

RESEARCH ON METALLIC LANCE THERMAL CUTTING OF BUILDING MATERIALS

CERCETĂRI PRIVIND TĂIEREA TERMICĂ CU LANCEA METALICĂ A MATERIALELOR DE CONSTRUCȚII

Nicolae Tudor CÂNDEA, Virgil Nicolae CÂNDEA
Transilvania University of Brașov, Romania

Abstract. It was designed and executed a plant for thermal cutting of building materials (concrete), which uses besides oxygen and metal lance with beam wire, iron powder flow and bulk chemicals, which pass with oxygen inside the metal lance to increase productivity process of thermal metal lance cutting to a higher temperature in the cutting area, increasing the fluidity of slag (oxides) and depth of practice cut to be less limited by the ability of the operator.

Keywords: materials, equipment, thermal cutting

1. Introduction

Thermal lance is able to process the thermal cutting hard materials fuses. Operating at high temperatures it is able to cut almost any material [1, 2]. This method can be cut; carbon and alloy steel, high alloy steel, cast iron, non-ferrous materials, aluminum alloy, copper, nickel, non-metallic materials like bricks, concrete without vibration and noiseless.

The process is ideal for demolition work, where noise and vibration are unacceptable, or where necessary a high speed work, especially in reinforced concrete demolition [3]. The equipment is very simple, Figure 1, easy operation and low cost compared with conventional demolition equipment drills type.

2. Improved cutting process with lance steel

To increase the productivity of the process, for a higher temperature in the cutting area, in order to increase the fluidity of the slag (oxides), and the depth of the cut to be less limited by the ability of the operator, was designed and executed a facility that uses besides oxygen and metal lance, iron powder flow and bulk chemicals with oxygen passing through the interior metal lance.

Schematic diagram of this equipment is shown in Figure 2 and its overview in Figure 3,

Rezumat. A fost proiectată și executată o instalație de tăiere termică materiale de construcții (betoane), care folosește, pe lângă oxigen și lancea metalică cu fascicul de sârme, un flux de pulberi de fier și substanțe chimice pulverulente, care trec împreună cu oxigenul prin interiorul lancei metalice pentru a mări productivitatea procedurii de tăiere termică cu lancea metalică, pentru o temperatură mai ridicată în zona de tăiere, mărirea fluidității zgurii (oxizilor) și adâncimea practică tăiată să fie mai puțin limitată de abilitatea operatorului.

Cuvinte cheie: materiale, echipamente, tăiere termică

1. Introducere

Lancea termică este capabilă să prelucreze prin tăiere termică materiale greu fuzibile. La temperaturile mari de funcționare aceasta este capabilă să taie aproape orice material [1, 2]. Prin această metodă se poate tăia oțel carbon și aliat, oțel înalt aliat, fonte, materiale neferoase, aliaje de aluminiu, cupru, nichel, ș.a., materiale nemetalice gen cărămizi, betoane ș.a., fără vibrații și fără zgomot.

Procedul este ideal pentru munca de demolare, unde zgomotul și vibrația sunt inacceptabile, sau unde este necesară o viteză mare de lucru, la demolări, în special la betonul armat [3]. Echipamentul este extrem de simplu, figura 1, cu funcționare ușoară și cost scăzut în comparație cu echipamentele clasice de demolare tip sfredele.

2. Îmbunătățirea procedurii de tăiere cu lancea metalică

Pentru a mări productivitatea procedurii, pentru o temperatură mai ridicată în zona de tăiere, pentru mărirea fluidității zgurii (oxizilor) și adâncimea de tăiere să fie mai puțin limitată de abilitatea operatorului, a fost proiectată și executată o instalație care folosește, pe lângă oxigen și lancea metalică, un flux de pulberi de fier și cu substanțe chimice pulverulente care trec împreună cu oxigenul prin interiorul lancei metalice.

Schema de principiu a acestei instalații este prezentată în figura 2, iar vederea de ansamblu a acesteia în figura 3.

