

**CERCETĂRI ÎN VEDEREA
PERFECTIONĂRII METODELOR
DE TĂIERE TERMICĂ A BLOCURILOR
METALICE MASIVE DIN HALDELE DE
ZGURĂ ALE UZINELOR METALURGICE**

**RESEARCH TO IMPROVE METHODS
OF THERMAL CUTTING OF MASSIVE
METAL BLOCKS FROM THE SLAG DUMPS
OF METALLURGICAL PLANTS**

M. HRIȚAC¹, L. PĂUNESCU¹, A. IOANA²

¹CERMAX 2000 PATENTS SRL București

²Universitatea Politehnica București

Person contact: lucian.paunescu.cermax@gmail.com

REZUMAT / ABSTRACT

Lucrarea prezintă realizări în domeniul perfecționării metodelor de tăiere a blocurilor metalice masive din haldele de zgură obținute în condițiile concrete ale haldei de la ArcelorMittal Galați. Originalitatea soluției tehnice derivă din natura combustibilului disponibil în uzină pentru halda de zgură, adică benzenul. Astfel, a fost proiectată și realizată o instalație de ardere oxigen-benzen, a cărei eficacitate a fost testată cu succes pe materiale care nu pot fi tăiate prin metoda clasică metalotermică, cum este cazul fontei.

The paper presents achievements in improving methods of cutting massive metal blocks from the slag dumps, obtained in concrete conditions of ArcelorMittal Galați dump. The originality of technical solution derives from nature of the fuel available in the plant to slag dump, i.e. benzene. Thus, an oxygen-benzene combustion installation was designed and performed, whose efficacy has been tested successfully on materials that cannot be cut by the Metallothermic classical method, as pig iron.

Key words: slag dump, the metallothermic process, oxygen, benzene, thermal cutting

1. INTRODUCERE

Recuperarea și reintroducerea în fluxul de producție a deșeurilor metalice din oțel și fontă din haldele de zgură constituie o practică uzuală în toate uzinele metalurgice din lume. Aceste deșeuri substituie o parte din materiile prime necesare în sectorul metalurgic primar ale căror costuri sunt mari.

De multe ori, personalul din haldele de zgură se confruntă cu necesitatea tăierii unor blocuri metalice masive. Tehnicile de lucru uzuale sunt fie perforarea prin insuflarea oxigenului printr-o țevă consumabilă (procedeu metalotermic) pe suprafața materialului metalic, fie utilizarea unor arzătoare oxigen-combustibil, combustibilul fiind o hidrocarbură cu putere calorifică mare. Operația de tăiere devine dificilă și necesită soluții perfectibile din punct de vedere tehnologic, atunci când materialul ce trebuie tăiat se încadrează în categoria fontelor, oțelurilor speciale sau aliajelor ușoare.

1. INTRODUCTION

Recovery and reintroduction in the production flow of steel and pig iron waste from slag dumps is an usual practice in all metallurgical plants worldwide. These wastes substitute a part of the raw materials needed in the primary metallurgical sector whose costs are high.

Often, the staff from slag dumps experiencing the need of massive metal blocks cutting. The usual working techniques are either perforation by blowing oxygen through a consumable pipe (Metallothermic process) on the metallic material surface, or the use of oxygen-fuel burners, the fuel being a hydrocarbon with high calorific value.

The cutting operation is difficult and requires perfectible solutions in terms of technology, when the material to be cutting falls into the category of pig iron, special steels or light alloys.

2. STADIUL ACTUAL PE PLAN MONDIAL

Cea mai veche și uzitată metodă de tăiere a blocurilor metalice din haldele de zgură metalurgice o constituie metoda metalotermică. Această metodă constă în dezvoltarea locală (la contactul cu blocul metalic) a unei energii termice suficient de mari, rezultate în urma reacției chimice exoterme dintre oxigenul insuflat printr-o țevă din oțel și fierul din compoziția țevii. Temperatura dezvoltată în urma reacției este de peste 2500°C și produce topirea locală a materialului asupra căruia se acționează. Țeava prin care se insuflă oxigenul este consumabilă în timp, începând de la capătul frontal.

