

**PROPRIETĂȚILE ȘI UTILIZAREA  
CENUȘII REZULTATĂ DE LA  
INCINERAREA DEȘEURILOR  
PERICULOASE**

**Emanuela Cociș**, *Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*  
**Prof.dr.ing. Vasile Filip Soporan**,  
*Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

**Rezumat**

*La ora actuală pe plan mondial incinerarea reprezintă principala metodă de tratare și eliminare a deșeurilor periculoase (medicale în special). Chiar dacă în urma acestui proces se reduc considerabil cantitățile de deșeuri (până la 70%), rezultă totodată cantități însemnate de reziduuri de combustie, în special cenușă. Literatura de specialitate conține multe exemple legate de posibilitățile de utilizare ale acesteia datorită proprietăților sale. Din aceste motive acest studiu se focusează pe determinarea caracteristicilor cenușii și pe analiza posibilităților de utilizare ale acesteia. Dezvoltarea de noi materiale cu cenușă rezultată de la procesul de incinerare al deșeurilor periculoase oferă noi perspective științifice și tehnologice datorită proprietăților acestora. Acestea rezultă fie datorită dimensiunilor reduse ale particulelor de cenușă, fie datorită structurii și proprietăților zonelor de contact ale granulelor de cenușă. Au fost efectuate o serie de determinări legate de granulometrie, umiditatea, compactare, compoziție chimică.*

**Cuvinte cheie:** deșeuri periculoase, incinerare, valorificare, cenușă.

**1. INTRODUCERE**

Incinerarea a început să se dezvolte la sfârșitul secolului al XIX-lea în scopul reducerii volumului de deșeuri produse - de regulă - la întâmplare, apărând totodată și problema oportunității recuperării energiei [8].

**CHARACTERISTICS AND USE OF  
BOTTOM ASHES FROM A TYPICAL  
HAZARDOUS WASTE INCINERATOR**

**Phd student Emanuela Cociș**,  
*Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*  
**Prof.dr.ing. Vasile Filip Soporan**,  
*Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

**Abstract**

*In recent years incineration has become the main method for disposal of medical waste (MW) worldwide. Although incineration can reduce the weight of waste by more than 70%, large amounts of combustion residues, especially bottom ash, still remains after incineration. International literature contains lots of information regarding the ash use possibilities because of its properties. For this reasons this study focuses on determining the ash properties and characteristics and on analyzing the possible valorificaton. The development of new materials containing ash from hazardous waste incineration offers new scientific and technological perspectives due to the specific physical properties of these materials. These properties derive either from their reduced grain size or from the structure and properties of the grain boundaries. A series of investigations were conducted in this study regarding grain size distribution, the compaction degree, moisture content, chemical and oxidic composition and morphology.*

**Keywords:** hazardous waste, incineration, valorification, ash.

**1. INTRODUCTION**

Incineration began to develop at the beginning of the XIX<sup>th</sup> century with the scope of reducing the large amounts of generated wastes - produced by incidence - with the appearing at the same time of the opportunity of energy recovery [8]. Incineration itself is commonly only one

Incinerarea este folosită ca metodă de tratament pentru o gamă foarte largă de deșeuri reprezentând doar o parte a unui sistem complex de management al deșeurilor [4].

Sectorul incinerării a cunoscut o creștere tehnologică rapidă în ultimii 10-15 ani, obiectivul incinerării fiind de a reduce volumului mare al deșeurilor ce trebuiesc depozitate și minimizarea impactului acestora asupra mediului, prin transformarea deșeurilor în reziduu sub formă de cenușă, cu un conținut anorganic inert.

Practic, incinerarea deșeurilor se rezumă la oxidarea materialelor combustibile conținute în deșeuri, acestea fiind de regulă materiale extrem de eterogene, compuse în principal din substanțe organice, minerale, metale și apă.