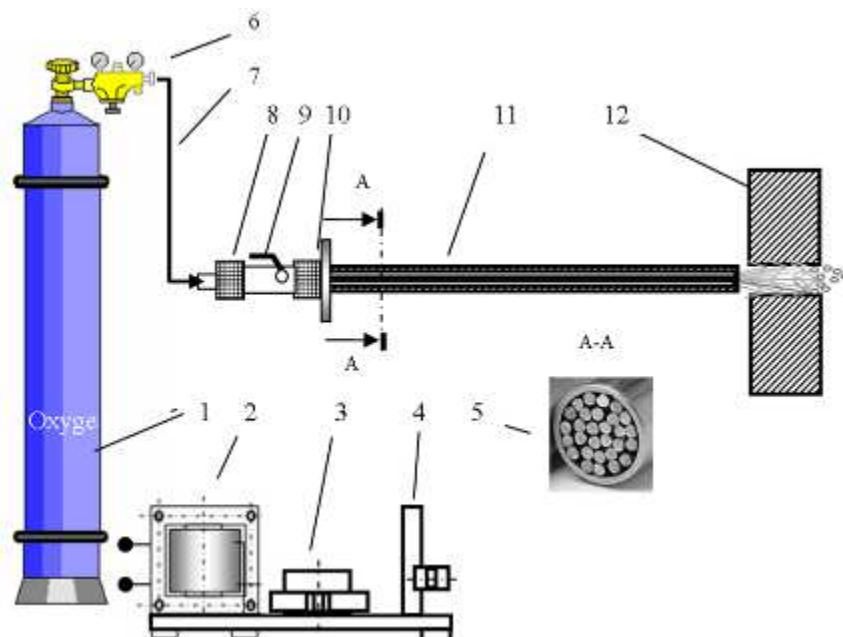


Figure 1. Schematic diagram of operation of the plant thermal metal lance cutting
 1 - oxygen tank; 2 - power supply (transformer); 3 - graphite electrode; 4 - copper electrode; 5 - wire beam pipe;
 6 - pressure reducer; 7 - hose oxygen; 8 - lance handle; 9 - oxygen valve; 10 – shields; 11 - lance metallic material;
 12 - subjected to thermal cutting