O perfecționare a metodei clasice de tăiere a fost propusă de firma franceză SAF (La Soudure Autogene Francaise) din Cergy - Pontoise după anul 1990 [1]. Având reprezentare în Belgia, Olanda, Germania și Marea Britanie, firma SAF a introdus metoda "forajului termic", aplicabilă nu numai aliajelor metalice care nu pot fi tăiate prin metoda clasică cu oxigen (fontă, oțeluri speciale, aliaje ușoare), ci și betoanelor armate sau nearmate, rocilor etc.

Originalitatea metodei constă în montarea în capul lancei de insuflare a oxigenului a mai multor țevi din aluminiu (7 - 9 bucăți) cu diametru mic, consumabile în urma reacției aluminotermice ($4/3\text{Al} + \text{O}_2 = 2/3\text{Al}_2\text{O}_3$). Reacția este puternic exotermă, căldura degajată fiind de 748931 kJ/kmol, adică 20804 kJ/kg Al. Temperatura dezvoltată în zona de reacție poate ajunge la 3000°C. Față de căldura degajată la oxidarea fierului (caracteristică metodei clasice de tăiere), de numai 304789 kJ/kmol, adică 2720 kJ/kg Fe, utilizarea aluminiului este evident o metodă superioară din punct de vedere energetic.

Lăncile termice construite de SAF au lungimi de 3-4 m și cântăresc între 2,4 - 5 kg.

O altă metodă de tăiere a blocurilor metalice masive din haldele de zgură practicată pe plan mondial este cea a utilizării procedurii oxi - combustibil. Drept combustibil se utilizează hidrocarburi, dintre care cea mai uzitată este propanul (C_3H_8) [2], cu puterea calorifică inferioară de 91 MJ/Nm³ sau 46,4 MJ/kg [3]. Temperatura flăcării la arderea propanului cu oxigen este de 2850 - 2900°C [4].

3. CONTRIBUȚIA AUTORILOR LA DEZVOLTAREA DOMENIULUI TĂIERII BLOCURILOR METALICE DIN HALDELE DE ZGURĂ

3.1. Criterii de alegere a soluției tehnice pentru tăierea blocurilor metalice din halda de zgură de la ArcelorMittal Galați

Metoda promovată de colectivul de autori a avut ca punct de plecare condițiile concrete existente în halda de zgură de la ArcelorMittal Galați. Astfel, procedeu

2. THE CURRENT STAGE IN THE WORLD

The oldest and most frequently used method of cutting metal blocks from metallurgical slag dumps is the metallothermic method. This method consists of local development (in contact with the metal block) of a large enough thermal energy, resulted from the exothermic chemical reaction between oxygen instilled through a steel pipe and iron in the pipe composition. The temperature developed by the reaction is over 2500°C and produces local melting of the material on which it acts. The pipe, which oxygen is instilled, is consumed in time from the front end.

An improvement of the classical method of cutting was proposed by the French company SAF (La Soudure Francaise) in Cergy - Pontoise after 1990 [1]. Having too representation in Belgium, Netherlands, Germany and Great Britain, the SAF company introduced "thermal drilling" method, applicable not only metal alloys that can not be cut by the classical method of oxygen, but, also, reinforced or un-reinforced concretes, rocks etc.

The originality of the method consists of mounting, in the oxygen blowing lance head, of several small diameter aluminum pipes (7 - 9 pieces), consumables after the aluminothermic reaction ($4/3\text{Al} + \text{O}_2 = 2/3\text{Al}_2\text{O}_3$). The reaction is highly exothermic, the heat removed being 748931 kJ/kmol, i.e. 20804 kJ/kg Al. The temperature developed in the reaction can reach 3000°C. Compared to the heat emitted from the oxidation of iron (characteristic of the classical method of cutting) of only 304789 kJ/kmol, i.e. 2720 kJ/kg Fe, the use of aluminum is clearly a superior method in terms of energy.

The thermal lances constructed by SAF have lengths of 3 - 4 m and weigh between 2.4 - 5 kg.

Another method of cutting of massive metal blocks from the slag dumps practiced worldwide is the use of oxy - fuel process. As fuel is used hydrocarbons, of which the most frequently used is propane (C_3H_8) [2], with lower calorific value of 91 MJ/Nm³ or 46.4 MJ/kg [3]. The flame temperature in the combustion of propane with oxygen is 2850 - 2900°C [4].

