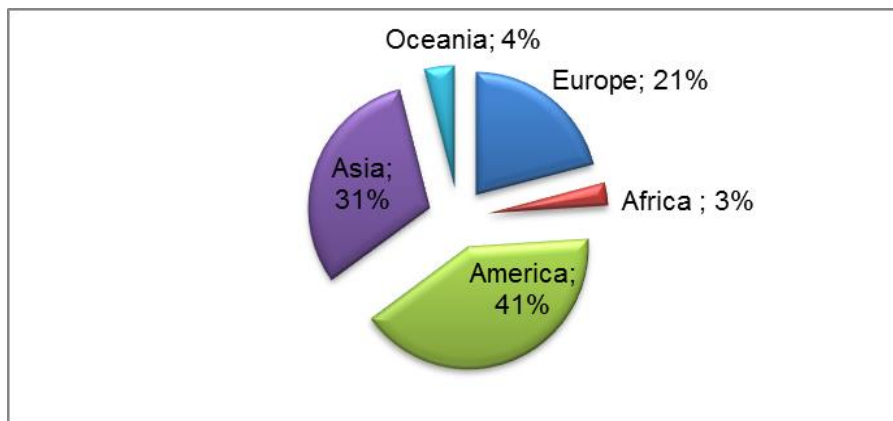


Figure. 1. Distribution by continents copper production [2].

Recycling remains a key element of the coverage requirement of copper. Copper can be recovered from most of its applications and reintroduced into the production process without loss of quality. Having a very limited access to primary sources of domestic markets, EU industry traditionally has given much attention to the so-called "mine surface" relying heavily on the supply of waste to reduce the trade gap deficit of raw materials for copper.

According to some studies it was estimated that 95% of the old copper wastes that are recycled are available.[2]

1. Statistical date

In 2010, 44% of the total copper demand in Europe was provided in the recycling. The energy required for recycling accounts for about 20% of that required for primary production (mining). Moreover, the relatively high value of copper, combined with easy recyclability, is a key factor in the recovery and recycling of the products reached the end-of-life, which otherwise would be lost. [8]

According to statistics, electronics and electrical engineering industry are the most important industries in terms of the quantities processed copper, using nearly 60% of the total quantity manufactured in copper (fig. 2).[8]

Reciclarea rămâne un element-cheie al acoperirii cerinței de cupru. Cuprul poate fi recuperat din cea mai mare parte a aplicațiilor sale și reintrodus în procesul de producție fără pierderea calității la reciclare. Având un acces foarte limitat la sursele primare de cupru de pe piețele interne, industria UE în mod tradițional a dat multă atenție așa numitelor "mine de suprafață" bazându-se în mare măsură pe alimentarea cu deșeuri pentru reducerea deficitului diferenței comerciale mari de materii prime pentru cupru.

Conform unor studii s-a estimat că 95% din vechile deșeurile de cupru care sunt disponibile sunt reciclate. [2]

1. Date statistic

În 2010, 44% din cererea totală de cupru din Europa a fost asigurată din reciclare. Energia necesară pentru reciclare reprezintă aproximativ 20% din cea necesară pentru producția primară (din minerit). Mai mult, valoarea relativ mare al cuprului, combinat cu reciclabilitatea ușoară, este un factor cheie în recuperarea și reciclarea produselor ajunse la sfârșitul ciclului de viață, care altfel s-ar pierde. [8]

Conform statisticilor, industria electronică și electrotehnică sunt industriile cele mai importante prin prisma cantităților de cupru prelucrat, folosind aproape 60% din cantitatea totală de cupru prelucrat în UE (fig.2). [8]

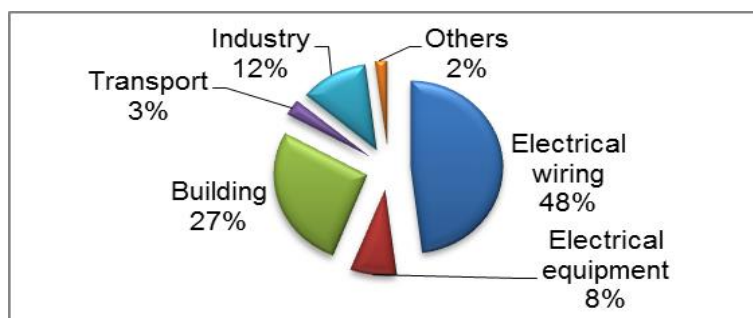


Figure 2. Consumption of copper in Europe [8].

In 2010, 2.25 million tons of copper have been reused-an increase of 14% in a year, coming from products held to the end of the life cycle and recycled waste directly into the factory (in direct melting). This high percentage of recycling copper is determined by increased use of the metal in European society.[8]

Castings made of copper and copper alloys have now account for only 5% of the production of castings in Romania in 2011 (fig. 3).

În 2010, 2,25 milioane de tone de cupru au fost refofolosite - o creștere de 14% într-un an, provenind din produse ajunse la sfârșitul ciclului de viață și din deșeuri reciclate direct în fabrică (din topire directă). Acest procentaj mare al reciclării cuprului este determinat de creșterea utilizării metalului în societatea europeană. [8]

Piese turnate din cupru și aliaje de cupru au reprezentat o pondere de doar 5% din producția piesele turnate în România în anul 2011 (fig.3).

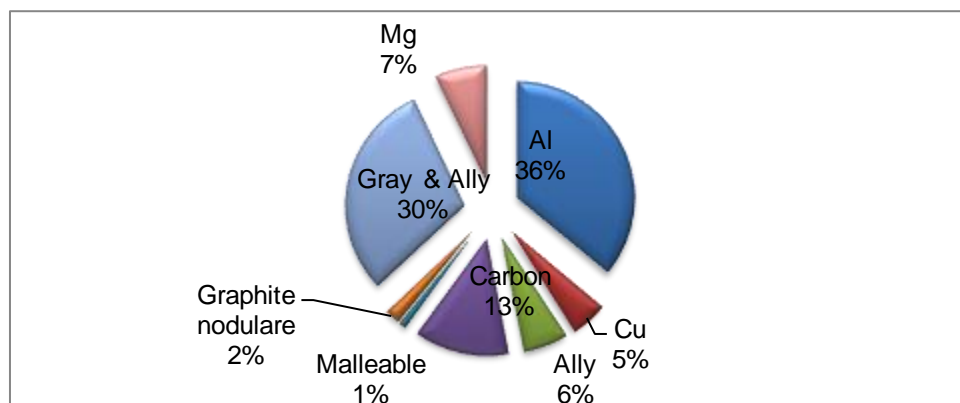


Figure 3. Quantitative distribution of the main casting alloys, in the production of the year 2011 [3].

2. The life cycle of the products of copper

Copper is a durable material that continues to function throughout the life cycle of a product, without significant performance loss. It is very unlikely that the reason why a system reaches the end of their useful life to be copper.[6]

The copper industry is at the forefront of the industries that have engaged in to reduce the impact of its operations on the environment. Today, a third of the energy consumption in the manufacturing process of copper in modern Europe is used to take measures to protect the environment. [11]

Unlike other materials, copper can be collected, re-melted and reused up to infinity, without loss of properties. Recycled copper has the same features as the result of copper mining.

2. Ciclul de viață a produselor din cupru

Cuprul este un material durabil care continuă să funcționeze pe parcursul ciclului de viață al unui produs, fără pierderea semnificativă a performanțelor. Este foarte puțin probabil ca motivul pentru care o aparatură ajunge la sfârșitul ciclului util de viață să fie cuprul. [6]

Industria cuprului este în fruntea industriilor care s-au angajat în a reduce impactul operațiunilor sale asupra mediului. Astăzi, o treime din consumul de energie din procesul de fabricație al cuprului din Europa modernă este folosită pentru a lua măsuri de protejare a mediului. [11]

Spre deosebire de alte materiale, cuprul poate fi colectat, retopit și refofolosit până la infinit, fără pierderea proprietăților. Cuprul reciclat deține aceleași caracteristici ca și cuprul rezultat din minierit.