Cenușa provenită de la incinerarea deșeurilor este cel mai important produs rezidual reprezentând 85-95% din totalitatea produșilor rezultați în urma acestui proces. Ea se prezintă ca un amestec complex de minerale variate, în care particulele sferice sunt asociate cu agregate de materiale policristaline, amorse și sticloase [3].

Particulele sferice sunt compuse din aluminosilicați complecși de calciu, sodiu și potasiu, cele amorse și cristaline fiind îmbogățite în metale grele volatile. Materialul granular poate fi amestecat cu metale feroase și neferoase, precum și cu alte materiale incombustibile [9]. Totuși datorită conținutului ei, este necesară investigarea atentă a proprietăților și conținutului înainte de utilizare.

Scopul acestui studiu este de a analiza cenușa atât din punct de vedere al proprietăților fizice, morfologie, granulometrie, umiditate, compactare) cât și chimice (conținut de elemente chimice, de oxizi) pentru a se putea alege cea mai potrivită metodă de valorificare.

## 2. ANALIZA CENUȘII

### 2.1. Determinarea granulometriei

Pentru determinarea acesteia s-au prelevat probe de cenușă de la un incinerator de

part of a complex waste treatment system that altogether, provides for the overall management of the broad range of wastes that arise in society [4].

The incineration sector has undergone rapid technological development over the last 10 to 15 years, having the main objective the reduction of the large quantities of wastes that need to be landfilled and minimizing at the same time the environmental impact, by transforming the waste in ash, with an inert content.

Basically, waste incineration is the oxidation of the combustible materials contained in the waste. Waste is generally a highly heterogeneous material, consisting essentially of organic substances, minerals, metals and water.

Ash from medical waste incineration is a complex mixture of various minerals. Spherical particles are common in fly ash, associated with aggregates of polycrystalline, amorphous and glassy material [3].

The spherical particles are composed of complex calcium, sodium and potassium aluminosilicates whilst the associated amorphous and crystalline material is enriched in the more volatile heavy metals. The slagged material is granular. It can be intermingled with ferrous and non-ferrous metal and other uncombustibles if these constituents are present in the MSW prior to combustion [9]. Therefore, the properties of MW bottom ash must be extensively investigated before this type of special waste can be reused.

The objective of the current study is to obtain information about bottom ash by examining the grain size distribution, the compaction degree, moisture content, chemical and oxidic composition and morphology. This information should be useful for evaluating utilization possibilities.

## 2. ASH ANALYSIS

### 2.1. Grain size determination

For the determination of this parameter, ash

deșeuri periculoase (medicale/industriale). Probele de cenușă au fost supuse unei separări granulometrice pe diferite dimensiuni. Pentru aceasta s-a folosit sistemul de sitare Retsch AS 200. S-a avut în vedere timpul de sitare, aproximativ 10 minute pentru fiecare probă. S-au obținut dimensiuni de 1000 μm, 500 μm, 250 μm, <250 μm. Această sortare granulometrică s-a realizat cu scopul de a folosi diferite dimensiuni ale cenușii în procesul de obținere a sistemelor compozite cenușă-ciment. Se va urmări dacă mărirea particulelor de cenușă influențează proprietățile mecanice finale.

## 2.2. Determinarea gradului de compactare a cenușii

Determinarea capacității de compactare se face cu scopul de a observa cantitatea de material necesară obținerii sistemelor compozite ciment-cenușă. Pentru determinarea capacității de compactare a cenușii s-a folosit un echipament Complay JV 2000. Testul a constat din două etape a câte 1000 de bătăi fiecare și s-a măsurat înălțimea coloanei după fiecare etapă.

Stabilirea gradului de compactare s-a făcut utilizând metoda Walz. Această metoda este una dintre cele mai folosite metode de determinare a gradului de compactare. Gradul de compactare  $G_c$  este definit prin raportul dintre înălțimea cenușii introduse într-un recipient de formă dată  $h_1$  și înălțimea cenușii compactate (prin vibrație) în forma dată  $h_2$ .

$$G_c = \frac{h_1}{h_2} \quad (1)$$

Unde :

$h_1$ - înălțimea cenușii introduse într-un recipient de formă dată

$h_2$ - înălțimea cenușii compactate (prin vibrație) în forma dată.