3. AUTHOR'S CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF CUTTING METAL BLOCKS FROM THE SLAG DUMPS

3.1. Criteria of choice of technical solution for cutting metal blocks from the ArcelorMittal Galati slag dump

The method promoted by the team of authors took as its starting point the concrete conditions existing in the slag dump at ArcelorMittal Galati. Thus, the

de tăiere a blocurilor metalice masive folosit în mod curent la uzina din Galați este cel clasic, al utilizării oxigenului insuflat prin țevă și dezvoltarea temperaturii necesare pentru topirea locală a materialului prin metalotermie.

Obiectivul perfecționării acestei metode este impus de necesitatea tăierii unor materiale existente în haldă (fontă, oțeluri speciale etc.) față de care metoda amintită mai sus este ineficientă.

În vederea rezolvării problemei a fost adoptată metoda tăierii prin procedeul oxi - combustibil. Particularitatea haldei de zgură de la ArcelorMittal constă în faptul că singurul fluid energetic disponibil în zona haldei este oxigenul. Pe de altă parte, singurele tipuri de combustibil ce puteau fi aprovizionate din interiorul uzinei și stocate la haldă erau gudronul și benzenul. Deoarece în condiții normale de temperatură gudronul este vâscos și trebuie preîncălzit la peste 100°C pentru a putea fi utilizat într-un injector, varianta folosirii gudronului a fost exclusă. Benzenul a rămas, astfel, singura soluție viabilă pentru aplicarea procedurii oxi - combustibil la halda de zgură.

Benzenul este primul compus al seriei hidrocarburilor aromatice, fiind o combinație organică constituită din carbon și hidrogen (C_6H_6). În industria metalurgică benzenul se obține din gudroanele rezultate în procesul de cocsificare a cărbunelui, iar în industria chimică se obține din fracțiunile petroliere bogate în hidrocarburi aromatice sau îmbogățite prin aromatizare. La starea normală benzenul este lichid și are temperatura de fierbere de 80°C, densitatea 0,879 g/cm³, iar temperatura de autoaprindere este de 740°C (în aer) și, respectiv, 662°C (în oxigen), deci este ușor inflamabil. În mod obișnuit, benzenul își găsește utilizarea în industria chimică, ca materie primă, la fabricarea unor produse cum sunt: anilina, nitrobenzenul, stirenul, fenolul și unele benzine superioare.

Din punct de vedere energetic, benzenul are caracteristicile unui combustibil cu putere calorifică mare (circa 40,2 MJ/kg), dar în literatura de specialitate internațională nu există nicio informație privind utilizarea acestuia drept combustibil în instalații de ardere.

Prin urmare, soluția tehnică adoptată de colectivul de autori este o noutate în domeniu, impusă, însă, de condițiile concrete oferite de dotările existente la halda de zgură de la ArcelorMittal.

3.2. Descrierea instalației de ardere oxi - benzen

Instalația de ardere oxi - benzen concepută și proiectată de autorii lucrării se compune din următoarele elemente componente principale

- injectorul de benzen;
- diuza de oxigen;
- camera de ardere.

cutting process of massive metal blocks currently used at the plant in Galati is the classic of using oxygen blown through the pipe and developing local temperature required to melt the material by metallothermic.

The objective of improvement of this method is required by the necessity of cutting some materials existing in the dump (pig iron, special steels etc.) to which the method mentioned above is ineffective.

To solve the problem was adopted the cutting method by oxy - fuel process. The peculiarity of the Arcelor Mittal slag dump is that the only energy fluid available in the dump zone is oxygen.

On the other hand, the only fuels that could be supplied inside the plant and stored in the dump were tar and benzene. Because, in normal conditions of temperature, tar is viscous and must be preheated to over 100°C to be used in an injector, option of using tar was excluded. Thus, benzene remained the only viable solution for the application of oxy - fuel process at the slag dump.

Benzene is the first component of aromatic hydrocarbons series, being an organic combination constituted by carbon and hydrogen (C_6H_6). In the metallurgical industry benzene is obtained by tar resulted in the coking coal process and in the chemical industry is obtained from petroleum fractions rich in aromatic hydrocarbons or enriched by aromatization. To normal state, benzene is liquid and has boiling temperature of 80°C, density 0.879 g/cm³ and auto - ignition temperature is 740°C (in air) and, respectively, 662°C (in oxygen), so is easily flammable.