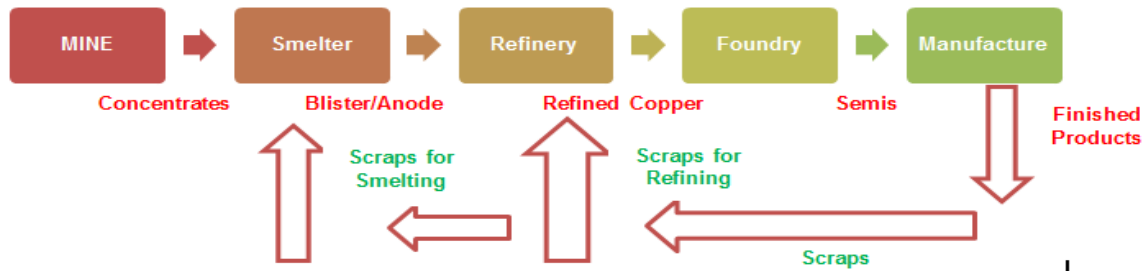


Figure. 4. Life cycle of copper products [10].

3. Recycling of copper

According to the report published by the International Group for the study of the Copper 41.5% of the copper used in Europe comes from recycling. This reveals that the requirement for the recycling of copper, in a progressive percentage.[8]

Copper and copper alloys are characterized by 100% recyclability, superior technical properties (high thermal and electrical conductivity), the ability to be easily processed and sustainability.

Therefore copper stands in the center of several technologies that will form the basis for the competitiveness of Europe in the future.[9]

Recycling is an important component of the deliveries of raw materials to manufacturing and refining facilities.[6]

Copper can be recycled from waste electrical and electronic equipment, electrical wiring, old faucets, plumbing pipes or other objects. After gathering, operationie copper is sent to specialist centres where it is melted and used for the manufacture of new products.[7]

In Romania a good part of the raw material used for making copper products is obtained by collecting.

3. Reciclarea cuprului

Potrivit raportului publicat de Grupul Internațional de Studiere al Cuprului 41,5% din cuprul utilizat în Europa provine din reciclare. Acest lucru dezvăluie că cerința pentru cupru este asigurată din reciclare, într-un procent progresiv. [8]

Cuprul și multe aliaje din cupru sunt caracterizate prin reciclabilitate de 100%, proprietăți tehnice superioare (conductivitatea electrică și termică ridicată), capacitatea de a fi ușor de prelucrat și durabilitatea. Prin urmare cuprul stă în centrul mai multor tehnologii care vor sta la baza competitivității Europei în viitor. [9]

Reciclarea constituie un component important al livrării de materii prime către facilitățile de rafinare și fabricare.[6]

Cuprul se poate recicla din deșeuri de echipamente electrice și electronice, cabluri electrice, robinete vechi, țevi sanitare și alte obiecte. După operațiunile de colectare, cuprul este trimis către centre specializate unde este topit și utilizat pentru fabricarea unor noi produse. [7]

În România o bună parte din materia primă folosită pentru realizarea produselor din cupru este obținută prin colectare.

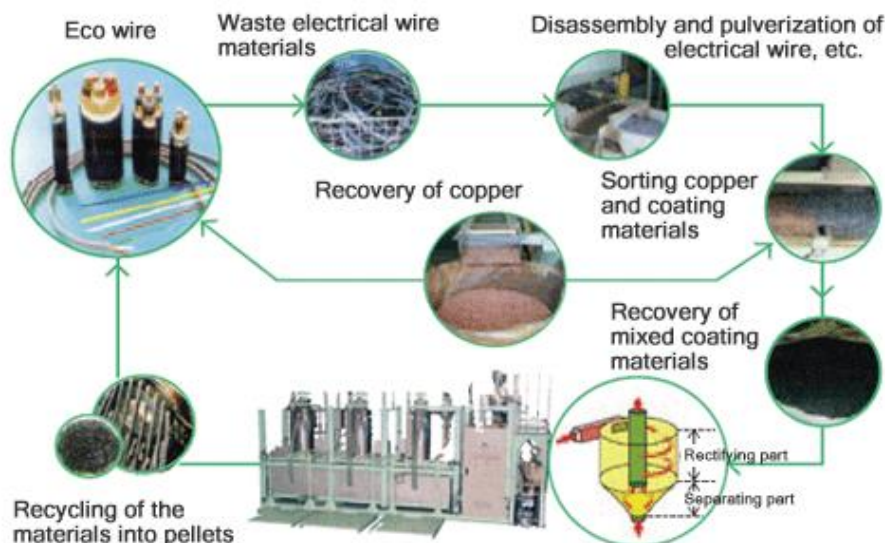


Figure 5. The recycling process [12].

Copper recycling process of electric cables include the following stages: preliminary sorting, cutting the cables to length of 100 mm with the aid of guillotine followed by milling with a mill with two-stage discs for release of copper, aluminum and plastics that contained in these cables and electrostatic separation of components.

Electrostatic separation is based on the difference between the conductivity of the material that makes up the meal blends of metallic conductors and cables: nonconductive plastics.[1]

The operating principle consists in charging the electric charges some time nonconductive materials surfaces or by bombarding electrons or ions, either by friction and thus the charged particles with tasks can be separated from other (non-) unloaded. Particles moving in a field generated by an electrode of DC and high voltage (above 35 kv), uploading it with electric charges. The conductors will be downloaded immediately and will be removed from the drum under the action of centrifugal force. Non conductive particles will adhere to the drum, maintained as its own task, and from here will be routed to another area by brushing.[1]

Procesul de reciclare a cuprului din cabluri electrice include următoarele etape: sortarea preliminară, debitarea cablurilor la o lungime de 100 mm cu ajutorul ghilotinei după care urmează măcinarea cu ajutorul unei morii cu discuri în două trepte pentru punerea în libertate a cuprului, aluminului și a plasticului care intră în compoziția acestor cabluri și separarea electrostatică a elementelor componente.

Separarea electrostatică se bazează pe diferența dintre conductibilitatea materialelor care compun amestecurile de materiale măcinate din cabluri: metalice conductoare și plastice neconductoare. [1]

Principiul de funcționare constă în încărcarea cu sarcini electrice un anumit timp a suprafețelor materialelor neconductoare, fie prin bombardarea cu ioni sau electroni, fie prin frecare și astfel, particulele încărcate cu sarcini pot fi separate de celelalte neîncărcate (neconductoare). Particulele se deplasează într-un câmp generat de un electrod de curent continuu și voltaj ridicat (peste 35 kv), încărcându-se cu sarcini electrice. Cele conductoare se vor descărca imediat și vor eliminate din tobă sub acțiunea forței centrifuge. Particulele neconductoare vor adera la tobă, menținute fiind de propria sarcină, și de aici vor fi dirijate spre altă zonă prin periere. [1]

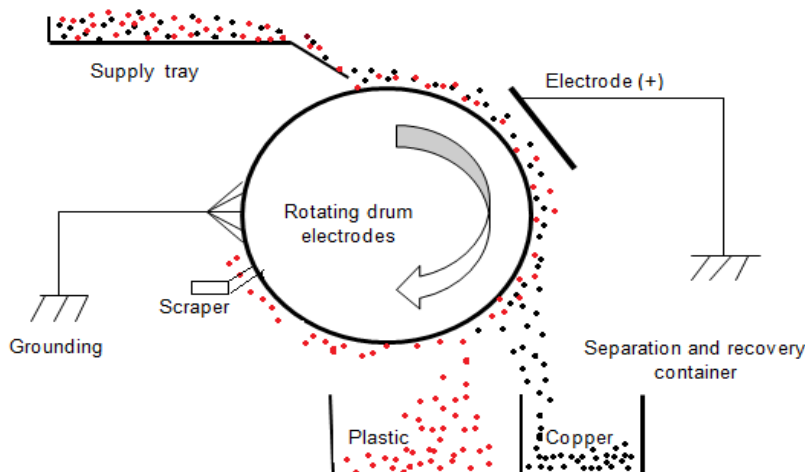


Figura 6. Electrostatic separator of copper.

