

POSSIBILITĂȚI DE RECICLARE A CENUȘII REZULTATĂ DIN ARDEREA CĂRBUNELUI ÎN INSTALAȚII TERMOENERGETICE

Lucica Anghelescu, *Universitatea
"Constantin Brâncuși" din Târgu Jiu*
Bogdan Diaconu, *Universitatea
"Constantin Brâncuși" din Târgu Jiu*

Rezumat: Lucrarea prezintă componentele cu impact negativ asupra mediului care se întâlnesc în cenușă, echipamentele tipice de reținere a cenușii din gazele de ardere precum și utilizarea cenușii zburătoare.

Cuvinte cheie: cenușă, gaze de ardere, ciment

1. INTRODUCERE

Cenușa rezultată din arderea cărbunelui în centralele electrice are două componente: cenușa zburătoare, formată din particule care sunt evacuate împreună cu gazele de ardere, și cenușa colectată în pâlnia cazanului. Într-un context industrial, cenușa, de obicei, se referă la cenușa produsă în timpul arderii cărbunelui. Cenușa zburătoare este, în general, reținută de electrofiltre sau de alte echipamente de filtrare a particulelor înainte ca gazele de ardere să ajungă la coșurile centralelor electrice pe bază de cărbune și împreună cu cenușa reținută în pâlnia cazanului, este cunoscută sub denumirea de cenușa de cărbune.

În funcție de sursa și analiza elementară a cărbunelui, componentele din cenușa zburătoare variază considerabil, dar componentele predominante sunt dioxidul de siliciu (SiO_2) (ambele amorf și cristalin) și oxidul de calciu (CaO), ambele ingrediente fiind prezente în multe straturi de cărbune.

Componentele cu impact negativ asupra mediului care se întâlnesc de regulă în cenușă depind de analiza elementară a cărbunelui dar pot include una sau mai multe

RECYCLING OPPORTUNITIES ASHES FROM COAL COMBUSTION IN THERMAL INSTALLATIONS

Lucica Anghelescu, *University
Constantin Brâncuși of Târgu Jiu*
Bogdan Diaconu, *University
Constantin Brâncuși of Târgu Jiu*

Abstract: This paper presents the components with negative environmental impacts that are found in ash, ash containment equipment typical of flue gas and fly ash utilization.

Keywords: ash, flue gas, cement

1. INTRODUCTION

Ash resulting from coal combustion in coal-fired power plants has two components: fly ash, consisting of particles that rise with the flue gas, and bottom ash, which falls in the boiler ash collecting and disposal system. In an industrial context, fly ash usually refers to ash produced during combustion of coal. Fly ash is generally captured by electrostatic precipitators or other particle filtration equipment before the flue gases reach the chimneys of coal-fired power plants, and together with bottom ash removed from the bottom of the furnace is in this case jointly known as coal ash.

Depending upon the source and makeup of the coal being burned, the components of fly ash vary considerably, but all fly ash includes substantial amounts of silicon dioxide (SiO_2) (both amorphous and crystalline) and calcium oxide (CaO), both being endemic ingredients in many coal-bearing rock strata.

Environmentally harmful compounds that are usually found in ash depend upon the specific coal elementary analysis, but may include one or more of the following elements or substances in quantities from trace amounts to several percents: arsenic, beryllium,

dintre următoarele elemente sau substanțe în cantități de la urme la câteva procente: arsenic, beriliu, bor, cadmiu, crom, crom VI, cobalt, plumb, mangan, mercur, molibden, seleniu, stronțiu, taliu, vanadiu și dioxine.

Echipamentele de control al poluării rețin cenușa înainte de eliberarea gazelor de ardere în atmosferă. În România, cenușa este, în general, stocată în depozite de zgură și cenușă (Balta Unchiasului, Ceplea, etc), în imediata apropiere a centralei. Un procent foarte mic este reciclat și folosit ca un aditiv pentru ciment Portland în fabricarea betonului.

Reciclarea de produse secundare de ardere a cărbunelui ca materii prime în aplicații ecologice conduce la o reducere a gradului de indisponibilizare a terenului.