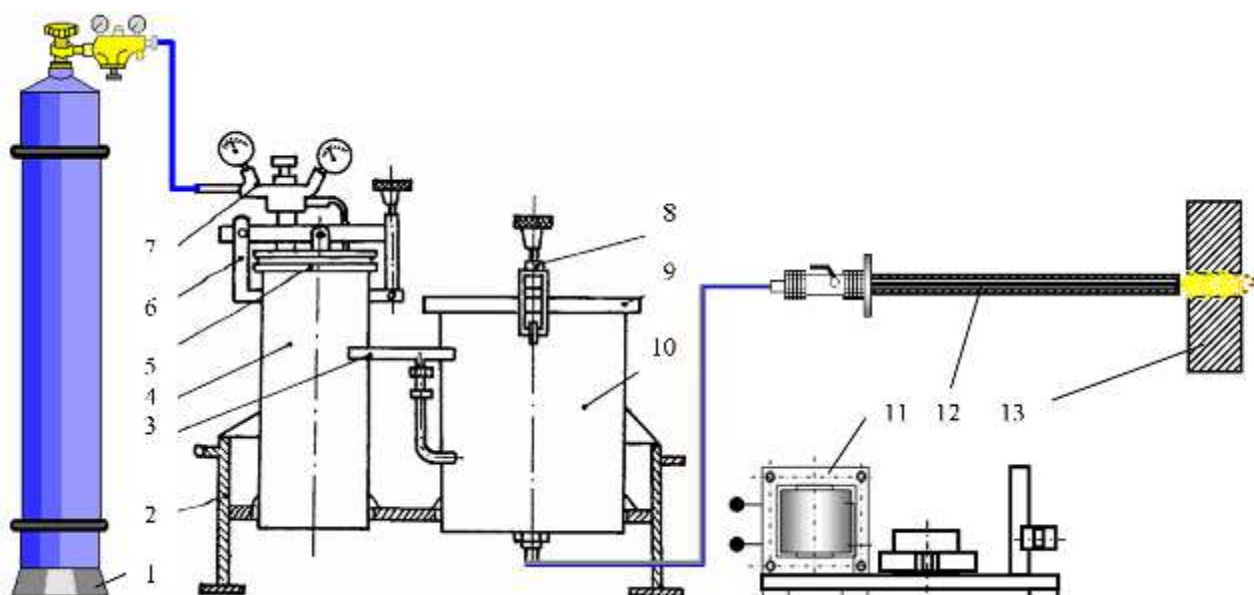


Figure 2. Schematic diagram of operation of the thermal lance cutting metal plant
 1 - oxygen tank with reducer; 2 - support frame; 3 - tank silica gel-powder connection hose; 4 - tank with silica gel bags;
 5 - reservoir cap; 6 - clamping hinge lid; 7 – gauge; 8 - powder reservoir cap screw tightening; 9 - powder reservoir cap;
 10 - powder reservoir; 11 - current source for ignition lance; 12 - metallic lance; 13 - heat cut piece

2.1. Manufacturing lance metal technology

Was chosen to study the behavior in thermal cutting a metallic lance set of square section (Figure 4) 15×15×1.5 mm size cut to 2000 mm length, EN 10025-2 S235J2+N steel, dimensions and tolerances in accordance with EN 10219, EN 10305-5; the chemical composition shown in Table 1 [4].

2.1. Tehnologia de confecționare lănci metalice

S-a ales pentru studiul comportării la tăierea termică un set de lănci metalice de secțiune pătrată (figura 4) de dimensiuni 15×15×1,5 mm debitate la lungimea 2000 mm, oțel EN 10025-2 S235J2+N, dimensiuni și toleranțe în conformitate cu EN 10219, EN 10305-5; compoziția chimică este prezentată în tabelul 1 [4].



Figure 3. Overview thermal lance and metal powders cutting plant
 a - metallic lance with powders plant;
 b - power source for lance ignition;
 c - graphite and copper electrodes for lance ignition by Joule effect

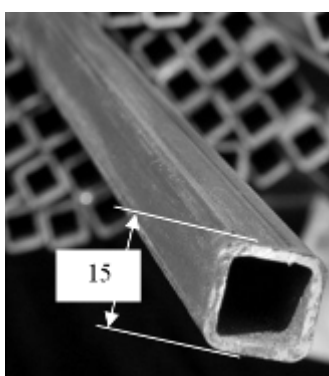


Figure 4. Square steel pipe 15×15×1.5 mm size

Table 1. Chemical composition of steel S235J2+N (in %)

Steel type	C max.	Si max.	Mn	P max.	S max.	N max.	Cr max.	Cu max.
S235J2+N	0.13	0.40	0.2-0.6	0.035	0.035	0.009	0.4-0.8	0.25-0.55

In this square tube were inserted wires with $\varnothing = 3$ mm diameter mild steel, EN 10218-2; S235JR equivalent STAS 7549; STAS 889, delivered in coils. The chemical composition of this wire is presented in Table 2.

În această țevă pătrată s-au introdus sârme de oțel moale $\varnothing = 3$ mm, EN 10218-2; S235JR echivalent STAS 7549; STAS 889, livrata în colaci. Compoziția chimică a acestei sârme este prezentată în tabelul 2.

Table 2. Chemical composition of wire (in %)

Steel type	C max.	Si max.	Mn max.	P max.	S max.	N max.	Cu max.
S235JR	0.17	-	1.4	0.035	0.035	0.012	0.55

It was designed and made a port lance handle for lances profile 15×15×1.5 mm square, 2000 mm size length as shown in Figures 5 and 6.

A fost proiectat și realizat un mâner port lance pentru lăncile de profil pătrat de dimensiunea 15×15×1,5 mm la lungimea 2000 mm, figurile 5 și 6.



Figure 5. Port lance handle – parts



Figure 6. Port lance handle with lance and oxygen and metallic powder connection

Figure 7 presents types of lances produced for experimental research and Figure 8 presents end of the lance ignition with device help and inverter welding and perforating a dim concrete tiles.

În figura 7 sunt prezentate tipuri de lănci fabricate pentru cercetarea experimentală, iar în figura 8 este prezentată aprinderea capătului de lance cu ajutorul dispozitivului și a inverterului de sudare și perforarea unei plăci din beton.