Gradul de compactare remanent :

$$\Delta G_c = G_{c1} - G_{c2} \quad (2)$$

Gradul de compactare remanent arată variația dintre etapele de compactare.

În urma determinării experimentale, conform valorilor din tabelul 1, s-a constatat

samples were collected from a typical hazardous waste incinerator. The ash samples were subjected to a granulometric separation of different particle sizes by sieving with an auto sieve Retsch AS 200. The sieving time for each sample was taken into consideration and it was 10 minutes/sample.

The obtained grain sizes were 1000 μm, 500 μm, 250 μm, <250 μm. This determination is important because it can give informations about how different particle sizes can influence the mechanic properties of obtained ash-cement composite systems.

## 2.2. Compaction degree determination

This determination is necessary to establish the quantity of material (ash) needed for obtaining the ash-cement composite systems. To establish the compaction degree a Complay JV 2000 equipment was used. The test consisted of two stages of 1000 beats each and the column height was measured.

The Walz method was used for the compaction degree determination because is the most common one. The compaction degree  $G_c$  is defined by the ash height introduced in a known shape recipient  $h_1$  ratio and the compacted ash height (by vibration) in the given known shape  $h_2$ .

$$G_c = \frac{h_1}{h_2} \quad (1)$$

Where:

$h_1$  = the ash height introduced in a known shape recipient

$h_2$  = the compacted ash height (by vibration) in the given known shape

The remanent compaction degree :

$$\Delta G_c = G_{c1} - G_{c2} \quad (2)$$

$\Delta G_c = G_{c1} - G_{c2}$  shows the variation from compaction stages.

From the experimental determination, as shown in table no.1, there are no significant modifications, only one stage of compaction (1000 beats) being enough.

ca nu există modificări mari, fiind suficientă doar o etapă de compactare (1000 bătăi). În urma determinărilor realizate s-a constatat faptul că gradul de compactare este influențat de granulometria particulelor de cenușă. L-a granulații mai mari, 1000 μm gradul de compactare este mai mare în comparație cu granulațiile mici de sub 250 μm (tabel nr. 1).

The compaction degree is influenced by the particle size. At a bigger grain size (1000μm) Gc is bigger compared to smaller grain sizes (< 250μm) as shown in table no.1.

Tabel 1. Determinarea experimentală a gradului de compactare

| Proba | Cenușa folosită [g] | Dimensiuni particule (μm) | Înălțime coloană (mm) |                 |            |                 | ΔGc                               |
|-------|---------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------------------------|
|       |                     |                           | Grad compactare Gc la |                 |            |                 |                                   |
|       |                     |                           | 1000 bătăi            | Gc <sub>1</sub> | 2000 bătăi | Gc <sub>2</sub> | Gc <sub>1</sub> - Gc <sub>2</sub> |
| 1.    | 126                 | 1000                      | 220                   | 1,136           | 218        | 1,146           | -<br>0,01                         |
| 2.    | 131                 | 500                       | 238                   | 1,050           | 234        | 1,068           | 0,98                              |
| 3.    | 138                 | 250                       | 232                   | 1,077           | 230        | 1,086           | 0,99                              |
| 4.    | 148                 | <250                      | 228                   | 1,096           | 224        | 1,116           | 0,98                              |