Utilizarea unei cantități mari de cenușă poate atenua sau rezolva problemele de mediu. În afară de rezolvarea problemelor legate de impactul de mediu, un produs secundar rezultat la arderea de cărbune reprezintă o modalitate de a economisi resursele naturale precum și energia.

Avantajele utilizării subproduselor de combustie a cărbunelui includ o scădere a nevoii de spații de depozitare a deșeurilor, o reducere a costurilor de producere a energiei electrice, conservarea resurselor naturale, precum și economii semnificative pentru utilizatorii finali de produse secundare rezultate din arderea cărbunelui.

2. COMPOZIȚIA CHIMICĂ ȘI IMPACTUL ASUPRA MEDIULUI

Cenușa zburătoare conține substanțe care se solidifică la răcirea gazelor de ardere putând provoca depuneri pe echipamentele de reținere a cenușii din gazele de ardere. Echipamentele tipice de reținere a cenușii din gazele de ardere sunt electrofiltrele (Fig. 1)

boron, cadmiu, chromium, chromium VI, cobalt, lead, manganese, mercury, molybdenum, selenium, strontium, thallium, and vanadium, along with dioxins or dioxin-like compound.

Pollution control equipment ensures that fly ash is captured prior to flue gas release into the atmosphere. In Romania, fly ash is generally stored at coal power plants or placed in ash ponds (Balta Unchiasului, Ceplea, etc.) in the close vicinity of the power plant. A very small percentage is recycled, often used as an additive for Portland cement in concrete manufacturing.

The recycling of coal combustion byproducts as raw materials in applications that are environmentally sound, technically safe and commercially competitive should lead to a reduction in the practice of land filling these materials.

The utilization of large quantity of bottom ash can mitigate or solve the disposal and environmental problems associated to it. Apart from solving the problems at its cause, a coal combustion byproduct is made valuable and is also a way to save natural resources as well as energy. The advantages of utilizing coal combustion byproducts include a decrease in the need for landfill spaces, a reduction in the cost of producing electricity, lowering electricity cost for consumers, conservation of natural resources, and substantial savings for end users of coal combustion byproducts.

2. CHEMICAL COMPOSITION AND ENVIRONMENTAL IMPACT

Fly ash material solidifies while suspended in the exhaust gases and is collected by electrostatic precipitators or filter bags. An electrostatic precipitator is shown in Fig. 1.