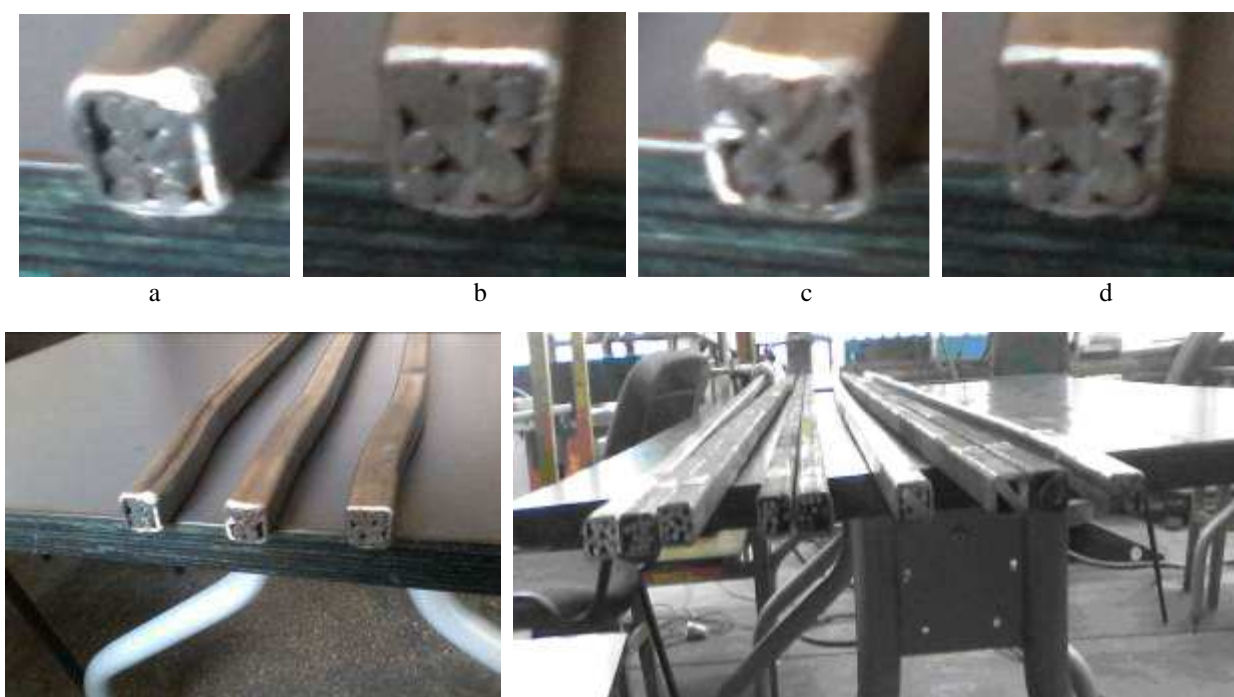


Figure 7. Types of metallic lances square tube
 a - 11 steel wires; b - 6 wire and strip steel; c - 3 wire steel wire and aluminum flat bar;
 d - 6 wire steel flat bar and metallic powder [5]

In experimental research have used four types of lances:
 1- lance with outside square tube 15×15×1.5 size, 2000 mm length, and inside a total of 11 mild steel wire $\varnothing = 3$ mm diameter, Figure 7a;

În cercetarea experimentală s-au folosit patru tipuri de lăncii:
 1- lanca cu țevă pătrată 15×15×1.5 de lungime 2000 mm în interior cu sârmă oțel moale 11 fire $\varnothing = 3$ mm, figura 7a;

