A XIII-a Conferinţă Naţională multidisciplinară – cu participare internaţională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii româneşti",
SEBEŞ, 2013

EVALUAREA RECICLĂRII MATERIALELOR PLASTICE DIN PUNCT DE VEDERE AL ECO-EFICIENŢEI

Andrei NAGY, Willy Uriciuc, Emil NAGY

EVALUATION OF PLASTICS RECYCLING OF TERMS OF ECO-EFFICIENCY

Modern technology requires a systematic approach according to which materials engineers are involved directly or indirectly related to compliance with product strategy to report the use of materials from traditional and new. Today plastics are generated from a variety of sources and large amounts of material are deposited, resulting in difficulties in storage. Industrial processing or storage of plastics is extremely difficult and has become a social problem in recent years. Recycling of plastics can be a solution for the reduction of environmental impact and efficient use of natural resources limited and the process of exhaustion. Implementation of a new technology for recycling of plastics can be problematic due to significant differences in costs related to the weight of the components of the eco-efficiency analysis system that must be customized. Advanced recycling of plastics contributes significantly to enhanced environmental management implementation that allows environment and economy to coexist harmoniously in a sustainable development paradigm of the beginning of this century.

Cuvinte cheie: mase plastice, reciclare, impactul asupra mediului
Keywords: plastics, recycling, environmental impact

1. Introducere

Astăzi deşeurile de materiale plastice sunt generate de o varietate de surse care duc la creşterea importantă a cantităţilor de deşeuri şi la necesitatea imperioasă de reducere a cantităţii acestora.

Reciclarea este o metodă larg utilizată pentru diminuarea cantităţii de materiale destinate depozitării prin haldare, ea fiind prelucrarea deșeurilor în scopul de a le face reutilizabile. Acest lucru ajută la conservarea energiei și reducerea consumului de resurse naturale. Reciclarea produselor utilizate este una dintre cele mai bune moduri de a economisi şi a proteja mediul. Este important de a recicla dar tehnologiile aplicate trebuie astfel proiectate încât să se evite daune aduse mediului. Efectele negative ale proceselor de reciclare pot apărea în cazul în care reciclarea se face printr-o gestionare în mod necorespunzător a tehnicilor aplicate. Cu toate acestea se observă că beneficiile depășesc riscurile de reciclare.

Pe de altă parte guvernul cere de asemenea punerea în aplicare a unor tehnologii optime şi eficiente.

Analiza limitelor reciclării în bazele fundamentale sugerează că reciclarea la cote înalte a materialelor plastice cerută de legislaţie poate fi oneroasă deoarece se bazează pe simple principii primare fundamentale. Este conjunctural faptul ca monitorizarea cotelor de reciclare prin legislaţie poate fi de o manieră incorect controlată din punct de vedere al performanţelor optimale ale sistemului de reciclare în care fiecare actor din sistem îşi optimizează activitatea în cadrul limitelor legislației de mediu, fizicii, chimiei, care în totalitate dictează limitele reciclării.

Tehnologia modernă presupune o abordare sistemică în conformitate cu care materialele inginereşti sunt implicate direct sau indirect de la strategia legată de concordanţa cu produsul până la raportul de utilizare a materialelor tradiţionale şi a celor noi.

2. Analiza deşeurilor de materiale plastice

Studiul de caz luat în analiză a avut drept obiect deşeurile de materiale plastice de la procesarea vehiculelor scoase din uz .

Vehiculele scoase din uz supuse operației de sfărâmare au fost automobile din anii ’80. În tabelul 1 sunt redate rezultatele obţinute din analiza probelor şi prelucrarea datelor.

Variantele de recuperare a componentelor fracţiilor reziduale rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder au fost:

1 – Varianta Sistem de separare printr-un proces preponderent uscat de separare a fracţiilor reziduale rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder;

2 – Varianta Sistem de separare printr-un proces preponderent umed de separare a fracţiilor reziduale rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder.

Tabelul 1

PONDEREA MATERIALELOR ÎN VEHICUL - anii ’80	
MATERIALUL	**PONDEREA** [%]
Materiale feroase	72
Materiale neferoase	7-9
Cauciuc	4-6
Plastic	6-9
Sticlă	2,5-3,5
Altele	3-4

Prima variantă (Varianta Sistem de separare printr-un proces preponderent uscat de separare a fracţiilor reziduale rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder) a cuprins următoarele operaţii:

- tocarea reziduului pentru a reduce dimensiunea;
- clasarea uscată gravitaţională volumetrică;
- separare magnetică a claselor volumetrice a metalelor feroase;
- separator pentru recuperarea metalelor neferoase I;
- clasarea umedă gravitaţională volumetrică;
- separator pentru recuperarea metalelor neferoase II.