Commonly, benzene is used in the chemical industry, as raw material, in the manufacture of products such as: aniline, nitrobenzene, styrene, phenol and some higher gasoline.

In terms of energy, benzene has the characteristics of a fuel with high calorific value (about 40.2 MJ/kg), but in the international literature there is no information on its use as a fuel in combustion installations.

Therefore, the technical solution adopted by the team of authors is a novelty in the field, imposed by concrete conditions offered by existing facilities in the slag dump of ArcelorMittal.

3.2. Description of the oxy - benzene combustion installation

The oxy - benzene combustion installation, conceived and designed by authors of the paper, is composed by the following main constructive elements:

- benzene injector;
- oxygen nozzle;
- combustion chamber.

Injectorul de benzen este subansamblul care asigură distribuția și pulverizarea cu aer comprimat a combustibilului lichid, fiind alcătuit din următoarele componente:

- distribuitorul de benzen, executat din oțel refractar 15SiNiCr200, are prevăzute orificii radiale, prin care benzenul este distribuit într-un canal transversal practicat pe suprafața exterioară a piesei;
- diuza de benzen este o piesă realizată din oțel refractar, având executate pe suprafața frontală canale, prin care benzenul este adus în zona jeturilor de aer comprimat, formate datorită profilului piesei;
- diuza de aer comprimat este, de asemenea, executată din oțel refractar, fiind o șaibă cu canale echidistante, prin care se produce injecția de aer comprimat și benzen (preluat din diuza de benzen);
- conducta de aducțiune a benzenului, din țevă OLT 35, prin care se asigură alimentarea injectorului cu benzen;
- flanșa de fixare a injectorului în corpul arzătorului, care permite extragerea injectorului pentru curățarea periodică a canalelor.

Diuza de oxigen este un ajutor convergent, executat din oțel refractar 15SiNiCr200, prin care se realizează distribuirea oxigenului în incinta camerei de ardere a arzătorului.

Camera de ardere este o piesă executată din oțel refractar 15SiNiCr200, nerăcită cu apă, pentru că arzătorul se utilizează în mediul ambiant. Forma camerei de ardere este astfel concepută încât gazele de ardere să fie evacuate cu viteza foarte mare.

În vederea operării manuale a arzătorului în timpul operațiilor de tăiere, sprijinit pe un suport metalic, au fost fixați pe suprafața exterioară a arzătorului patru tiranți, a căror lungime a fost stabilită la montaj.

3.3. Principiul de funcționare

Principiul de funcționare al instalației de ardere oxigen-benzen (vezi **Figura 1**) este următorul:

Benzenul este adus în contact cu agentul de pulverizare prin intermediul orificiilor și canalului transversal ale distribuitorului de benzen și, apoi, prin fantele existente între fețele diuzei de benzen și, respectiv, diuzei de aer comprimat. Aerul comprimat, repartizat în jeturi, preia combustibilul lichid, pulverizându-l prin canalele diuzei de aer comprimat în camera de ardere. Benzenul pulverizat, odată aprins cu ajutorul unui dispozitiv de aprindere, arde cu oxigenul din aerul comprimat în camera de ardere. Oxigenul adus în camera de ardere prin secțiunea inelară a diuzei de oxigen, participă la arderea

***Benzene injector** is the subassembly that ensures distribution and spraying with compressed air of the liquid fuel, being composed of the following components:*

- *distributor of benzene, made of refractory steel 15SiNiCr200, has provided radial holes through which benzene is distributed on a transverse channel carried on the outer surface of the piece;*
- *benzene nozzle is a piece made of refractory steel, having performed, on the front surface, channels, through which benzene is brought into the compressed air jets zone, formed due profile piece;*
- *compressed air nozzle is, also, made of refractory steel, being a washer with equidistant channels, through which is produced injection of compressed air and benzene (taken from the benzene nozzle);*
- *tube of benzene adduction, made of pipe OLT 35, through which is carried out the supply of injector with benzene;*
- *fixing flange of injector on body burner, allowing retrieval of the injector for periodic cleaning of the channels.*

***Oxygen nozzle** is a convergent nozzle, made of refractory steel 15SiNiCr200, through which is carried out oxygen distribution inside the combustion chamber of the burner.*

***Combustion chamber** is a piece made of refractory steel 15SiNiCr200, without water cooling system, because the burner is used in the environment. The shape of the combustion chamber is designed to be discharged waste gases with a very high speed.*

In operating manual burner during the cutting operations, supported on a metal support, were fixed, on the outer surface of burner, four tyrants, whose length was established at installation.