Table 1. Experimental determination of compaction degree

| Sample | Ash [g] | Particle size (μm) | Column height (mm)      |                 |            |                 | ΔGc                               |
|--------|---------|--------------------|-------------------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------------------------|
|        |         |                    | Compaction degree Gc at |                 |            |                 |                                   |
|        |         |                    | 1000 beats              | Gc <sub>1</sub> | 2000 beats | Gc <sub>2</sub> | Gc <sub>1</sub> - Gc <sub>2</sub> |
| 1.     | 126     | 1000               | 220                     | 1,136           | 218        | 1,146           | -<br>0,01                         |
| 2.     | 131     | 500                | 238                     | 1,050           | 234        | 1,068           | 0,98                              |
| 3.     | 138     | 250                | 232                     | 1,077           | 230        | 1,086           | 0,99                              |
| 4.     | 148     | <250               | 228                     | 1,096           | 224        | 1,116           | 0,98                              |

### 2.3. Determinarea umidității

Probele de cenușă au fost supuse uscării în etuva cu vid VO 500 pentru a îndepărta apa absorbită din atmosferă, timp de 24 ore la temperatura de 105<sup>0</sup>C. S-a repetat operația până s-a ajuns la masă constantă.

Umiditatea s-a determinat după formula (3), pentru fiecare fracție de cenușă în parte, respective 1000 μm, 500μm, 250 μm, <250

### 2.3. Moisture determination

The ash samples were dried in an oven (VO 500 oven) at 105 °C for 24 hours. The operation was repeated until constant weight. Ash weight was measured (AW 320 analytical balance and water absorption was calculated by weight difference (W<sub>i</sub> and W<sub>f</sub> are initials and finals in the weight of evidence). The equation used was:

$\mu\text{m}$  (tabel nr. 2).

$$W\% = \frac{W_i - W_f}{W_i} \cdot 100$$

W = umiditatea

$W_i$  = umiditatea inițială

$W_f$  = umiditatea finală

$$W\% = \frac{W_i - W_f}{W_i} \cdot 10$$

(3) W% = moisture content

$W_i$  = initial in the weight of evidence

$W_f$  = final in the weight of evidence

The moisture content was determined for the previously determined particle sizes as shown in table no. 2.

Tabel 2. Umiditatea cenușii [%]

| Nr.crt | Proba                     | Masa cenușă înainte de etuvare [g] | Masa cenușă după etuvare [g] | Umiditatea rezultată [%] |
|--------|---------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1.     | Cenușă 1000 $\mu\text{m}$ | 200                                | 188,27                       | 5,86                     |
| 2.     | Cenușă 500 $\mu\text{m}$  | 200                                | 182,67                       | 8,66                     |
| 3.     | Cenușă 250 $\mu\text{m}$  | 200                                | 180,32                       | 9,84                     |
| 4.     | Cenușă <250 $\mu\text{m}$ | 200                                | 189,72                       | 5,14                     |

Table 2. Ash moisture [%]

| No. | Sample                 | Ash weight before oven [g] | Asg weight after oven [g] | Moisture [%] |
|-----|------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------|
| 1.  | Ash 1000 $\mu\text{m}$ | 200                        | 188,27                    | 5,86         |
| 2.  | Ash 500 $\mu\text{m}$  | 200                        | 182,67                    | 8,66         |
| 3.  | Ash 250 $\mu\text{m}$  | 200                        | 180,32                    | 9,84         |
| 4.  | Ash <250 $\mu\text{m}$ | 200                        | 189,72                    | 5,14         |

#### 2.4. Determinarea compoziției chimice a cenușii

Constituenții majori ai cenușii sunt Si, Ti, K, Fe, Ca, Mg, Na, Al plus oxigen ca și element predominant prezent sub formă de oxizi. De asemenea sunt prezente și elemente de urmă cum ar fi Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Ag, Sn (tabel nr. 3).

Fiecare probă de cenușă a fost amestecată în raport solid-lichid de 1:10 cu 20 ml de APĂ REGALĂ (15 ml HCl + 5 ml HNO<sub>3</sub>).