În tabelul 2 sunt redate global rezultatele privind gradul de recuperare a componentelor în varianta sistem de separare printr-un proces preponderent uscat de separare a fracţiilor reziduale rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder.

Tabelul 2

Gradul de recuperare a componentelor I	
MATERIALUL	**Grad de recuperare** [%]
Plastic	68
Cauciuc	65
Materiale feroase	87
Materiale neferoase	61

Deoarece reziduul rezultat după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder are în componenţă mai multe tipuri de polimeri necompatibile între ele, a doua parte a analizei s-a făcut utilizând un sistem de flotație umed. A doua variantă (Varianta Sistem de separare printr-un proces preponderent umed de separare a fracţiilor reziduale

rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder) a cuprins următoarele operaţii:

- tocarea reziduului pentru a reduce dimensiunea;
- separare prin sistem de flotație umed;
- clasarea umedă gravitaţională volumetrică;
- separare magnetică de metale feroase;
- separator pentru recuperarea metalelor neferoase.

Rezultatele globale sunt redate în tabelul 3 privind gradul de recuperare a componentelor în varianta sistem de separare printr-un proces preponderent umed de separare a fracţiilor reziduale rezultate după mărunţirea vehiculelor scoase din uz la schredder.

Tabelul 3

Gradul de recuperare a componentelor II	
MATERIALUL	**Grad de recuperare [%]**
Plastic	82
Cauciuc	68
Materiale feroase	89
Materiale neferoase	69

Diferitele tipuri de materiale necirculabile au calităţi aleatorii din mai multe considerente:

- densitatea în vrac, adică forma geometrică statistică a elementelor (părţilor) componente;
- conţinutul în elemente reziduale sau de impurităţi care nu pot fi eliminate deloc sau parţial;

Pentru situaţii bine precizate, trecerea de la o categorie la alta se poate face din considerente economice în principal cel puţin din două motive:

- anumite tipuri de materiale recirculabile pot avea valori de utilizare nule sau negative, ele neputând fi utilizate nici măcar la valori nule;
- anumite tipuri de materiale recirculabile pot fi supraevaluate.

3. Valorificarea materialelor plastice

Reciclarea materialelor plastice rezultate din tratarea şi dezmembrarea vehiculelor scoase din uz poate constitui o soluţie atât pentru reducerea impactului asupra mediului cât şi pentru utilizarea eficientă a resurselor naturale, limitate şi în plin proces de epuizare, Aceasta se face fie prin folosirea lor la un nivel valoric inferior (ca material de umplutură într-un material compozit), fie prin valorificarea

acestora ca surse de energie, în instalaţii industriale sau ecologice de incinerare sau piroliză.

3.1 Utilizarea deşeurilor de materiale plastice în exploatarea cuptoarelor industrial

În furnale - căldura este generată de arderea cocsului, care asigură temperatura necesară pentru procesele de reducere şi topirea fontei în totalitate. Ţiţeiul sau cărbunele pulverizat este adesea injectat prin gurile de vânt datorită modului de încălzire. Utilizarea deşeurilor de plastic pentru înlocuirea combustibilului tradiţional reprezintă o folosire a masei de deşeuri de materiale plastice în procesul de obţinere a fontei de primă fuziune. Aproape că nu există diferenţă între deşeul de material plastic şi combustibilul lichid (petrolier). Ambele hidrocarburi sunt convertite în gaz la temperaturile ridicate, în partea inferioară a furnalului, iar gazul rezultat este utilizat pentru reducerea fierului.

Dacă se compară utilizarea plasticului în furnalul clasic cu combustia directă în centralele electrice, sau cu incinerarea în uzine (vezi tabelul 4), este foarte clar că furnalul clasic este numai unul din procesele care pot utiliza conţinutul de energie convertit din acest material plastic.

Tabelul 4

Utilizarea maselor plastice în diferite procese			
Domeniu de utilizare	**Furnale clasice**	**Centralele electrice**	**Fabrici de incinerare a deşeurilor**
Total utilizare [%]	79	40	30
Pierderi [%]	21	60	70

La utilizarea deşeurilor de materiale plastice în furnal, peste alte procese de combustie, trebuie luate în considerare şi elementele legate de protecţia mediului.