4. Possibilities of using copper in castings

One of the most used methods of manufacture of parts is that of pouring. Basically it consists in pouring molten metal in a form corresponding to the song in question, obtaining or ingots or finished parts that require further processing in small volume.

4. Posibilități de utilizare a cuprului în piese turnate

Una dintre cele mai utilizate metode de fabricare a pieselor este cea a turnării. În principal ea constă în turnarea metalului topit într-o formă corespunzătoare piesei respective, obținând fie piese brute, fie piese finite care necesită prelucrări ulterioare în volum neînsemnat.

Romanian foundry industry occupies an important position in the manufacture of castings in the world, both through the existing production capacities, and by notable achievements in various fields.[13]

Industria de turnatorie românească ocupă o poziție importantă în fabricația de piese turnate pe plan mondial, atât prin capacitățile de producție existente, cât și prin realizările notabile înregistrate în diverse domenii.[13]

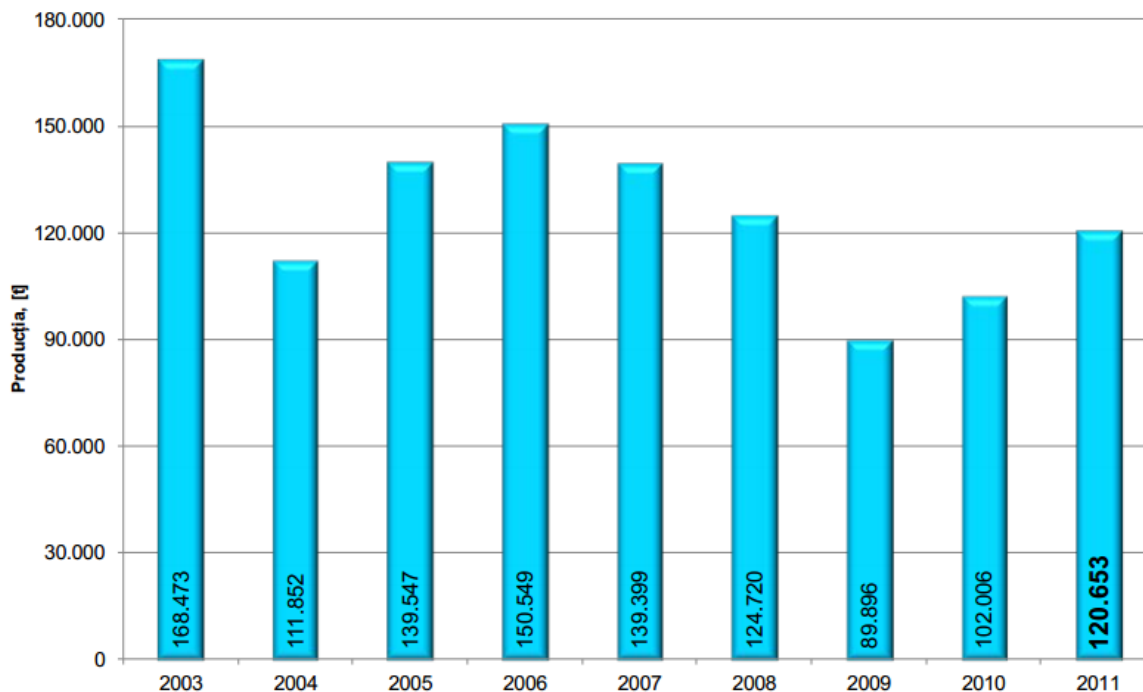


Figure 7. The production of castings of Romania 2003-2011 [4].

The technique and especially in casting industry a wide use of copper alloys. They can be formed with a very wide range of chemical elements and can have very different properties, but also particularly attractive for normal or peak areas of the technique.[3]

In general, the waste of copper electrical cables are recycled and reintroduced into the production of wires and cables but can also be used in other applications, such as castings made of copper.

Copper alloys are the main dynasties (Cu-Sn) and audible (Cu-Zn).

The bronze due to alloying with Tin procedure and other items is harder than copper, which makes anti-corrosive and turnabil alike.

Bronze is the most popular metal used for high-quality bells and newer is used for guitars.

Commercial bronze (such as brass) is 90% copper and 10% zinc, Tin, without content is stronger than copper and is used for screws and cables.

În tehnică și mai ales în industria de piese turnate o largă utilizare o au aliajele cuprului. Acestea se pot forma cu o gamă foarte largă de elemente chimice și pot avea proprietăți foarte diferite, dar și deosebit de atractive pentru domeniile normale sau de vârf ale tehnicii. [3]

În general, deșeurile de cupru din cablurile electrice sunt reciclate și reintroduse în procesul de producție a firelor și cablurilor electrice dar pot fi folosite și în alte aplicații, cum sunt piesele turnate din cupru.

Principalele aliaje ale cuprului sunt bronzurile (Cu-Sn) și alamele (Cu-Zn).

Bronzul datorită procedurii de aliere cu staniu și alte elemente este mai dur decât cuprul, ceea ce îl face anticoroziv și turnabil deopotrivă.

Bronzul este cel mai popular metal utilizat pentru clopote de calitate superioară și mai nou este utilizat și pentru saxofoane.

Bronzul comercial (de astfel cunoscut ca alamă) 90% cupru și 10% zinc, fără conținut de staniu, este mai puternic decât cuprul și se utilizează pentru șuruburi și cabluri.



Figure. 8 Castings made of copper and alloys [14].

5. Conclusions

Recycling of copper is a very effective way to reintroduce a valuable material in economics.

Copper is 100% reusable without loss of properties, and the process of reuse is an energy savings of 85 percent of production from the ore of copper, so copper is going to influence the sustainable development of mankind.

Due to the fact that copper can be recycled and reused to performatelelor is no loss infint need to make sure that the products and waste of copper are processed correctly when they reach the end of the life cycle.

Copper can be recycled from two sources- from products held to the end of life, as well as from waste which is produced from direct smelting.

The advantage of cable recycling, unlike other non, is that it only required electricity, the process is dry, you don't need special conditions for location.

After the appearance of the bronze age, a wide range of castings have become affordable. Cast copper alloys have an extremely wide range of application.

5. Concluzii

Reciclarea cuprului este un mod foarte eficient de a reintroduce un material valoros în economie.

Cuprul este re folosibil 100% fără pierderea proprietăților, iar procesul de re folosire reprezintă o economie de energie de 85% față de producția din minereu de cupru, astfel cuprul va influența dezvoltarea sustenabilă a omenirii.

Datorită faptului că, cuprul poate fi reciclat și re folosit la infint fără pierderea performatelelor este nevoie să ne asigurăm că produsele și deșeurile din cupru sunt prelucrate corect atunci când ajung la sfârșitul ciclului de viață.

Cuprul poate fi reciclat din două surse - din produse ajunse la capătul vieții, precum și din deșeurile care se produc la topirea directă.

Avantajul reciclării cablurilor, spre deosebire de alte reciclări, este acela că este necesară doar energia electrică, procesul este uscat, nu sunt necesare condiții speciale pentru amplasare.

După apariția bronzului, o gamă largă de piese turnate au devenit accesibile. Aliajele de cupru turnate au o gamă extrem de largă de aplicare.