#### 2.4. Chemical composition determination

The major constituents in the ash are Si, Ti, K, Fe, Ca, Mg, Na, Al plus oxygen as the most prominent element in the form of oxides. There are also a large range of trace elements, including Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Ag, Sn, Mn as shown in table no 3. Each sample was divided into granulometric fractions as mentioned before. A quantity of 2 g of each fraction was accurately weighed into a 100 ml beaker. Twenty millilitres of aqua regia

Probele au fost supuse unei dezagregări pe baie de apă timp de 24 h. A urmat o filtrare, iar filtratul s-a analizat la spectrometrul de absorbție atomică (AAS).

(HNO<sub>3</sub>: HCl = 1 : 3) were added to the beaker. Then, the beaker was placed on a water bath for 24 hours and after that cooled to room temperature. The solution was filtered and then diluted to volume with deionized water in a 100 ml volumetric flask. The element concentrations in the solutions were determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-TOF-MS Optimass 9500 GBC, Australia, 2007).

Tabel 3. Compoziția chimică

| Element | Probă 1<br>[g/kg] | Probă 2<br>[g/kg] |
|---------|-------------------|-------------------|
| Fe      | 56,01             | 9,004             |
| Ni      | 5,64              | 0,241             |
| Zn      | 2,78              | 4,073             |
| Sn      | 0,92              | 0,464             |
| Mn      | 0,68              | -                 |
| Cu      | 0,24              | 0,095             |
| Pb      | N.D               | 0,249             |

Table 3. Chemical composition

| Element | Sample 1<br>[g/kg] | Sample 2<br>[g/kg] |
|---------|--------------------|--------------------|
| Fe      | 56,01              | 9,004              |
| Ni      | 5,64               | 0,241              |
| Zn      | 2,78               | 4,073              |
| Sn      | 0,92               | 0,464              |
| Mn      | 0,68               | -                  |
| Cu      | 0,24               | 0,095              |
| Pb      | N.D                | 0,249              |

În ceea ce privește compoziția oxidică (tabel nr. 4), au fost identificați CaO (22,57%), SiO<sub>2</sub> (15,61%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (7,23), Na<sub>2</sub>O (3,4%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,6%), TiO<sub>2</sub> (2,21%) MgO (1,92%), K<sub>2</sub>O (0,8%), restul de 12% fiind reprezentați de alți oxizi, pierderea la calcinare fiind de 31,7% . Determinarea s-a făcut prin metoda dezagregării alcaline [2].

Regarding the oxidic content, ash samples were composed mainly of CaO (22,57%), SiO<sub>2</sub> (15,61%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (7,23), Na<sub>2</sub>O (3,4%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (2,6%), TiO<sub>2</sub> (2,21%) MgO (1,92%), K<sub>2</sub>O (0,8%) as shown in table 4. Taken together, the other oxides made up about 12% of the ash the loss on ignition was 31,71%.The oxidic composition of ash was determined through alkaline decomposition [2].

Tabel 4. Compoziția oxidică

| cenușă | Compoziția oxidică [%] |                  |                                |                                |       |      |                   |                  |
|--------|------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|-------------------|------------------|
|        | SiO <sub>2</sub>       | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | MgO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O |
|        | 15,61                  | 2,21             | 7,23                           | 2,6                            | 22,57 | 1,92 | 3,4               | 0,8              |

### 2.5. Determinarea morfologiei cenușii

Morfologia și forma particulelor de cenușă s-au determinat cu ajutorul microscopiei SEM (JOEL JSM5510 LV). Analiza morfologiei folosind tehnica SEM este necesară pentru a vedea cum este afectată structura suprafeței particulelor de cenușă. Morfologia unei particule de cenușă este determinată de temperatură de ardere. Dimensiunea particulelor observate a variat între 9μm-1000μm (fig. nr. 1).

### 2.5. Morphology determination

The morphology and shape of ash particles were determined using scanning electron microscopy (JOEL JSM5510 LV). A morphology observation by SEM is conducted to clearly understand how incineration process affects the ash surface structure. The morphology of an ash particle is controlled by combustion temperature. The sizes of the observed particles are ranged from 9 μm to 1000 μm (fig. no.1).