Cele mai noi procese de elaborare a fontei pe plan mondial au reuşit să notifice printre experţi, politicieni și autorităţi publice că injectarea deşeurilor de materiale plastice în furnal este aparent avantajoasă.

În cuptoare cu arc electric are loc topirea directă a materialelor ce conţin fier după conceptele moderne de producere a oţelului. Astăzi procentajul oţelului obţinut cu ajutorul cuptoarelor cu arc electric din producţia totală de oţel în uniunea europeană este de 65,3 %.

Avantajele metodei de utilizare în cuptoarele cu arc electric, în ceea ce priveşte capacitatea de reciclare şi investiţiile economice trebuie apreciate. Aceasta a declanşat îmbunătăţiri ale protecţiei mediului şi ale operaţiilor economice ale cuptoarelor şi dezvoltă metode

alternative de producere a oţelului. Utilizarea si celor mai bune tehnologii (cum ar fi arzătoarele oxigaz, instalaţii de insuflare a fluidelor tehnologice, lucrul cu zguri spumante, capsularea cuptorului etc.) favorizează introducerea deşeurilor de plastic în aceste agregate industriale.

În cubilouri pentru fontă - în unele cazuri este necesară o mai mare flexibilitate de producţie în unităţi de productive mai mici, în principiu pentru a îndeplini cerinţele clienţilor. Este cazul producţiei de fontă din deşeuri în cubilouri. Aceste agregate sunt utilizate pentru exploatarea superioara a combustibililor primari. Dificultăţile care se opun la ceea ce se poate face sunt numeroase şi sunt date în primul rând de cunoaşterea limitată a datelor care caracterizează materiile prime, ca şi anumite aspecte ale procesului de fabricaţie. De asemenea practica modernă impune existenţa unor date privind transferul de substanţă și posibilităţile de reciclare a produselor secundare.

Utilizarea deşeurilor de plastic în cubilouri este o potenţială utilizare mai ales datorită progreselor mari în ceea ce priveşte instalaţiile auxiliare în special cele legate de protecţia mediului.

Utilizarea deșeurilor de plastic în exploatarea cuptoarelor dau rezultate bune în domeniul energiei și economisirii de material. Metoda de utilizare a deșeurilor din material plastic în cuptoare industriale (principiul de injectare a deșeurilor material) este o posibilitate bună, dar sunt necesare cercetări avansate pentru problemele de mediu.

Pe baza procesului, a calculelor teoretice, şi de asemenea pe baza unor programe de testare completă, în direcţia eliminării tuturor factorilor de risc, procedeul poate fi extins şi la alte agregate industriale.

3.2 Valorificarea materialelor plastice prin folosirea lor la un nivel valoric inferior

În această direcţie posibilele variante pentru reziduurile de materiale plastice sunt materii prime pentru:

- transformarea în covor;
- obţinerea suporturilor pentru baterii;
- realizarea plăcilor fonoabsorbante;
- dezvoltarea produselor pentru hidroizolaţii.

Se poate afirma că valorificarea materialelor plastice este dominată de legile definitorii corelaţiei industrie-piaţă, impunându-se dezvoltarea unui sistem de reciclare conjugând proprietăţile care determină reciclabilitatea şi recuperarea produsului respectiv. Însumarea acestor aspecte determină caracterul economic al reciclării şi reutilizării şi deci a gradului reciclării şi reutilizării. De remarcat este faptul că fiecare sistem de activitate se desfăşoară în cadrul limitelor

normale legate de legislaţia într-un domeniu industrial. Bazat pe aceste proprietăţi intrinseci s-a dezvoltat un astfel de sistem ca un limbaj comun care să armonizeze legislaţia reciclării cu practica industrială, separarea fizică şi termodinamică, calitatea reciclării produselor (intermediare) statistica industrială şi forma produselor. Acest model aduce semnificante noi aspecte putând fi aplicat la reciclarea industrială (în scopul optimizării procesului) şi de legislator (pentru demonstrarea argumentelor în favoarea unei mai mari flexibilităţi şi reducerea regulamentelor) pentru a realiza şi evalua modul de reciclare în funcţie de forma vehiculului, evaluarea direcţiilor pieţei, găsirea echilibrului între dezasamblare, tehnologia de post shreder (mărunţire) ca o funcţie de restricţiile de intrare a diferitelor opţiuni de tratament.