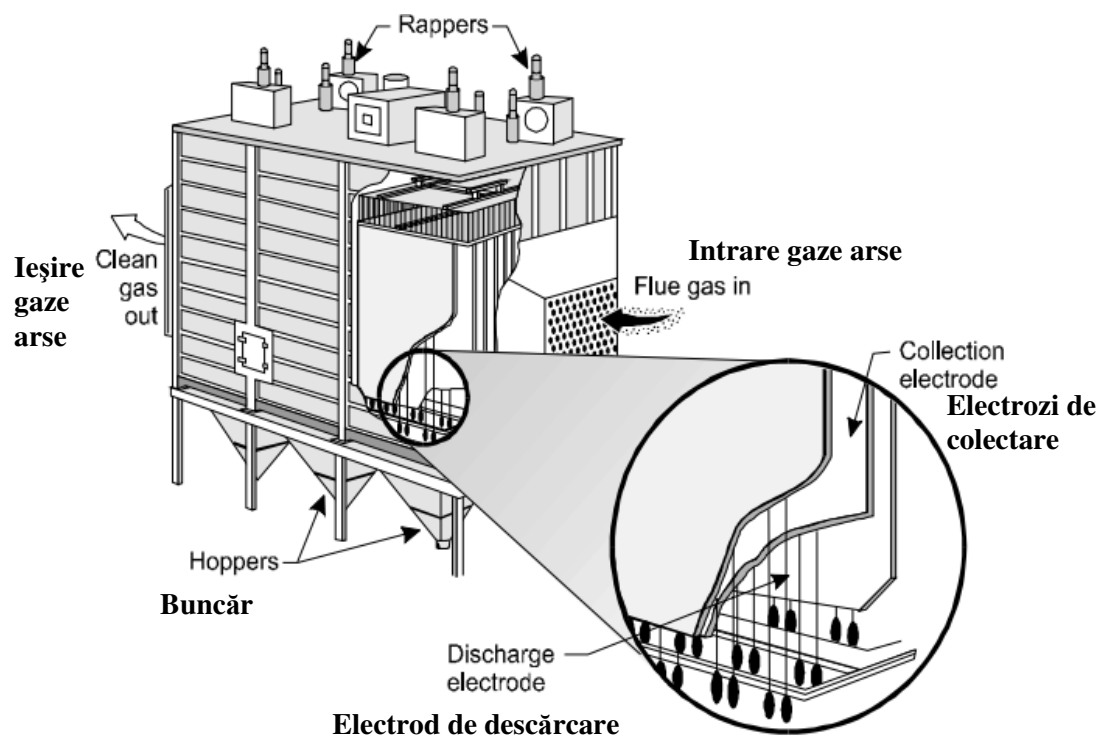


Fig. 1.

Având în vedere că particulele se solidifică rapid în gazele de evacuare, ele au în general, formă sferică și o gamă a diametrelor de la 0,5 microni la 300 microni.. Cenușa zburătoare este un material eterogen datorită temperaturilor diferite de topire ale componentelor sale.

SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 și, ocazional, CaO sunt principalele componente chimice prezente în cenușa zburătoare. Compoziția mineralogică a cenușii este foarte diversificată. Principala fază sunt fază vitroasă împreună cu cuarț, și oxizi de fier hematit, magnetit. Celelalte faze de multe ori sunt identificate cristobalit, anhidrit, periclaz, calcit, sare gemă, hidroxid de calciu, rutil și anataz. Concentrațiile de oligoelemente de mai sus variază în funcție de tipul de cărbune ars și de analiza elementară a acestuia.

Compoziția chimică a cenușii zburătoare este prezentată în tabelul 1, pentru trei sorturi de cărbune.

Since the particles solidify rapidly while suspended in the exhaust gases, fly ash particles are generally spherical in shape and range in size from 0.5 μm to 300 μm . Fly ash is a heterogeneous material due to different melting temperatures of its components.

SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 and occasionally CaO are the main chemical components present in fly ashes. The mineralogy of fly ashes is very diverse. The main phases encountered are a glass phase, together with quartz, and the iron oxides hematite, magnetite. Other phases often identified are cristobalite, anhydrite, free lime, periclase, calcite, sylvite, halite, portlandite, rutil and anatase.. The above concentrations of trace elements vary according to the kind of coal combusted to form it. In fact, in the case of bituminous coal, with the notable exception of boron, trace element concentrations are generally similar to trace element concentrations in unpolluted soils.

Fly ash chemical composition is given in Table 1 for three coal sorts.

Tabelul 1

Table 1

Componenta chimică Chemical composition	Bituminos Bituminous	Semi-bituminos Sub-bituminous	Lignit Lignite
SiO ₂ [%]	20-60	40-60	15-45
Al ₂ O ₃ [%]	5-35	20-30	20-25
Fe ₂ O ₃ [%]	10-40	4-10	4-15
CaO [%]	1-12	0-3	0-5

Reciclarea de cenușii zburătoare a devenit o preocupare în creștere în ultimii ani, ca urmare a costurilor de depozitare a deșeurilor în creștere și a conștientizării necesității măsurilor care să conducă la dezvoltarea durabilă. Alte beneficii de mediu pentru reciclarea cenușii zburătoare includ reducerea cererii de materii prime, pentru care ar fi necesare cariere de exploatare, înlocuirea materialelor cu intensitate energetică mare, (fabricarea de ciment Portland și alte materiale de construcție).

Contaminarea pânzei freatice. Deoarece cărbunile conține urme de elemente toxice cum ar fi: arsenic, bariu, beriliu, bor, cadmiu, crom, taliu, seleniu, molibden și mercur, cenușa rezultată din arderea acestuia, nu poate fi depozitată în locuri în care apa de ploaie poate infiltra metalele și a le transfera în pânza freatică.

Cenușa conține concentrații foarte mici de metale grele și de alte substanțe care sunt cunoscute a fi dăunătoare florei și faunei.