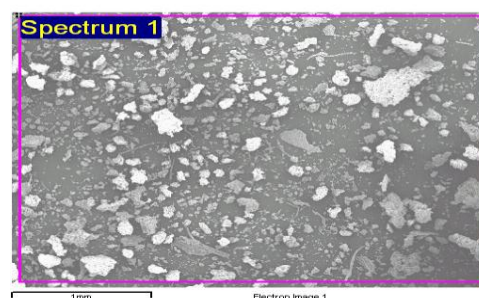
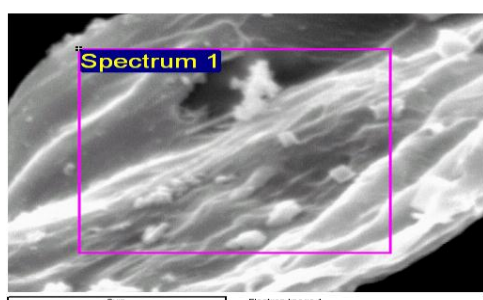


Fig. 1 Dimensiunea particulelor de cenușă

Fig. 1 Ash sizes

Particulele de cenușă sunt aglomerate și de forme neregulate, acest lucru rezultând datorită compoziției deșeurilor (impurități și diferiți compuși care determină aglomerarea la temperaturi înalte).

The ash particles are agglomerated and irregularly shaped because of wastes containing impurities and complex components that may cause the particles to agglomerate at high temperature.

### 3. UTILIZAREA CENUȘII REZULTATE DE LA INCINERAREA DEȘEURILOR

### 3. THE USE OF ASH GENERATED FROM HAZARDOUS WASTE INCINERATION

După determinarea proprietăților cenușii și a conținutului ei, care trebuie să fie lipsit de compuși sau elemente periculoase se

After determining de ash content, which should be without any dangerous

poate trece la utilizarea cenușii în diferite domenii de aplicabilitate.

Cea mai frecventă posibilitate de utilizare a cenușii este folosirea ei în fabricarea produselor și materialelor construcții [10]. Valorificarea cenușii implică numeroase beneficii atât din punct de vedere economic cât și social.

Printre utilizările cenușii se numără: obținerea de ciment și betoane, producerea cărămizilor, a agregatelor ușoare, a materialelor refractare, aditivi pentru industria ceramică, bază pentru șosele și căi ferate, material de umplutură, în amestecuri asfaltice, amendament pentru sol, pavaje, diguri pentru stabilizarea solului, producerea ceramicii, producerea sticlei și a sticlei ceramice [1]. Având în vedere faptul că cenușa generată este considerată un nou tip de deșeu, cea mai bună modalitate de valorificare este includerea ei în diferite sisteme compozite ciment-cenușă [5].

Cantități mari de cenușă (mai mult de la 40%) pot fi utilizate la producerea clincherului de ciment împreună cu  $\text{CaCO}_3$  și cu  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  în cantități foarte mici. Poate fi folosită de asemenea ca înlocuitor parțial a cimentului în mortar [6].

Cenușa poate fi folosită cu succes la fabricarea betoanelor deoarece datorită proprietăților sale puzolanice duce la creșterea rezistenței acestuia, conferindu-i totodată durabilitate ridicată, decolorare redusă, rezistență ridicată la atacul sulfatilor, contracție redusă [7].

Folosirea cenușii reduce costurile, de obicei 15-30% din ciment este înlocuit cu cenușă cu rezultate bune și fără influențe majore asupra produsului final. De asemenea folosirea cenușii reduce cantitatea de deșeuri depozitată, asigurându-se astfel un beneficiu important pentru mediu.

#### 4. CONCLUZII

Cenușa rezultată în urma procesului de incinerare al deșeurilor reprezintă un nou tip de deșeu și are regim special pe de o parte,

compounds or elements, we can establish the use of ash in in different and various applications.