Diversitatea soluţiilor adoptate, ca şi cercetările recente, arată actualitatea şi importanţa problemei. În prezent, nu există o soluţie "tipizată" sau recunoscută ca fiind optimă pe plan european sau mondial.

Obiectivele generale la dezvoltarea în domeniu sunt legate de:

● Dezvoltarea unui sistem de evaluare care să asigure o armonizare a cerinţelor prelucrătorilor pentru realizarea valorificării complete şi ecologice în tehnologii a deşeurilor de materiale feroase.

● Aplicarea sistemului de bază nu este de a furniza numai indicaţii precise asupra oportunităţilor diferitelor materii prime: punerea în lumină a utilităţii de a se servi de un asemenea model, ca şi instrument, permiţând aprofundarea cunoştinţelor multiplelor aspecte ale problemei studiate şi de a avea în acelaşi timp o viziune clară de ansamblu.

Rezultatele corespunzătoare activităţilor dezvoltate trebuie orientate de aşa manieră încât să existe elemente strict necesare sistemicii, cum ar fi: studii privind sistemele de evaluare; criterii de evaluare; baze de date; modele teoretice şi experimentale; programe pentru calculator bazate pe coeficienţi determinaţi: proprietăţi fizice, incluziuni, gaze, evaluare de impact.

4. Concluzii

■ Reciclarea avansată a materialelor contribuie substanţial la implementarea managementului consolidat al mediului, care permite ca mediul şi economia să coexiste armonios adică la o dezvoltare durabilă, paradigma acestui început de secol.

■ Această lucrare evaluează tehnologiile actuale și emergente de reciclare a materialelor plastice, în scopul de a oferi linii directoare

pentru dezvoltarea viitoarelor strategii de reciclare. Accentul se pune pe tehnologii de recuperare dedicate reziduurilor auto ca o alternativă/ completare. Scopul final este de a dezvolta o viziune de tipul tehnologie de procesare care ar putea apărea în viitor.

■ Se poate afirma că tehnologiile mecanice de separare și reciclare pot permite reciclări mai ample care să contribuie la atingerea obiectivelor de reciclare, astfel putând fi considerate ca fiind mult mai promițătoare decât tehnologii bazate pe recuperarea energiei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ayres, Robert U., Jeroen, T., Van den Bergh, C.J.M., *A theory of economic growth with material/energy resources and dematerialization: Interaction of three growth mechanisms*, Ecological Economics, no.55, 2005, pag. 96–118.
[2] Frohnapfel, B., Hasegawa, Y., Quadrio, M., *Money versus time: evaluation of flow control in terms of energy consumption and convenience*, Journal of Fluid Mechanics, Volume 70, June 2012, pag. 406-418.
[3] MingSheng, Li., HuiMin, Zhang, Zhi, Li., LianJun, Tong., *Economy-wide material input/output and dematerialization analysis of Jilin Province,* Environ Monit Assess, 2010, no.165, pag. 263–274.
[4] Nakamura, S., Kondo, Y., *Input-Output Analysis of Waste Management,* Journal of Industrial Ecology, Volume 6, Issue 1, Dec, 2002, pag. 39-63.
[5] Romelot, P., Antoine, J., Gros, J., *Optimization of scrap recycling routes for environmental protection,* Encosteel–Steel for Sustainable Development, Stockholm, Conference papers, IISI, Brussels, 1997, pag. 94-107.
[6] Satish, J., *Product Environmental Life-Cycle Assessment Using Input-Output Techniques,* Journal of Industrial Ecology Volume 3 Issue 2-3, March 1999, pag. 95-120.
[7] Scwartz, L.H., *The material role*, Metallurgical and materials transactions, vol. 30a, april, 1999, pag. 895-908.
[8] Stewart, M., Basson, L., Petrie, J.G., 2003, *Evolutionary design for environment in minerals processing*, Trans ChemE, Part B 81, pag. 341–351.

Drd. Andrei NAGY
S.N.S.P.A, Bucureşti
Drd. Willy URICIUC
Departamentul Ştiinţa şi ingineria procesării materialelor,
Universitatea Tehnică din Cluj–Napoca,
Prof.Dr.Ing. Emil NAGY
Departamentul Protecţia Mediului şi Antreprenoriatul Dezvoltării Durabile,
Universitatea Tehnică din Cluj–Napoca, membru AGIR