Elementele potențial toxice minime în cărbune includ arsenic, beriliu, cadmiu, bariu, crom, cupru, plumb, mercur, molibden, nichel, raniu, seleniu, toriu, uraniu, vanadiu, și zinc. Aproximativ 10% din masa de cărbune ars este formată din material mineral necombustibil care devine cenușă, astfel încât concentrația de cele mai multe oligoelemente din cenușa de cărbune este de aproximativ 10 ori concentrația inițială din cărbune. O analiză efectuată de US Geological Survey a constatat că cenușa zburătoare conține de obicei concentrații de 10 la 30 ppm de uraniu, comparabil cu nivelurile găsite în unele roci granitice, fosfat, și din șisturi bituminoase.

The recycling of fly ash has become an increasing concern in recent years due to increasing landfill costs and current interest in sustainable development. Other environmental benefits to recycling fly ash

includes reducing the demand for virgin materials that would need quarrying and substituting for materials that may be energy-intensive to manufacture such as Portland cement and other building materials.

Groundwater contamination. Since coal contains trace levels of arsenic, barium, beryllium, boron, cadmium, chromium, thallium, selenium, molybdenum and mercury, its ash will continue to contain these traces and therefore cannot be dumped or stored where rainwater can leach the metals and move them to aquifers.

Fly ash contains trace concentrations of heavy metals and other substances that are known to be detrimental to health in sufficient quantities. Potentially toxic trace elements in coal include arsenic, beryllium, cadmium, bariu, chromium, copper, lead, mercury, molybdenum, nickel, radium, selenium, thorium, uranium, vanadium, and zinc. Approximately 10% of the mass of coals burned consists of unburnable mineral material that becomes ash, so the concentration of most trace elements in coal ash is approximately 10 times the concentration in the original coal. A analysis carried out by the U.S. Geological Survey (USGS) found that fly ash typically contained 10 to 30 ppm of uranium, comparable to the levels found in some granitic rocks, phosphate rock, and black shale.

Utilizarea cenușii zburătoare

Modalitățile de utilizare a cenușii zburătoare includ (aproximativ în ordinea descrescătoare a importanței) următoarele:

- aditiv în fabricarea cimentului;
- terasamente și alte umpleri structurale (de obicei, pentru construcția de drumuri);
- mortar și alte fluide de umplere;
- stabilizarea deșeurilor și solidificare;
- clincher în producția de ciment ;
- stabilizarea solurilor moi;
- construcții rutiere;
- ca material înlocuitor (de exemplu, pentru producția de cărămidă);
- minerale de umplere în betonul asfaltic;
- utilizări agricole: modificarea acidității solului, îngrășăminte, alimentatoare vite, de stabilizare a solului în șantierele de furaje în stoc;
- aplicarea pe carosabil pentru controlul formării de gheață;
- panouri structurale izolatoare, material abraziv pentru operații de sablare, stâlpi de utilități, traverse de cale ferată, bariere de sunet pentru autostrăzi, armături marine, uși, rame ferestre, schele, coloane, pietre de pavaj.

Datorită proprietăților sale puzzolanice, cenușa este folosită ca un înlocuitor pentru o parte a conținutului de ciment Portland din beton. Utilizarea de cenușă zburătoare ca ingredient puzzolanic a fost recunoscută încă din 1914, deși un studiu remarcabil de utilizare a acestuia a fost în 1937. Ca puzzolan îmbunătățește rezistența și durabilitatea betonului, folosirea de cenușă este un factor-cheie în conservarea lor.