The most common use of ash is in the manufacture of construction products and materials. Many attempts have been made to demonstrate the use of high volumes of ash in the manufacture of structural and high-strength concrete systems [10]. Ash utilization as a by-product in the construction industry reduces technical and environmental problems.

Following are the ash uses: cement production, concrete, low-cost adsorbent for the removal of organic compounds, flue gas and metals, light weight aggregate, mine back fill, road sub-base, and zeolite synthesis, road pavement, embankment, soil stabilization, ceramics, glass-glass ceramics [1].

Taken into consideration that the generated ash from hazardous waste incineration represents a new type of waste it's use is recommended in cement ash composite systems [5].

High amounts of ash (more than 44%) together with  $\text{CaCO}_3$  and very small amounts of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  can be used to produce cement clinkers. Ash could be suitably used in cement production. It could be used as partial replacement of cement in mortar. [6].

The pozzolanic properties of ash make it suitable for concrete manufacture because it's use enhances setting times, compressive strength, sulfate resistance and mass loss, contraction [7].

The use of ash in cement/concrete reduces costs, usually a 15-30% ash does not have major influences on the final product. At the same time the valorification and use of ash is environmental friendly because it considerably reduces the large amounts of deposited waste.

#### 4. CONCLUSIONS

The generated ash from hazardous waste incineration is classified as a new type of



prezintă în același timp anumite proprietăți care îi permit utilizarea ca nou material cu aplicații în diferite domenii, pe de altă parte. Ea se prezintă ca un amestec complex de minerale variate, în care particulele sferice sunt asociate cu agregate de materiale policristaline, amorf și sticloase.

Constituenții majori ai cenușii sunt Si, Ti, K, Fe, Ca, Mg, Na, Al plus oxigen ca și element predominant prezent sub formă de oxizi. De asemenea sunt prezente și elemente de urmă cum ar fi Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Ag, Sn. Aceste elemente se găsesc în cantități mici și nu ridică probleme în momentul valorificării cenușii.

Ea se pretează cu succes la folosirea pentru fabricarea cimentului și a betonului fără influențe negative asupra produsului final, ba mai mult ajută la îmbunătățirea unor caracteristici. Dezvoltarea de noi materiale cu cenușă rezultată de la procesul de incinerare al deșeurilor periculoase oferă noi perspective științifice și tehnologice datorită proprietăților acestora. Acestea rezultă fie datorită dimensiunilor reduse ale particulelor de cenușă, fie datorită structurii și proprietăților zonelor de contact ale granulelor de cenușă.

#### Notă

Această lucrare a beneficiat de suport financiar prin proiectul "Studii doctorale în științe inginerești în scopul dezvoltării societății bazate pe cunoaștere - SIDOC", contract: POSDRU/88/1.5/S/60078, proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013.

#### Bibliografie

- [1]. Ahmaruzzaman M, A review on the utilization of fly ash, *Progress in Energy and Combustion Science* 2006; 36:327–363.
- [2]. Cociș E, Soporan VF, Nemeș O, Soporan B, Chemical and surface morphology characterization of bottom ash

waste and has special properties that allow its use as a new material with multiple applications.

Ash from medical waste incineration is a complex mixture of various minerals. Spherical particles are common in fly ash, associated with aggregates of polycrystalline, amorphous and glassy material.

The major constituents in the ash are Si, Ti, K, Fe, Ca, Mg, Na, Al plus oxygen as the most prominent element in the form of oxides. There are also a large range of trace elements, including Pb, Zn, Cu, Cr, Ni, Ag, Sn, Mn. These elements are present in small quantities and do not pose major issues when it comes to ash use.

Ash can successfully be used in the manufacture of cement and concrete without having major influences on the final product and on the contrary it enhances some properties.