- 2- lance with outside square tube 15×15×1.5 size 2000 mm length, and inside a total of 6 mild steel wire $\varnothing = 3$ mm diameter and mild steel flat bar 16×3×2000 mm, Figure 7b;
 - 3- lance with outside square tube 15×15×1.5 size 2000 mm length and inside, a total of 3 mild steel wire $\varnothing = 3$ mm diameter, mild steel flat bar 16×3×2000 mm and electrotechnical aluminum wire $\varnothing = 5$ mm diameter and 2000 mm length, Figure 7c;
 - 4- lance with outside square tube 15×15×1.5 size 2000 mm length and inside a total of 6 wire of mild steel $\varnothing = 3$ mm diameter and mild steel flat bar 16×3×2000 mm and powder metal particle size 0.2 mm, Figure 7d.
- 2- lancea cu țevă pătrată 15×15×1.5 de lungime 2000 mm în interior cu sârmă oțel moale 6 fire $\varnothing = 3$ mm și platbandă de oțel moale 16×3×2000 mm, figura 7b;
 - 3- lancea cu țevă pătrată 15×15×1.5 de lungime 2000 mm în interior cu sârmă oțel moale 3 fire $\varnothing = 3$ mm, platbandă de oțel moale 16×3×2000 mm și sârmă de aluminiu electrotehnic $\varnothing = 5$ mm de lungime 2000 mm, figura 7c;
 - 4- lancea cu țevă pătrată 15×15×1.5 de lungime 2000 mm în interior cu sârmă oțel moale 6 fire $\varnothing = 3$ mm și platbandă de oțel moale 16×3×2000 mm și pulbere metalică cu dimensiunea particulelor de 0,2 mm, figura 7d.



Figure 8. Thermal lance cutting

- a) end of the lance ignition with device help and inverter welding;
- b) perforating a 200 mm thick concrete slab with metal lance

With these four types of thermal lances were perforated unreinforced concrete slabs according NEO 12-99, as C8/10B150 500×500×200 mm dimensions. In Table 3 are given the results of experimental research for the four types of lances piercing concrete plates. In Figure 9 are shown samples of concrete perforated with four types of metal spears.

Cu ajutorul acestor patru tipuri de lănci termice s-au perforat plăci de beton nearmat conform NEO 12-99, calitate C8/10B150, de dimensiuni 500×500×200 mm. În tabelul 3 sunt date rezultatele cercetării experimentale obținute la perforarea plăcilor de beton cu fiecare dintre cele patru tipuri de lănci. În figura 9 sunt prezentate probele din beton perforate cu ajutorul celor patru tipuri de lănci metalice.

Table 3. Results of experimental research

Lance type	Oxygen pressure [bar]	Concrete thickness B150 [mm]	Lance consumption [mm]	Perforation time [sec]	Hole diameter [mm]
a	5	200	1208	130	~ 70
b	5	200	1102	125	~ 72
c	5	200	1064	112	~ 80
d	5	200	1022	105	~ 75

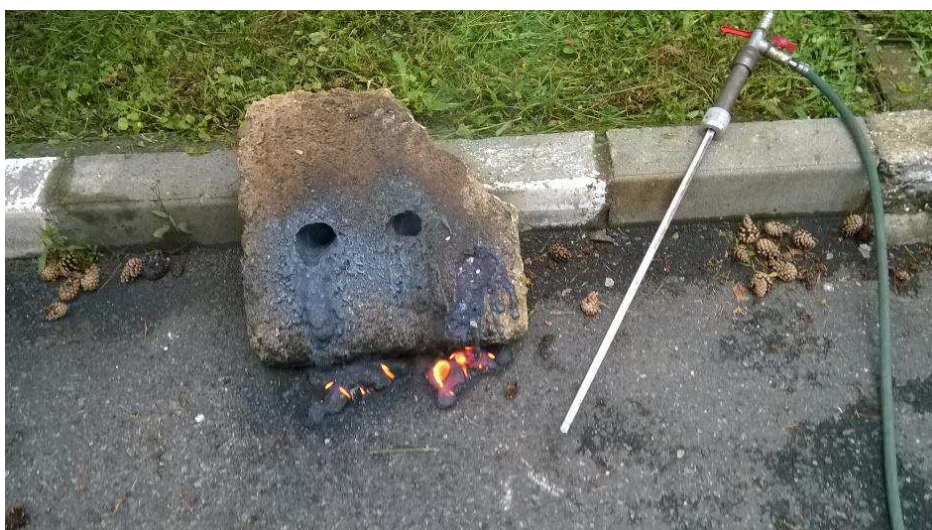


Figure 9. Concrete tile C8/10 B150 200 mm thick perforated metal lance

In figure 10 is shown the graph of the data and conclusions of this research.

În figura 10 este prezentat graficul aferent acestor date și concluziile acestei cercetări.