References

- [1] Dăscălescu L., Samuilă A., Iuga A., Köhnlechner R., *Electrostatic separation technologies for the recycling of waste electrical and electronic equipment (WEEE)*. Entrepreneurial opportunities, environmental engineering and sustainable development Entrepreneurship, 2012, vol. 1, 25-35, (ROM)
- [2] Florica Imre-Lucaci, *Procedee electrochimice de recuperare a cuprului din ape reziduale și din deșeurii solide*, Teză doctorat, Universitatea "Babeș-Bolyai" Cluj-Napoca, 2011

- [3] Ion Alexandru Băcanu, *Producția de piese turnate a României în anul 2009*, Revista de turnătorie nr.11/12 2010;
- [4] Ion Alexandru Băcanu, *Producția de piese turnate a României în anul 2011*, Revista de turnătorie, Numărul 12 / 2012
- [5] Martin Ruhrberg, *Assessing the recycling efficiency of copper from end-of-life products in Western Europe*, Conservation and Recycling 48 (2006) 141–165;
- [6] ***, Evaluarea ciclului de viață pentru produsele din cupru on line at : <http://copperalliance.eu/ro/despre-cupru/ciclul-de-via%C5%A3%C4%83>
- [7] ***, Recycling of Copper on line at : <http://www.copper.org/environment/lifecycle/ukrecyc.html>;
- [8] ***, Europa este lider mondial in reciclarea cuprului on line at: <http://www.cupru.com/>;
- [9] ***, Manifesto - Manifestul industriei europene a cuprului on line at: <http://www.cupru.com/hu/node/388>
- [10] ***, Ciclul de viață a produselor din cupru on line at : <http://www.basemetals-world.com/metals/index.php/en/highlight-news/6-the-copper-market-2013>
- [11] ***, Ciclurile utilizării on line at: <http://www.cupru.com/ciclurile-utilizarii>
- [12] ***, Introduction to Cable/Wire Recycling Machine on line at: http://www.sinoftm.com/copper_wire_crusher_machine/cable_recycling_machine.html
- [13] Iulian Riposan, *Starea actuală și tendințele fabricației de piese turnate din România*, Revista de turnătorie, Nr. 3/4 – 2004
- [14] ***, <http://www.turnatoria-metalurgica.ro/produse/turnatorie-alama/>

RECOVERY OF METALLIC WASTE BY THE ALUMINOTHERMIC PROCEDURE

VALORIFICAREA DEȘEURILOR METALICE PRIN PROCEDEUL DE ALUMINOTERMIE

Viorel DAN*, Gligor OLTEAN-DAN, Timea GABOR

Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania

Abstract: The current trend in fuel prices, increased durability and competitive advantages in cast parts industry offer new impulses for the development of solutions for recovery of metallic waste from foundries. This paper proposes to present the aluminothermic procedure used to recover wastes resulted from the foundry industry.

Rezumat: Actuala evoluție a prețului combustibililor, creșterea durabilității și avantajele competitive în industria pieselor turnate oferă noi impulsuri pentru dezvoltarea de soluții pentru recuperare deșeurilor metalice rezultate din turnătorii. Lucrarea propune prezentarea procedurii de alumino-termie utilizat pentru recuperarea deșeurilor rezultate din industria de turnătorie.

Keywords: aluminothermy, metallic waste, boring dust.

Cuvinte cheie: aluminotermie, deșeu metalic, șpan.

1. Introduction

A growing issue of humanity is related to waste elimination methods that evolved alongside the industrial revolution. Waste can be seen in terms of environmental protection and in economic terms, because it may represent an important source of secondary materials reducing thus the consumption of raw materials, contributing to sustainable development.

After machining of cast parts results a large amount of waste in the form of boring dust. For the most part these borings come from machining steel and cast iron parts, castings from nonferrous alloys (especially copper and aluminum alloys).

There are many industrial plants that by machining produce borings, dust, and granules resulting from welding oxides. They do not these products, storing them in various places.

Recovery of this material and of alloying materials is made by remelting in various thermal aggregates. For this process to be carried out, the following preliminary steps must be conducted [1-3]:

1. Introducere

O problemă tot mai mare ale umanității este legat metodele de eliminare a deșeurilor, care a evoluat alături de revoluția industrială. Deșeurile pot fi privite din punct de vedere a două aspecte una legat de protecția mediului și alta din punct de vedere economic, deoarece poate reprezenta o importantă sursă de materii secundare reducând astfel consumul de materii prime, contribuind la o dezvoltare durabilă.

În urma prelucrării mecanice a pieselor turnate rezultă un mare volum de deșeuri sub formă de șpan. Acest șpan în cea mai mare parte provine de la prelucrarea pieselor de fontă și oțel, piese turnate din aliaje neferoase (în special aliaje din cupru și aluminiu).

Există foarte multe unități industriale care prin prelucrările mecanice efectuate produc șpan, praf, granule rezultate din oxizi de la sudură, nu valorifică aceste produse, depozitând în diferite locuri.

Recuperarea acestui material de bază și a celor de aliere se face prin retopirea în diverse agregate termice. Pentru realizarea acestui proces trebuie efectuate următoarele etape preliminare [1-3]:

- boring dust that is recovered must be clean, without other materials;
 - to operate boring dust easier it can be pressed in briquettes then stored;
 - boring dust storage must be done in special containers, on concrete platforms;
 - to eliminate unwanted substances used for machining (paints, adhesives etc.) it is necessary to use the calcination process;
 - finally, transportation of boring dust briquettes to the thermal aggregate used for melting.
- șpanul care se recuperează trebuie să fie curat, fără alte materiale;
 - pentru a manevra mai ușor șpanul acesta se poate bricheta după care se depozitează;
 - depozitarea șpanului trebuie să se realizeze în containere speciale, pe platforme betonate;
 - în vederea eliminării substanțelor nedorite utilizate la prelucrare (vopsele, cleiuri, etc.) este necesară folosirea procesului de calcinare;
 - în final transportul șpanului brichetat la agregatul termic utilizat pentru topire.

After the hot rolling process results another byproduct: scum, which is made of iron oxides and steel alloying elements. The amount of these byproducts is very high thus occurring problems with their storage and recovery [3, 4].

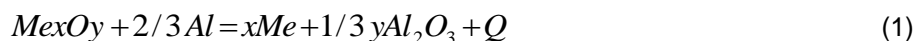
In addition to traditional methods, these byproducts can be recovered by an aluminothermic method of producing cast iron and steel.

2. Materials and Methods

Procesul de alumino-termic constă în producerea de căldură la reacția de reducere de către aluminiu (posibil și de către magneziu) a unui oxid superior în unul inferior sau în metalul aceluși oxid.

Reducerea reprezintă procesul de acceptare de electroni, prin transformarea oxidului superior în metal și formarea unui nou oxid. [5]

Reacția în cazul reducerii alumino-termice este de forma:



In equation 1, Q is the heat released in the process and it is equal to the sum of heat balance per mass unit.

During the aluminothermic process there are modifications of enthalpies of reaction products up to the melting temperature, transformation and melting heats are consumed. [6] If Q_1 is the sum of these heats and if we admit that the caloric capacities of smelts don't vary with temperature, then using the following relation is obtained the maximum temperature of the aluminothermic reaction, which is (equation 2):

$$T_M = \frac{Q - Q_1 + C_p \cdot M_e \cdot T_e + C_p \cdot Al_2O_3 \cdot T_4}{C_p \cdot M_e + C_p \cdot Al_2O_3} \quad (2)$$

În urma procesului de laminare la cald rezultă un alt subprodus, țundărul care este compus din oxizi ai fierului și a unor elemente de aliere a oțelurilor. Cantitatea acestor subproduse este foarte mare astfel apar probleme legate de depozitarea și valorificarea acestora [3, 4].

Acestea subproduse pot fi valorificate pe lângă metodele clasice printr-o metoda de aluminotermice de producere a fontei și a oțelului.

2. Materiale și metode

Procesul de alumino-termic constă în producerea de căldură la reacția de reducere de către aluminiu (posibil și de către magneziu) a unui oxid superior în unul inferior sau în metalul aceluși oxid.

Reducerea reprezintă procesul de acceptare de electroni, prin transformarea oxidului superior în metal și formarea unui nou oxid. [5]

Reacția în cazul reducerii alumino-termice este de forma:

În ecuația 1, Q reprezintă căldură degajată în urma procesului și este egală cu suma bilanțului termic raportată la unitatea de masă.