Utilizarea cenușii ca o înlocuire parțială pentru ciment Portland este în general limitată la cenușă zburătoare la clasa C (rezultată din arderea lignitului sau cărbunilor mai tineri). Cenușa zburătoare de clasa F (rezultată din arderea antracitului și cărbunelui bituminos) poate avea efecte volatile generând micro-bule gazoase în structura betonului, micșorându-i rezistența la cicluri îngheț/dezgeț. Cenușa zburătoare de multe ori înlocuiește până la 30% din masa de ciment Portland, dar poate fi utilizată și în

Fly ash utilization

The ways of fly ash utilization include (approximately in order of decreasing importance):

- additive in cement;
- Earthworks and other structural fills (usually for road construction);
- mortar and filling fluids;
- Waste stabilization and solidification;
- clinker in cement production;
- Soft soil stabilization;
- road construction;
- the substitute material (eg brick production);
- Mineral filler in asphaltic concrete;
- Agricultural uses: changing the acidity of soil, fertilizer, livestock feeders, soil stabilization in stock feed yards;
- Apply the road to control ice formation;
- Structural insulated panels, for abrasive blasting operations, utility poles, railway sleepers, sound barriers for highways, marine fittings, doors, window frames, scaffolding, columns, paving stones.

Owing to its pozzolanic properties, fly ash is used as a replacement for some of the Portland cement content of concrete. The use of fly ash as a pozzolanic ingredient was recognized as early as 1914, although the earliest noteworthy study of its use was in 1937. As pozzolan greatly improves the strength and durability of concrete, the use of ash is a key factor in their preservation.

Use of fly ash as a partial replacement for Portland cement is generally limited to Class C fly ashes. Class "F" fly ashes can have volatile effects on the entrained air content of concrete, causing reduced resistance to freeze/thaw damage. Fly Ash often replaces up to 30% by mass of Portland cement, but can be used in higher dosages in certain applications. Fly ash can add to the concrete's final strength and increase its chemical resistance and durability. Fly ash can also significantly improve the workability of concrete. Recently concrete mix design for partial cement replacement with High Volume Fly Ash (50% cement replacement) has been developed. The

doze mai mari în anumite aplicații. Cenușa zburătoare poate contribui la creșterea rezistenței mecanice a betonului precum și la creșterea rezistenței sale chimice și a durabilității. Cenușa zburătoare poate îmbunătăți în mod semnificativ, de asemenea, fluiditatea betonului.

Recent a fost dezvoltată o rețetă inovativă care înlocuiește parțial cimentul cu cenușă.

Înlocuirea cimentului Portland cu cenușă zburătoare este considerată o metodă de reducere gazelor cu efect seră, ținând seama ca producția unei tone de ciment Portland produce aproximativ o tonă de CO₂. Arderea cărbunelui produce aproximativ douăzeci până la treizeci de tone de CO₂ pe tona de cenușă zburătoare. Întrucât producția mondială de ciment Portland este de așteptat să ajungă la aproape 2 miliarde de tone până în 2015, înlocuirea parțială a acestui ciment cu cenușa zburătoare ar putea reduce în mod semnificativ emisiile de CO₂.

Proprietățile fizice ale cenușii, pe lângă cele chimice, prezintă o importanță deosebită în procesul de fabricație a materialelor bazate pe cenușa de termocentrală. Distribuția dimensiunilor pentru trei tipuri de cenușă este prezentată în figura 2 (S.1 – lignit din bazinul Rovinari; S.2 – cărbune brun, Comănești; S.3 – cărbune din bazinul Baraolt).

replacement of Portland cement with fly ash is considered by its promoters to reduce the greenhouse gas "footprint" of concrete, as the production of one ton of Portland cement produces approximately one ton of CO₂ as compared to zero CO₂ being produced using existing fly ash. New fly ash production, i.e., the burning of coal, produces approximately twenty to thirty tons of CO₂ per ton of fly ash. Since the worldwide production of Portland cement is expected to reach nearly 2 billion tons by 2010, replacement of any large portion of this cement by fly ash could significantly reduce carbon emissions associated with construction, as long as the comparison takes the production of fly ash as a given.

The grain size distribution for three sorts of ash is given in Figure 2 (S.1 - Rovinari lignite basin, S.2 - brown coal, Comănești, S.3 - Baraolt coal basin)..