3.3. Operating principle

*The operating principle of oxy - benzene combustion installation (see **Figure 1**) is as follows:*

Benzene is brought into contact with the spraying agent through the holes and transverse channel of the benzene distributor and, then, through the slots existing between the faces of benzene nozzle and, respectively, of compressed air nozzle. The compressed air, distributed in jets, takes over the liquid fuel, spraying it through the channels of compressed air nozzle in the combustion chamber. The sprayed benzene, ignited with an ignition device, burns with oxygen from compressed air in the combustion chamber. Oxygen brought in the combustion chamber through the annular section of

benzenului, formând o flăcără stabilă ca urmare a curenților de recirculare a gazelor arse. Gazele arse părăsesc camera de ardere printr-un ajutoraj convergent, care le mărește viteza.

Temperatura flăcării are valori de peste 2700°C, datorită faptului că azotul, care nu participă la ardere, regăsindu-se intact în gazele arse, este în proporție redusă, provenind exclusiv din aerul comprimat utilizat pentru pulverizarea benzenului.

the oxygen nozzle, participates in benzene burning, forming a stable flame due to recirculation currents of waste gases. Waste gases leave the combustion chamber through a convergent nozzle, which increases their speed.

The flame temperature has values of over 2700°C, because nitrogen, which does not participate in the combustion, being found intact in waste gases, is in a small proportion, coming exclusively from the compressed air used for benzene spraying.

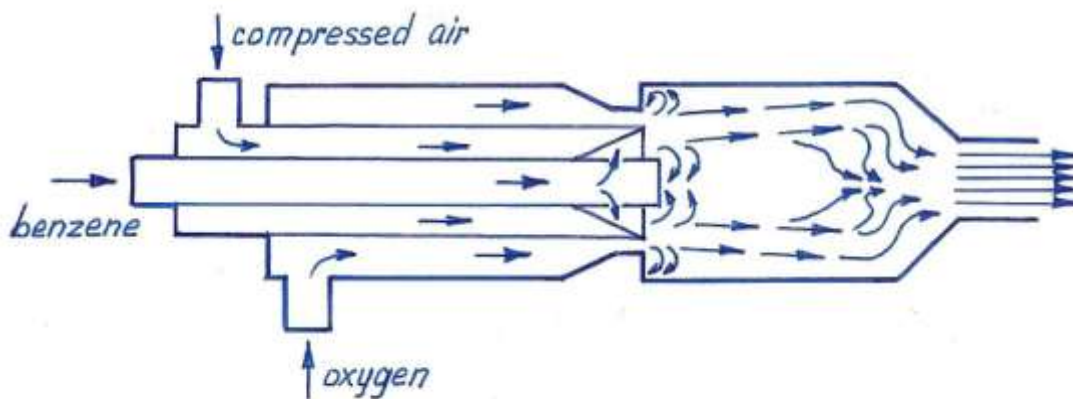


Fig. 1. Principiul funcțional și constructiv al arzătorului oxii - benzen
Operating and constructive principle of the oxy - benzene burner

3.4. Descrierea amenajărilor realizate în vederea experimentării industriale a instalației

Pentru stocarea combustibilului lichid s-a utilizat un rezervor metalic cu capacitatea utilă de 170 litri (150 kg benzen). Acesta a fost amplasat pe un suport situat la 6 m înălțime față de nivelul solului, pentru a crea o presiune suficientă prin căderea liberă a combustibilului până la intrarea în instalația de ardere. Legătura de la ieșirea din rezervor până la intrarea în instalația de ardere s-a realizat cu o țevă de 1/2", prevăzută cu doi robineti de închidere, unul la ieșirea din rezervor și unul la intrarea în arzător.

Pentru asigurarea unei minime flexibilități a arzătorului în timpul lucrului, a fost prevăzut un racord de circa 3 m din furtun.