În timpul procesului alumino-termic au loc modificări a entalpiilor produselor de reacție până la temperatura de topire, se consumă căldurile de transformare și de topire [6]. Dacă se notează cu Q_1 suma acestor călduri și dacă admitem faptul că, capacitățile calorice ale topiturilor nu variază cu temperatura, atunci se obține cu ajutorul următoarei relații temperatura maximă a reacției alumino-termice este (Ec. 2.):

From equation 2 it results that the temperature of the aluminothermic process is determined by the reduction reaction thermal effect. In order to determine the temperature resulting from the aluminothermic process we must consider that some of the emitted heat is partially consumed for heating products taking part in the reaction and transformation and melting process.

The aluminothermic method for producing liquid cast iron or liquid steel from boring dust is based on oxidation-reduction reactions between iron oxides in the form of scum and aluminum or magnesium. [7, 8]

The aluminothermic reaction occurs in the mixture which is called "thermite" by priming it with a special mixture called "thermal primer". Thermal primer triggers the aluminothermic reduction reaction, obtaining the liquid phase that consisting of cast iron or steel and slag, at a temperature that may reach 2000 °C or even above it (2200 °C).

Thermite is a mixture of scum, aluminum and boring dust. To produce liquid cast iron or steel there are used different recipes of thermite, percentages of the three components varying depending on the product we want to obtain.

The aluminum component in thermite can be:

- boring dust from mechanically crumbled aluminum;
- secondary powdered aluminum;
- high quality, pyrotechnic powdered aluminum, specially prepared.

In order to obtain a cast iron or steel of a certain composition, it is required that in the load of the production aggregate to also introduce additions to regulate the chemical composition, temperature, slag composition and its fluidity. The following can be used as addition materials: ferrosilicon, ferro-magnesium, ferrochrome, and other ferroalloys, broken pieces of electrodes, quick lime, fluorspar, and limestone.

In order to start the aluminothermic reaction it is required to ignite the primer. This ignition can be done in various ways, either by pouring a few drops of liquid cast iron or steel, or by using a steel wire with a diameter between 0.75-1 mm and a length of 200 cm, passed by a low voltage current, or by using a special mixture placed above the load that is ignited using a red-hot steel rod, or by using other methods.

Composition of the primer may be composed of manganese dioxide, potassium chloride, aluminum powders, sulfur or thermite, magnesium scrapings, potassium nitrate, gun powder or potassium dichromate, aluminum powder etc.

Din ecuația 2 rezultă că temperatura procesului alumino-termic este determinată de valoarea efectului termic al reacției de reducere. În vederea stabilirii temperaturii rezultată în urma procesului alumino-termic trebuie să avem în vedere că o parte din căldura degajată se consumă parțial pentru încălzirea produselor, care iau parte la reacția și la procesul de transformare și topire.

Metoda alumino-termic de obținere a fontei lichide sau a oțelului lichid din șpan se bazează pe reacțiile de oxido-reducere dintre oxizii fierului sub formă de țundăr și aluminiu sau magneziu. [7, 8]

Reacția alumino-termică se produce în amestecul care poartă denumirea de „termit” prin amorsarea acesteia cu un amestec special denumit „amorsa termică”. Amorsa termică declanșează reacția de reducere alumino-termică, obținându-se faza lichidă, ce constă din fonta sau oțel și zgură, la o temperatură care poate ajunge la 2000 °C și chiar peste aceasta (2200 °C).

Termitul este un amestec format din țundăr, aluminiu și șpan. Pentru producerea de fontă sau oțel lichid se folosesc diverse rețete de termit, procentajele celor trei componente variind în funcție de produsul pe care dorim să-l obținem.

Componenta de aluminiu din termit poate să fie:

- șpan de aluminiu fărâmițat mecanic;
- aluminiu secundar pulverizat;
- aluminiu pirotehnic pulverizat, de înaltă calitate, pregătit special.

În vederea obținerii unei fonte sau oțel de o anumită compoziție este necesar ca în încărcătura agregatului de elaborare să se mai introducă adaosuri care să regleze compoziția chimică, temperatura, compoziția zgurei și fluiditatea acestuia. Drept material de adaos pot fi: ferrosiliciu, feromagneziu, ferrocrom, alte feroaliaje, sfărâmituri de electrozi, var nestins, fluorina, calcar.

Pentru declanșarea reacției alumino-termice este necesar să fie aprinsă amorsa. Această aprindere poate fi făcută în diverse moduri, fie prin turnarea câtorva picături de fontă sau oțel lichid, fie prin folosirea unei spirale din sârmă de oțel având un diamteru cuprins între 0,75-1 mm, lungime de 200 cm, prin aceasta trece un curent de joasă tensiune sau fie prin folosirea unui amestec special așezat deasupra încărcăturii, care se aprinde cu ajutorul unei tije de oțel înroșită la capăt sau prin alte metode.

Compoziția amorsei poate să fie constituită din dioxid de mangan, clorat de potasiu, pulberi de aluminiu, sulf sau termit, pilitură de magneziu, azotat de potasiu, praf de pușcă sau bicromat de potasiu, praf de aluminiu, pilitură de magneziu, etc.

3. Results and Discussion

The aluminothermic method allows recovery of some byproducts considered waste resulted from machining of metals, rolling and forging. This method of preparation of cast iron and steel is advantageous and rational when it comes to obtaining a small amount of alloy, in a short time and when the unit does not have elaboration aggregates.

By using this procedure, any foundry that manufactures boring dust can obtain spare parts, simple parts, and semi-finished products in the form of cast bars or tubes.



Figure 1. Thermite melting pot. [3]

The method allows use of waste (scum from rolling and forging, cast iron or steel boring dust, aluminum and magnesium boring dust).

Cast iron and steel obtained in small amounts can be allied in reaction retorts or pots. By using this method it is possible to reduce the metal and energy consumption.

Development time is short, on the order of several minutes, depending on the size of the load.

Due to the high temperature of cast iron or steel, there is a good separation of molten slag. The amount of metallic smelt depends on the quantity of the load or the capacity of the oxidation retort. For example, for a retort capacity of 82 kg, the weight of metal obtained is approximately 50 kg and at a capacity of 160 kg the weight is approximately 100 kg.

Method of producing gray cast iron and high alloy cast iron with chrome was performed in the experimental research obtaining very good results. Duration of production of the cast iron is very short, approximately 2-3 minutes.

3. Rezultate și discuții

Metoda alumino-termică permite valorificarea unor subproduse, considerate deșeuri de la prelucrarea mecanică a metalelor, de la laminare și forja. Această metodă de elaborare a fontelor și a oțelului este avantajoasă și rațională atunci când trebuie să se obțină o cantitate mică de aliaj, într-un timp foarte scurt și când unitatea respectivă nu dispune de agregate de elaborare.

Orice turnătorie care produce șpan poate prin acest procedeu să obțină piese de schimb, pise simple, semifabricate sub formă de bare sau tuburi turnate.



Figure 2. Start of the reaction. [3]

Metode permite utilizarea unor deșeuri (țundărul de la laminoare și forjă, șpanul de fontă sau oțel, șpanul de aluminiu și magneziu).

Fonta și oțelul obținut în cantități mici pot fi aliate în retorte de reacție sau în oală. Prin această metodă se permite reducerea consumului de metal și energie.

Durata de elaborare este scurtă, de ordinul câtorva minute, fiind funcție de mărimea încărcăturii.

Datorită temperaturii ridicate a fontei sau oțelului se produce o bună separare a topiturii de zgură. Cantitatea de topitură metalică depinde de cantitatea încărcăturii sau de capacitatea retortei de oxidare. De exemplu la o capacitate a retortei de 82 kg, greutatea metalului obținut este de cca 50 kg, iar la o capacitate de 160 kg este de circa 100 kg.

Metoda de producere a fontei cenușii și a fontei înalt aliate cu crom a fost realizată în cadrul cercetărilor experimentale obținând rezultate foarte bune. Durata de obținere a fontei este foarte scurtă aproximativ 2-3 minute.