The development of new materials containing ash from hazardous waste incineration offers new scientific and technological perspectives due to the specific physical properties of these materials. These properties derive either from their reduced grain size or from the structure and properties of the grain boundaries.

#### Acknowledgements

Paper prepared for the Project "Doctoral studies in engineering science to develop knowledge-based society-SIDOC" Contract POSDRU/88/1.5/S/60078

#### References

- [1]. Ahmaruzzaman M, A review on the utilization of fly ash, *Progress in Energy and Combustion Science* 2006; 36:327–363.
- [2]. Cociș E, Soporan VF, Nemeș O, Soporan B, Chemical and surface morphology characterization of bottom ash produced from incinerated hazardous waste, 17<sup>th</sup> „Building Services, Mechanical and Building Industry Days” International

- produced from incinerated hazardous waste, 17<sup>th</sup> „Building Services, Mechanical and Building Industry Days” International Conference, 13-14 October 2011, Debrecen, Hungary.
- [3]. Eighmy TT, Eusden JD, Krzanowski JE, Domingo DS, Stampfli D, Martin JR, Erikson PM, Comprehensive approach toward understanding element speciation and leaching behavior in municipal solid waste incineration electrostatic precipitator ash, *Environ. Sci. Technol.*1995; 29 (3):629–646.
- [4]. European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006.
- [5]. Genazzini C, Giaccio G, Ronco A, Zerbino R, Cement-based materials as containment systems for ash from hospital waste incineration, *Waste Management* 2005; 25:649–654.
- [6]. Saikia N, Kato S, Kojima T, Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash, *Waste Management* 2007; 27(9):1178–1189.
- [7]. Siddique R, Utilization of municipal solid waste (MSW) ash in cement and mortar, *Resources, Conservation and Recycling xxx* (2010) xxx–xxx, 1-10.
- [8]. The International Ash Working Group, Municipal Solid Waste Incinerator Residues, *Studies in Environmental Science*1997; 6: 1-962.
- [9]. Wan X, Wang W, Ye T, Guo Y, Gao X, A study on the chemical and mineralogical characterization of MSWI fly ash using a sequential extraction procedure, *Journal of Hazardous Materials* 2006; B134:197–201.
- [10]. Yilmaz A, Degirmenci N, Possibility of using waste tire rubber and fly ash with Portland cement as construction materials", *Waste Management* 2009; 29: 1541–1542.
- Conference, 13-14 October 2011, Debrecen, Hungary.
- [3]. Eighmy TT, Eusden JD, Krzanowski JE, Domingo DS, Stampfli D, Martin JR, Erikson PM, Comprehensive approach toward understanding element speciation and leaching behavior in municipal solid waste incineration electrostatic precipitator ash, *Environ. Sci. Technol.*1995; 29 (3):629–646.
- [4]. European Commission, Integrated Pollution Prevention and Control Reference Document on the Best Available Techniques for Waste Incineration, August 2006.
- [5]. Genazzini C, Giaccio G, Ronco A, Zerbino R, Cement-based materials as containment systems for ash from hospital waste incineration, *Waste Management* 2005; 25:649–654.
- [6]. Saikia N, Kato S, Kojima T, Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash, *Waste Management* 2007; 27(9):1178–1189.
- [7]. Siddique R, Utilization of municipal solid waste (MSW) ash in cement and mortar, *Resources, Conservation and Recycling xxx* (2010) xxx–xxx, 1-10.
- [8]. The International Ash Working Group, Municipal Solid Waste Incinerator Residues, *Studies in Environmental Science*1997; 6: 1-962.
- [9]. Wan X, Wang W, Ye T, Guo Y, Gao X, A study on the chemical and mineralogical characterization of MSWI fly ash using a sequential extraction procedure, *Journal of Hazardous Materials* 2006; B134:197–201.
- [10]. Yilmaz A, Degirmenci N, Possibility of using waste tire rubber and fly ash with Portland cement as construction materials", *Waste Management* 2009; 29: 1541–1542.