Aerul comprimat necesar pentru pulverizarea benzenului este furnizat de un motocompresor cu capacitatea de comprimare de 7 bar.

Transportul aerului comprimat la arzător se realizează cu un furtun cu inserție metalică.

Alimentarea cu oxigen se realizează de la una din conductele generale de alimentare ale haldei prin intermediul unui furtun cu inserție metalică cu diametrul interior de 18 mm, utilizat în mod uzual în cadrul secției.

În **Figura 2** se prezintă schema de alimentare a arzătorului cu fluide energetice (benzen, aer comprimat, oxigen).

3.4. Description of arrangement carried out to industrial experimentation of the installation

To storage the liquid fuel was used a metallic tank with the usable capacity of 170 liters (150 kg benzene). It was placed on a support located at a high of 6 m above ground level, to create a sufficient pressure by gravity of fuel to the entrance in the combustion installation. The connection from leaving the tank until the entrance into combustion installation has been achieved with a 1/2" pipe, equipped with two closing valves, one at the exit of the tank and one at the inlet of the burner.

To ensure a minimum flexibility of burner during work, it was provided a connection of about 3 m from hose.

The compressed air for benzene spraying is distributed by a compressor with the compressed capacity of 7 bar.

The transport of the compressed air to burner is carried out with a hose with embedded metal.

The oxygen supply is carried out from one of the general supply tube of dump through a hose with embedded metal with the inside diameter of 18 mm, used usually in the section.

*In **Figure 2** is presented the supply scheme of burner with energy fluids (benzene, compressed air, oxygen).*

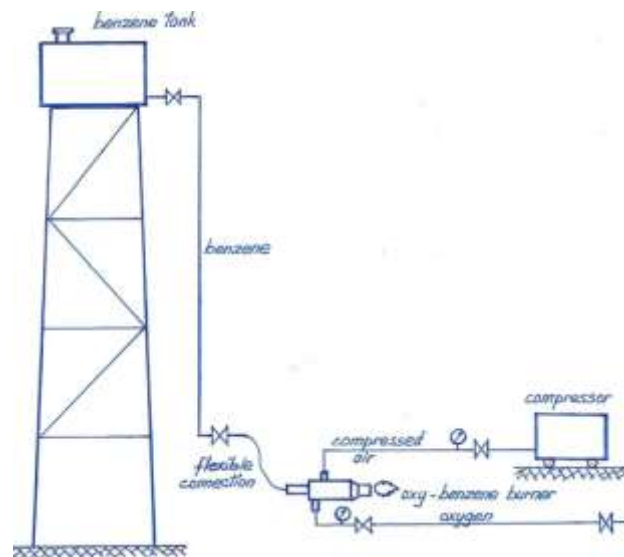


Fig. 2. Schema de alimentare a arzătorului cu fluide energetice
The supply scheme with energy fluids

3.5. Metodologia experimentării

Metodologia adoptată pentru experimentări a ținut seama de caracteristicile combustibilului utilizat (foarte volatil, ușor inflamabil), precum și de gradul sporit de pericolozitate pe care îl reprezintă utilizarea oxigenului drept comburant al benzenului. De aceea, experimentarea arzătorului s-a efectuat în trei etape distincte:

- S-au urmărit particularitățile și siguranța procesului de aprindere și ardere a benzenului pulverizat cu aer comprimat, fără aportul oxigenului.
- S-a urmărit caracteristicile și siguranța arderii benzenului pulverizat cu aer comprimat, cu aportul oxigenului.
- S-a testat capacitatea arzătorului de tăiere cu flacără oxigen-benzenică a unor materiale metalice existente în haldă.

3.6. Rezultatele experimentale

În cadrul primei etape a experimentărilor a fost determinat debitul orar maxim de benzen, care poate fi furnizat arzătorului prin deschiderea completă a robinetelor de pe conducta de alimentare de la rezervor, valoarea acestuia fiind 113 kg/h (la o presiune de circa 0,5 bar).

Aerul comprimat furnizat de motocompresor a asigurat circa 200 Nm³/h, presiunea la intrarea în arzător fiind de 1 bar. Alimentând arzătorul mai întâi cu aer comprimat și apoi cu benzen și folosind un dispozitiv de aprindere în capătul frontal al arzătorului, s-a constatat aprinderea fără probleme a amestecului combustibil - aer, stabilitatea și siguranța flăcării.