The aggregate used for obtaining the cast iron is very simple, consisting of a special pot (retort) or a melting pot. In Fig.1. is presented the melting pot and at Fig.2. the start of the reaction.

In order not to release toxic products it is required that all input materials to be cleaned and burnt in advance. Gases resulting from the equation are captured by an exhaust system which can be routed to a wet electrostatic precipitator with prewash.

4. Conclusions

When molding cast iron produced by the aluminothermic procedure, for preheating of the support piece of up to 600°C there were no problems with the formation of the compact and continuous link layer because of the oxide layer that was formed. This is explained by the fact that the thin layer of oxides (FeO) is easily dissolved in the liquid cast iron, temperature of these melting oxides being inferior to 1800°C (cast iron temperature).

Besides the advantage created by high temperature, using cast iron elaborated in the aluminothermic process also presents other important advantages, such as:

- in a short time there can be developed a strictly necessary quantity of cast iron needed for molding (an amount greater or lesser, depending on the specific needs).
- developing cast iron doesn't required special thermal aggregates; it can be developed in a simple retort.
- for development are mainly used materials considered wastes (scum, cast iron boring dust, aluminum boring dust, scrapings of electrodes).

Agregatul pentru obținerea fontei este foarte simplu, constând dintr-o oală de specială (o retortă) sau dintr-un creuzet, în Fig.1. este prezentat creuzetul iar Fig.2 declanșarea reacției.

Pentru a nu degaja produse toxice este necesar ca toate materialele care intră în încărcătură să fie curățate, să fie calcinate în prealabil. Gazele rezultate în urma reacției sunt captate de către un sistem de exhaustare, putând fi dirijate către un electrofiltru umed cu prespălare.

4. Concluzii

În cazul turnării fontei elaborată prin procedeul de aluminotermie, la preîncălziri a piesei suport până la cca 600°C, nu au apărut probleme cu privire la formarea stratului de legătură compact și continuu din cauza stratului de oxid format. Acesta se explică prin aceea că stratul subțire de oxizi (FeO) este ușor dizolvat în fonta lichidă, temperatura acestor oxizi pentru topire fiind inferioară temperaturii de 1800°C (temperatura fontei).

Folosirea fontei elaborată prin procedeul de aluminotermie pe lângă avantajul creat de temperatura ridicată prezintă și alte avantaje importante cum sunt:

- se poate elabora într-un timp foarte scurt o cantitate de fontă strict necesară turnării (o cantitate mai mare sau mai mică, în funcție de necesitățile concrete).
- elaborarea fontei nu necesită agregate termice speciale, putându-se elabora într-o retortă simplă.
- la elaborare se folosesc în principal materiale considerate deșeuri (țundăr, șpan de fontă, șpan de aluminiu, resturi de electrozi).

References

- [1] Hu, Y., Bakker, M.C.M., Heij, P.G., Recovery and distribution of incinerated aluminum packaging waste, *Waste Management*, Vol. 31, Issue 12, 2011, pp 2422–2430
- [2] Ebert, W.L., *Metallic Waste Forms – cap. 5.20.*, Volume 5: Material Performance and Corrosion/Waste Materials, 2012, pp 505-538.
- [3] Oltean-Dan, G., Studii și cercetări privitoare la obținerea de semifabricate multimetalice, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2007, 141 pag.
- [4] Maxim I. Muravyov, M.I., Bulaev, A.G., Kondrat'eva, T.F., Complex treatment of mining and metallurgical wastes for recovery of base metals, *Minerals Engineering*, Vol. 64, 2014, pp 63–66.
- [5] Fu, D., Wang, Y., Peng, J., Di, Y., Tao, S., Feng, N., Mechanism of extracting magnesium from mixture of calcined magnesite and calcined dolomite by vacuum aluminothermic reduction, *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, Vol. 24, Issue 8, 2014, pp 2677–2686.

- [6] Dilip, J.S., Reddy, B.S.B., Das, S., Das, K., In-situ Al-based bulk nanocomposites by solid-state aluminothermic reaction in Al–Ti–O system, *Journal of Alloys and Compounds*, Vol 475, Issues 1–2, 2009, pp 178–183.
- [7] Nikolay Uzunov, N., Ivanov, R., Aluminothermic powder boriding of steel, *Applied Surface Science*, Vol 225, Issues 1–4, 2004, pp 72–77.
- [8] Hadi, P., Xu, M., Lin, S.K.C., Hui, W-C., McKay G., Waste printed circuit board recycling techniques and product utilization, *Journal of Hazardous Materials*, Vol 283, 2015, pp 234–243.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS (Arial 12pt, Bold, 100pt, Centered) – English (UK)

INSTRUCȚIUNI PENTRU AUTORI - Română

Firstname LASTNAME*¹, Prenume NUME² (Arial, 11pt, Centered)

¹ Affiliation (Arial 9pt, Italic)

² Apartenență (Arial 9pt, Italic)

Abstract: (Arial, 8pt, Italic, Justified). First paragraph abstract should be provided of 100 to 200 words length. Leave one blank line after the abstract.

Keywords: (Arial, 8pt, Italic, Justified). Phrases arranged alphabetically and separated by commas. A list of 5 – 10 keywords should be provided at the end of the abstract. Leave two blank lines after the abstract.

1. Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Its contents should be structured in the following way: problem description, application field, research stages, methods used, results, further research, conclusions and references.

The paper has to offer the answers for the following questions: description of the problem, what is done by other people, what the authors did, what is new, what is my contribution?

2. Materials and Methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Paper Size: The manuscripts should be in English and Romanian in a clear, direct and active style of A4 paper–European format (210 x 297 mm).

Length: Papers must have an even number of pages: 6, 8 or 10.

Rezumat: (Arial, 8pt, Italic, Justified) Primul paragraf este abstractul care trebuie să conțină de la 100 până la 200 de cuvinte. Lăsați un rând liber după abstract.

Cuvinte cheie: (Arial, 8pt, Italic, Justified). Cuvintele trebuie aranjate în ordinea alfabetică și separate între ele prin virgulă. La sfârșitul abstractului se recomandă o listă de 5 – 10 cuvinte cheie. Lăsați două rânduri libere după cuvinte cheie.

1. Introducere

La introducerea se precizează obiectivele lucrării și se prezintă câteva cunoștințe, evitând un studiu de literatură sau un rezumat al rezultatelor.

Conținutul său ar trebui să fie structurat în felul următor: descrierea problemei, domeniul de aplicare, etapele de cercetare, metodele utilizate, rezultate, cercetări suplimentare, concluzii și referințe.

Lucrarea trebuie să ofere răspunsuri la următoarele întrebări: descrierea problemei, ceea ce se face de către alte persoane, ceea ce autorii făcut, ceea ce este nou, care este contribuția mea?

2. Materiale și metode

Trebuie să furnizeze suficiente detalii pentru a permite reproducerea lucrării. Metode deja publicate ar trebui să fie indicate printr-o trimitere bibliografică: doar modificări relevante ar trebui să fie descrise.

Formatul paginii: lucrarea trebuie să fie redactată în limba engleză și română, într-un stil clar, direct și activ, pe format european A4 (210 x 297 mm).

Lungime: lucrarea trebuie să aibă un număr par de pagini: 6, 8 sau 10.

Margins: The page layout should be "mirror margins". Following margins: top margin 20 mm; bottom margin 20 mm; right 25 mm and left margin 20 mm, header 10 mm, footer 10 mm.

Page Layout: Type the paper in two columns 80 mm wide with a space of 5 mm between the columns. Each column should be left and right justified. Section start: column.

Fonts: Use Arial size 10 characters and 1.15 line spacing, Justified, throughout the paper.