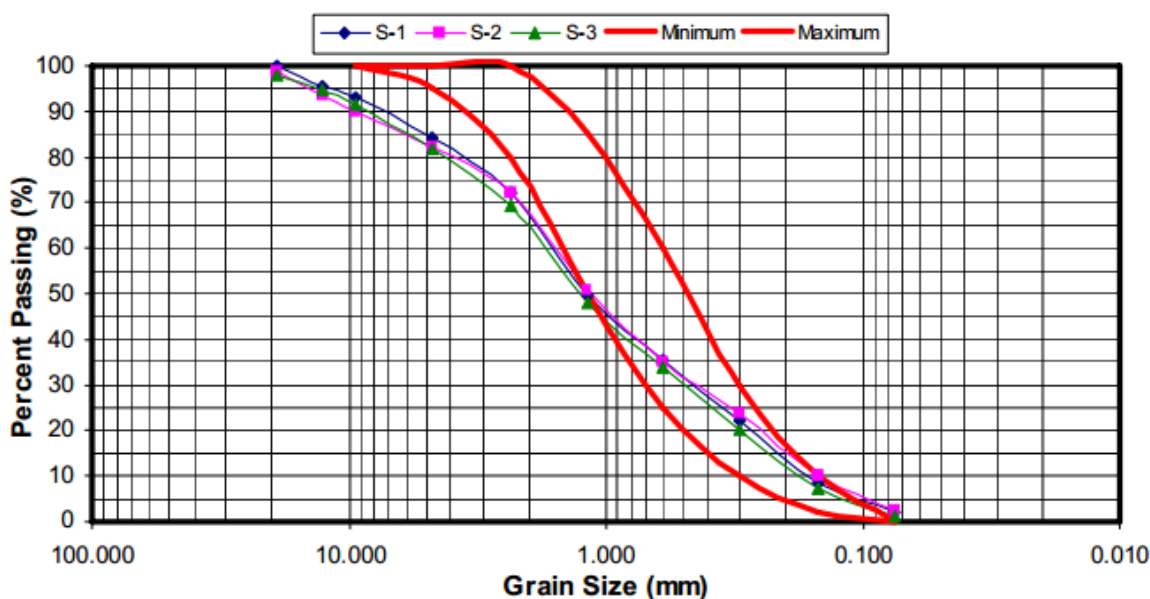


Fig. 2

CONCLUZII

Se menționează faptul că, atâta timp cât sursa de cărbune și procesul de ardere în cazan sunt identice, atunci se poate concluziona că proprietățile fizico-chimice ale cenușii se mențin. Utilizarea unei cantități mari de cenușă poate atenua sau rezolva problemele de mediu cauzate de cenușă. În afară de rezolvarea problemelor de mediu utilizarea cenușii reprezintă o modalitate de a economisi resursele naturale și energia

BIBLIOGRAFIE

1. L. Nicolescu – Cenușa de termocentrală în construcții, Ed. Ceres, București, 1978.
2. N.I. Voina – Teoria și practica utilizării cenușilor de la centralele termoelectrice, Ed. Tehnică, București, 1981.
3. I. Ionescu, T. Ispas – Proprietățile și tehnologia betoanelor, Ed. Tehnică, București, 1997
- 4.C.Racoceanu, C. Căpățîna, Emisiile de noxe ale centralelor termoelectrice, Ed. MatrixRom, București, 2006
- 5.C. Căpățîna, C.Racoceanu, Deșeuri, Ed. MatrixRom, București, 2003

CONCLUSIONS

It should be noted that as long as the coal source and the furnace combustion efficiency are kept the same, then it can be concluded that the engineering properties of the bottom ash will most likely stay the same. The utilization of large quantity of bottom ash can mitigate or solve the disposal and environmental problems associated to it. Apart from solving the problems at its cause, a coal combustion product is made valuable and is also a way to save natural resources as well as energy.

REFERENCES

1. L. Nicolescu – Cenușa de termocentrală în construcții, Ed. Ceres, București, 1978.
2. N.I. Voina – Teoria și practica utilizării cenușilor de la centralele termoelectrice, Ed. Tehnică, București, 1981.
3. I. Ionescu, T. Ispas – Proprietățile și tehnologia betoanelor, Ed. Tehnică, București, 1997
- 4.C.Racoceanu, C. Căpățîna, Emisiile de noxe ale centralelor termoelectrice, Ed. MatrixRom, București, 2006
- 5.C. Căpățîna, C.Racoceanu, Deșeuri, Ed. MatrixRom, București, 2003