În cea de-a doua etapă s-a testat influența alimentării cu oxigen a arzătorului, în condițiile existenței flăcării

3.5. Testing methodology

The methodology adopted for experimentations took into account the features of the fuel (very volatile, easily flammable), and, also, the high degree of danger that the use of oxygen as comburante of benzene represents.

Therefore, the experimentation of burner was conducted in three distinct stages:

- They were followed peculiarities and safety of ignition and combustion of benzene sprayed with compressed air, without oxygen.*
- They were followed characteristics and safety of combustion of benzene sprayed with compressed air, with oxygen contribution.*
- It was tested burner capacity of cutting with oxy - benzene flame of some metallic materials existing in the dump.*

3.6. Experimental results

In the first stage of experimentations has been determined the maximum hourly flow of benzene, that can be provided to the burner by the complete opening of valves existing on the supply pipe from tank, its value being 113 kg/h (at a pressure of about 0.5 bar).

The compressed air provided by compressor ensured about 200 Nm³/h, the pressure at the entrance to burner being of about 1 bar. Supplying their burner, firstly with compressed air and, then, with benzene and using an ignition device in the front end of burner, was observed the ignition without problems of the mixture fuel - air, stability and safety of the flame.

In the second stage has been tested the influence of oxygen supply of burner, in conditions of existing of the flame formed by combustion of benzene with

formate prin arderea benzenului cu aerul comprimat. Teoretic, necesarul de oxigen pentru arderea a 1 kg benzen este 2,15 Nm³/kg. Debitul de oxigen furnizat arzătorului a variat între 200 - 250 Nm³/h, la presiunea de intrare în arzător de 1,1 - 1,3 bar. Prin adaosul de oxigen flacăra a devenit rigidă și a fost scurtată la circa 200 mm. S-a constatat stabilitatea flăcării în funcționare și, deci, siguranța desfășurării procesului de ardere oxi - benzen.

Cea de-a treia etapă a experimentării a însemnat testarea capacității de tăiere a suprafeței unei lingotiere din fontă, asupra căreia efectul metodei metalotermice, practicate uzual la ArcelorMittal Galați, este nul. Concluzia testului a fost că utilizarea procesului oxi - combustibil permite obținerea unor craterice în masa lingotierei suficient de adânci (peste 50 mm), pentru a se putea efectua spargerea materialului. Durata efectuării craterului la această adâncime a fost cuprinsă între 3 - 4 minute.

În urma efectuării testelor pentru determinarea parametrilor funcționali ai arzătorului oxi - benzen și pentru determinarea capacității de tăiere a materialelor metalice din haldă, rezultatele obținute au fost centralizate în **Tabelul 1**.

compressed air. Theoretically, the need of oxygen for combustion of 1 kg benzene is 2.15 Nm³/kg. The oxygen flow supplied to burner varied between 200 - 250 Nm³/h at the burner inlet pressure of 1.1 - 1.3 bar. By oxygen addition the flame became rigid and has been shortened to about 200 mm. It was observed the flame stability during operation and, then, the safety of oxy - benzene combustion process.

The third stage of experimentation has meant the testing of cutting capacity of pig iron ingot surface, to which the effect of metallothermic method, usually practiced at ArcelorMittal Galati, is null. The conclusion of test was that the using of oxy - fuel process allows to obtain some craters in the ingot mass deep enough (over 50 mm) to can effectuate the breaking of material. The duration to carry out the crater at this deep was between 3 - 4 minutes.

*After performing tests to determine the functional parameters of oxy - benzene burner and the cutting capacity of metallic materials in the dump, results were centralized in **Table 1**.*

Tabelul 1. Caracteristicile funcționale și capacitatea de operare ale arzătorului oxi - benzen
Table 1. The functional characteristics and the operating capacity of oxy - benzene burner