Title: The title should be no longer than two lines. Avoid unusual abbreviations. Center the title (12 point bold, Capslock). Authors' names (11 point, arial) and affiliations (9 point, italic, arial) (Institution/Department, City, Country, Adress). Leave one blank line (10 point) after the title, one blank line (10 point) after the authors' names and affiliations. Leave two blank line (10 point) between author's info and the beginning of the paper.

Style: Use separate sections for introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions, acknowledgments (when appropriate), and references.

First level headings are flushed justify, boldface and in point size 10. Use one line space before the first level heading and one line space after the first level heading.

Second level headings must be flush left, bold and in point size 10, italic. One line space should be used before the second level heading.

1.1. *Formulae, symbols and abbreviations*

Formulae will be typeset in Italics (preferable with the Equation Editor) and should be written or marked for such in the manuscript, unless they require a different styling. The formulae should be quoted on the right side, between brackets:

$$X = A \times e^y + 3Ikt \quad (1)$$

Refer in the text to Equations as (Eq. 1), Eqs. 1-4 etc.

Abbreviations should be defined when first mentioned in the abstract and again in the main body of the text and used consistently thereafter.

SI units must be used throughout.

Footnotes should be avoided.

Tables, Figures, Equations. Figures and tables should be progressively numbered, following the order cited in the text; they may be organized in one or two columns.

Margini: Configurația paginii trebuie să fie „margină în oglindă”. Având marginile: marginea sus 20 mm; marginea jos 20 mm, marginea dreapta 25 mm și stânga 20 mm; header 10 mm, footer 10 mm.

Aspectul paginii: Modul de redactare este pe două coloane cu o lățime de 80 mm, cu un spațiu de 5 mm între coloane. Fiecare coloană trebuie să fie Justify la stânga și la dreapta.

Font: Se va utiliza caracterul Arial 10 și spațiul de 1,15 între rânduri, Justify.

Titlul: este recomandat ca titlul să nu fie mai lung de două rânduri. Să se evite prescurtarea în titlul. Titlul se va centra utilizând caracter de 12, îngroșate și se va redacta cu litere de tipar. Numele autorilor (mărime carater 11) și apartenența (mărime caracter 9, înclinat) (Instituție/Departament, oraș, țară, adresă). Lăsați un rând liber (mărime caracter 10) după titlul, după autorii și după apartenență, iar după aceste informații lăsați 2 rânduri libere.

Stil: Utilizați secțiuni separate pentru introducere, materiale și metode, rezultate, discuții, concluzii, mulțumiri (după caz) și referințe bibliografice.

Denumirea capitolelor se va redacta cu caractere de 10, îngroșate și aliniat la margine. Se va lăsa un rând liber înainte de titlul de capitol și un rând liber după titlul de capitol.

Denumirea subcapitolelor se va redacta cu caractere de 10, îngroșate, înclinate și aliniat la margine. Se va lăsa un rând liber doar înainte de subcapitol.

1.1. *Formule, simboluri și abrevieri*

Formulele vor fi redactate cu caractere înclinate (de preferat în editorul Equation) și trebuie să fie numerotate în cadrul lucrării, excepție cazul în care necesită un alt stil. Formulele trebuie să fie numerotate aliniat dreapta, între paranteze rotunde:

$$X = A \times e^y + 3Ikt \quad (1)$$

Referirile la ecuații în text se vor scrie astfel: (Ec. 1), Ec. 1-4, etc.

Abrevierile trebuie să fie definite în momentul când sunt menționate prima dată în abstract și, ulterior, din nou în corpul principal al textului după care se pot utiliza în mod consecvent.

Trebuie să fie utilizate unități de măsură din S.I.

Notele de subsol ar trebui să fie evitate.

Tabele, figuri, ecuații. Figurile și tabele trebuie numerotate progresiv, în ordinea menționată în text, acestea pot fi organizate în una sau două coloane.

Tables: Draw the tables in grid format using a basic, solid line style without shadows.

Ensure that the data presented in Tables do not duplicate results described in Figures.

Tabelele: concepeți tabele în format de grilă utilizând linii fundamentale, solide fără umbre.

Asigurați-vă că datele prezentate în tabele nu se suprapun cu rezultatele descrise în figuri.

Table 1.
The recommended fonts (Arial 8 Justify)

Item	Font	Size	Style
Title of paper	Arial	12	Norm, Bold
Authors' names	Arial	11	Norm
Affiliation	Arial	9	Italic
Abstract	Arial	8	Italic
Title of sections	Arial	10	Norm, Bold
Text, Formulae	Arial	10	Norm
References	Arial	9	Norm

Figures

Number Figures consecutively in accordance with their appearance in the text. All illustrations should be provided in camera-ready form, suitable for reproduction, which may include reduction without retouching.

Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as Figure(s) and should be numbered consecutively, in the order to which they are referred.

Figures may be inserted as black line drawings. They should be pasted on, rather than taped, since the latter results in unclear edges upon reproduction.

Ensure that each illustration has a caption, placed below the Figure. A caption should comprise a brief title (not on the Figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used. Multiple Figures can be expressed as one Figure (for e.g. 1a, 1b, 1c etc.), while retaining the maximum limit of 6.

Figuri

Numerotați figurile consecutiv, conform cu ordinea în care apar în text. Toate ilustrațiile ar trebui prezentate în mod “camera ready”, potrivite pentru reproducere, care poate include reducerea fără retușare.

Fotografiile, graficele și diagramele vor fi denumite ca Figuri și ar trebui numerotate consecutiv, în ordinea în care se referă la ele.

Figurile pot fi inserate ca desen negru liniar. Ele trebuie introduse cu paste și nu cu tape, pentru că acesta din urmă rezultă cu margini neclare asupra reproducerii.

Asigurați-vă că fiecare ilustrație are o denumire, plasată sub Figură. Denumirea trebuie să includă un titlu scurt (nu pe figura însăși) și o descriere a ilustrației. Restângeți textul din ilustrațiile propriu-zise la minimum, dar explicați toate simbolurile și abrevierile folosite. Figurile multiple pot fi exprimate ca o singură Figură (ex. 1a, 1b, 1c etc.), dar limitându-vă la maximum 6.

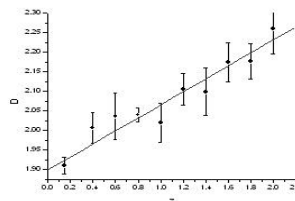


Figure 1. Distribution (Arial 8 Center)

ALL Figures must be submitted in either .jpg format with a very good resolution (but do not submit graphics that are disproportionately large for the content).

Tables and figures should be consecutively numbered and headed with short titles. They should be referred to in the text as Fig. 1, Tab. 2, etc. Leave 1 lines gap at 10 point font setting between the previous section and figure as well as

TOATE Figurile trebuie trimise în format .jpg cu o rezoluție foarte bună (dar nu trimiteți grafice care sunt disproporționat de marie portate la conținut).

Tabelele și figurile trebuie numerotate consecutiv și denumite cu titluri scurte. În text trebuie făcută referințe la ele astfel Fig. 1, Tab. 2, etc. Lăsați un rând liber de dimensiunea font 10 între secțiunea anterioară și figură, precum și între

between figure and next section text. All Figures and Tables must be referred into the text.

3. Results and Discussion

Results should be clear and concise. Discussion elsewhere in the article should explore the significance of the results of the work, not repeat them. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

The Results section should briefly present the experimental data in text, tables, and/or figures.

For details on preparation of tables and figures, see below. The Discussion should focus on the interpretation and significance of the findings with concise objective comments that describe their relation to other work in that area. The Discussion should not reiterate the Results.

4. Conclusions

The main conclusions drawn from results should be presented in a short Conclusions section.

Although a conclusion may review the main points of the paper, do not replicate the abstract as the conclusion.

A conclusion might elaborate on the importance of the work or suggest applications and extensions. Make sure that the whole text of your paper observes the textual arrangement on this page.

5. Acknowledgements

The Acknowledgments section should include the names of those people who contributed to a study but did not meet the requirements for authorship.

The corresponding author is responsible for informing each person listed in the acknowledgment section that they have been included and providing them with a description of their contribution so they know the activity for which they are considered responsible.