No.	Name	U.M.	Value
1.	Maximum hourly flow of benzene	kg/h	113
2.	Benzene pressure (at the entrance to burner)	bar	0.5
3.	Maximum hourly flow of compressed air	Nm ³ /h	200
4.	Compressed air pressure (at the entrance to burner)	bar	1.0
5.	Oxygen hourly flow	Nm ³ /h	200 - 250
6.	Oxygen pressure (at the entrance to burner)	bar	1.1 - 1.3
7.	Length of oxy - benzene flame	mm	200
8.	Temperature of oxy - benzene flame	°C	2750 - 2770
9.	Capacity of thermal drilling of pig iron - crater depth in the pig iron mass - crater diameter - duration of process - speed of local melting of pig iron	mm mm minutes kg/min.	over 50 28 - 30 3 - 4 0.06 - 0.08

3.7. Avantajele și dezavantajele metodei oxi - benzen

Testele efectuate la ArcelorMittal Galați au pus în evidență avantajul pe care îl oferă metoda oxi - benzen comparativ cu metoda clasică a metalotermiei. Este vorba despre posibilitatea perforării, în vederea tăierii, a unor materiale care nu pot fi operate prin metoda clasică, dintre care fonta este reprezentativă.

Principalul dezavantaj al metodei constă în faptul că

3.7. Advantages and disadvantages of oxy - benzene method

The tests conducted at ArcelorMittal Galati emphasized the advantage that the oxy - benzene method offers comparatively with the classical method of metallothermic. It is about the possibility of drilling to cutting some materials, that cannot be operate by the classical method, through which pig iron is representative.

The main disadvantage of method consists in fact that

poziția de lucru cu arzătorul oxigen - benzen este statică, fiind necesară aducerea materialelor în zona sa de acțiune.

4. CONCLUZII

1. Lucrarea prezintă realizări în domeniul perfecționării metodelor de tăiere termică a blocurilor metalice masive din haldele de zgură, cercetarea concentrându-se asupra situației concrete din halda de zgură de la ArcelorMittal Galați.
2. Sunt prezentate principalele metode uzitate pe plan mondial, adică metoda metalotermică și procedeul oxigen - combustibil.
3. Originalitatea soluției tehnice propuse de autori derivă din condițiile concrete oferite de dotările existente în halda de la ArcelorMittal. Astfel, dintre cei doi potențiali combustibili (gudron și benzen) disponibili în uzină, rezultați ca produse secundare ale procesului de cocsificare a cărbunelui, este selectat benzenul. În acest fel, este adoptat procedeul de ardere a benzenului cu oxigenul, nefolosit în alte uzine metalurgice din lume.
4. Testele efectuate cu instalația de ardere concepută și realizată de autori au confirmat viabilitatea metodei, procesul de ardere fiind sigur, stabil și eficient, în condițiile posibilității perforării suprafeței unor lingotiere din fontă.
5. Soluția tehnică propusă are ca dezavantaj imobilitatea instalației, ceea ce necesită deplasarea materialului ce trebuie tăiat în zona de acțiune a instalației.

the working position with the oxygen - benzene burner is static, being necessary to bring the materials on its action zone.

4. CONCLUSIONS

1. *The paper presents achievements in improving methods of cutting massive metal blocks from the slag dumps, the research focusing to the concrete situation from the slag dump of ArcelorMittal Galati.*
2. *They are presented the main method used on worldwide, i.e. metallothermic method and oxygen - fuel process.*
3. *The originality of technical solution derives from the concrete conditions offered by endowments existing in the dump of ArcelorMittal. Thus, between the two potential fuel (tar and benzene) available in the plant, resulted as byproducts of the coking coal process, is selected benzene. Thus, is adopted the combustion process of benzene with oxygen, unused in other metallurgical plants in the world.*
4. *Tests conducted with the combustion installation conceived and performed by authors confirmed the viability of the method, the combustion process being secure, stable and efficient, in conditions of drilling possibility on surface of some pig iron ingots.*
5. *The proposed technical solution has as disadvantage the immobility of installation, which requires the movement of material to be cut in the action zone of installation.*

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- [1] * * * - *Forage thermique*, La Soudure Autogene Francaise SAF, Cergy - Pontoise Cedex, France, 1990.
- [2] * * * - *Annual Report Weirton Steel Works*, West Virginia, USA, 2000.
- [3] **R.T. WAIBEL et al.** - *Advanced burner technology for stringent NO_x regulations*, John Zink Company, Orlando, Florida, USA, May 8, 1990.
- [4] **C. NENIȚESCU ș.a.** - *Manualul inginerului chimist*, vol. II, Editura Tehnică, București, 1952.