Each person listed in the acknowledgments must give permission – in writing, if possible – for the use of his or her name. It is the responsibility of the corresponding author to collect this information.

References

The text should include a list of references which reflect the current state of technology. Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Number the references (numbers in square

figură și următoarea secțiune de text. Toate figurile și tabelele trebuie să aibă referințe în text.

3. Rezultate și discuții

Rezultatele trebuie să fie clare și concise. Discuția în altă parte a articolului ar trebui să exploreze semnificația rezultatelor muncii, nu să le repete. Evitați citarea extensivă și discutarea literaturii deja publicate.

Secțiunea de rezultate trebuie să prezinte pe scurt date experimentale în text, tabele și/sau figuri.

Detalii privind pregătirea tabelor și a figurilor găsiți mai jos. Discuția trebuie să se concentreze pe interpretarea și semnificația descoperirilor, cu comentarii concise și obiective care descriu relația cu alte lucrări în domeniu. Discuția nu trebuie să reitereze Rezultatele.

4. Concluzii

Concluziile principale trase în urma rezultatelor trebuie prezentate într-o scurtă secțiune de Concluzii.

Cu toate că o concluzie poate trece în revistă principalele puncte ale lucrării, nu reproduceți rezumatul pe post de concluzie.

O concluzie poate să elaboreze pe tema importanței lucrării sau să sugereze aplicații și extensii. Asigurați-vă că textul integral al lucrării arată aranjamentul textual pe această pagină.

5. Mulțumiri

Secțiunea de Mulțumiri trebuie să includă numele acelor persoane care au contribuit la un studiu, dar nu au îndeplinit cerințele pentru a deveni autori.

Autorul corespunzător este responsabil să informeze fiecare persoană din lista de mulțumiri asupra faptului că au fost incluse și să le ofere o descriere a contribuției lor, pentru a ști de care activitate se fac răspunzători. Fiecare persoană din secțiunea de mulțumiri trebuie să își dea acceptul – în scris dacă este posibil – pentru folosirea numelui său. Este responsabilitatea autorului să colecteze aceste informații.

Referințe

Textul trebuie să includă o listă de referințe care reflectă starea actuală a tehnologiei. Indicați referințele prin numere în paranteze pătrate pe același rând în lucrare. Se pot face referiri la autorii propriu-ziși, dar întotdeauna trebuie menționat și numărul de referință.

brackets) in the list in the order in which they appear in the text [1]. Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). References should be listed as they appear in the text [2, 3]. Use Arial 9 point size.

List the references at the end of the text with Arabic numerals (1, 2, etc.) with the order they appear in the text.

Books: Names and initials of authors, title of the book; edition; volume number; publisher; place; year, page number:

[1] Faber K., Biotransformations in Organic Chemistry – A Textbook, vol.VIII, 4th Edition, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2000, 212-240.

Symposia volumes: Names and initials of authors; article title; full title; symposium abbreviated; volume number; place; year; date; page number:

[2] Clark T.A., Steward D., Wood and Environment, Proc. 6th Int. Symp. on Wood and Pulping Chemistry, Melbourne, 1991, 1:493.

Journal papers: Names and initials of authors; full title of the paper; full name of the journal (*italic*); year, volume number; first and last page numbers:

[3] Tanabe S., Iwata H. and Tatsukawa R., Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals, Science of the Total Environment, 1994, 154:163-177.

Patents: Names and initials of authors, patent title, country, year, patent number:

[4] Grant P., Device for Elementary Analyses. USA Patent, 1989, No. 123456.

Dissertations: Names and initials of authors, title; specification (Ph. D. Diss.), institution, place, year:

[5] Aelenei N., Thermodynamic study of polymer solutions, PhD Thesis, Institute of Macromolecular Chemistry Petru Poni, Iasi, Romania, 1982.

Legal regulations and laws, organizations: Abbreviated name; full name of the referred text; document type; author; year, URL address:

[6] ESC, Improving access to modern energy services for all fundamental challenge, Economic and Social Council, ENV/DEV/927, 2007. On line at: <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/envdev927.doc.htm>

Numerotați referințele (numere în paranteze pătrate) din listă în ordinea în care apar în text [1]. Asigurați-vă că fiecare referință citată în text este prezentă și în lista de referințe (și vice-versa). Referințele trebuie listate așa cum apar în text [2, 3]. Folosiți fontul Arial, mărimea 9.

Listați referințele la sfârșitul textului cu numerale arabe (1, 2 etc.) în ordinea în care apar în text.

Cărți: Numele și inițialele autorilor, titlul cărții, ediția, numărul volumului, editorul, locul, anul, numărul paginii:

[1] Faber K., Biotransformations in Organic Chemistry – A Textbook, vol.VIII, 4th Edition, Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 2000, 212-240.

Volume simpozioane: Numele și inițialele autorilor, titlul articolului, titlul complet, simpozionul abreviat, numărul volumului, locul, anul, data, numărul paginii:

[2] Clark T.A., Steward D., Wood and Environment, Proc. 6th Int. Symp. on Wood and Pulping Chemistry, Melbourne, 1991, 1:493.

Articole din reviste: Numele și inițialele autorilor, titlul întreg al lucrării, numele întreg al revistei (*italic*), anul, numărul volumului, numărul primei și ultimei pagini:

[3] Tanabe S., Iwata H. and Tatsukawa R., Global contamination by persistent organochlorines and their ecotoxicological impact on marine mammals, Science of the Total Environment, 1994, 154:163-177.

Brevete: Numele și inițialele autorilor, titlul brevetului, țara, anul numărul brevetului:

[4] Grant P., Device for Elementary Analyses. USA Patent, 1989, No. 123456.

Disertații: Numele și inițialele autorilor, titlu, specificație (doctorat, disertație), instituția, locul, anul:

[5] Aelenei N., Thermodynamic study of polymer solutions, PhD Thesis, Institute of Macromolecular Chemistry Petru Poni, Iasi, Romania, 1982.

Reglementări legale și legi, organizații: Numele abreviat, numele întreg al textului la care se face referință, tipul documentului:

[6] ESC, Improving access to modern energy services for all fundamental challenge, Economic and Social Council, ENV/DEV/927, 2007. On line at: <http://www.un.org/News/Press/docs/2007/envdev927.doc.htm>

Referinte online: URL-ul complet trebuie prezentat în text ca citat, dacă alte date nu sunt disponibile. Dacă autorii, titlurile documentelor sunt cunoscute și referințele sunt luate de pe un website, atunci trebuie menționate anul și adresa URL după aceste informații:

[7] Burja C., Burja V., Adapting the Romanian rural economy to the European agricultural policy from the perspective of sustainable development, MPRA, Munich Personal RePEc Archive, 2008. On line at: http://mpra.ub.unimuenchen.de/7989/1/MPRA_paper_7989.pdf

Referințele online nu trebuie să fie prezentate separat, după lista de referință.

Trimiterea lucrărilor: lucrările propuse trebuie trimise prin e-mail către consiliul editorial, la adresa eesde@imadd.utcluj.ro. După analiza lucrărilor și admiterea lor spre publicare, consiliul editorial poate cere anumite modificări pentru rezolvarea anumitor probleme legate de tipărire.

Web references: The full URL should be given in text as a citation, if no other data are known. If the authors, title of the documents are known and the reference is taken from a website, year, the URL address has to be mentioned after these data.

[7] Burja C., Burja V., Adapting the Romanian rural economy to the European agricultural policy from the perspective of sustainable development, MPRA, Munich Personal RePEc Archive, 2008. On line at: http://mpra.ub.unimuenchen.de/7989/1/MPRA_paper_7989.pdf

Web references must not be listed separately, after the reference list.

Sending of papers: the proposed papers could be sent by e-mail to editorial board, at the address: eesde@imadd.utcluj.ro. After the papers analysis and admission for publishing, the editorial board could request some modifications for solving certain problems related to printing.