Consumption lance / time

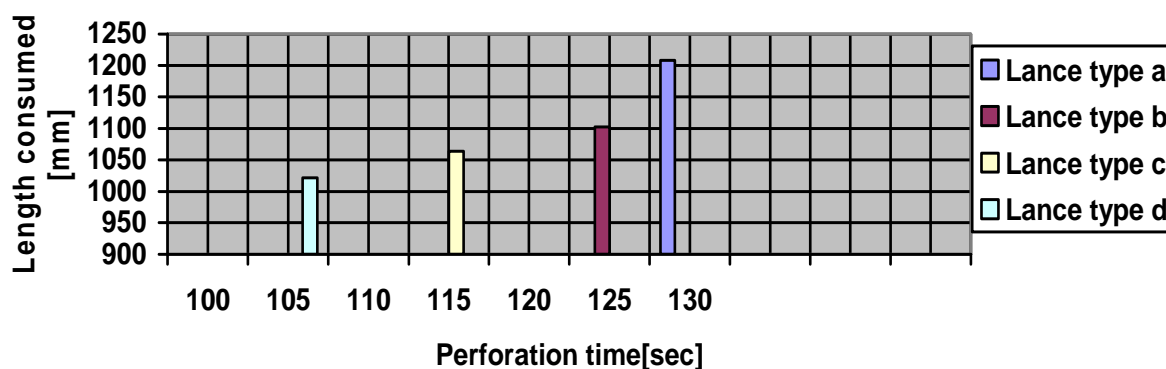


Figure 10. Lance consumption for the four variants (a, b, c, and d) and the time necessary for the perforation of the concrete slab C8/10 B 150 of 200 mm thickness

Lance consumption and drilling time was lower in variant (b) because variant (a) the range of the 11 wire of steel is 3 mm diameter is 77.7 mm² compared to (b) the area is 97.86 mm², which is more compact.

3. Conclusion

To increase the productivity of thermal cutting process with metal lance, for a higher temperature in the cutting area, increasing the fluidity of slag (oxides) and depth of cut practice to be less limited by the ability of the operator, was designed and executed a facility that uses besides oxygen and metal lance beam wire, iron powder flow and bulk chemicals with oxygen passing through the interior of metal lance.

We chose to study the behavior of set of thermal cutting metal lance 15×15×1.5 mm size square section, cut to 2000 mm length, steel grade S235J2 + N EN 10025-2.

Compared with classical thermal lance cutting, in modified hybrid lance, inside the modified lance will circulate the jet of oxygen and Fe metal powders and bulk chemicals like calcium oxide. Pure calcium oxide is an oxide of high refractivity, is melted at a temperature of 2575 °C. However, associated with the iron oxide and sodium oxide, barium oxide, aluminum oxide and other, in certain proportions, can form low eutectic fusion with temperatures of 900-1200 °C, which leads to an increase in cutting speed (perforation).

Besides beam mild steel wires, using mixtures of metal powders and chemicals, thermal cutting metal lance decreases consumption (cost is supplemented by the introduction of powder), increases operating time (changing lance) increases cutting speed which is important in demolition works.

References

1. Mitelea, I. (1998) *Tăierea termică a materialelor (Thermal cutting of materials)*. Editura de Vest, ISBN 978-606-554-058-3, Timisoara, Romania (in Romanian)
2. Milos, L. (1996) *Taierea termică (Thermal Cutting)*. Editura SEDONA, ISBN 973-97457-8-4, Timișoara, Romania (in Romanian)
3. Bazant, Z.P. (1996) *Concrete at high temperatures*. Longman Group Ltd, Third edition, ISBN 0-582-08626-4, p. 18-26
4. Mitelea, I. (1991) *Materiale și tratamente termice pentru structuri sudate (Materials and heat treatment for welded structures)*. Editura de Vest, ISBN 973-36-0108-X, Timișoara, Romania (in Romanian)
5. Cornell, R.M. (2003) *The iron oxides*. Wiley-VCH, ISBN 3-527-30274-3

Consumul de lance și timpul de perforare a fost mai mic la varianta (b) deoarece la varianta (a) aria celor 11 fire de oțel de diametru 3 mm este de 77,7 mm² față de varianta (b) cu aria 97,86 mm², aceasta fiind mai compactă.

3. Concluzii

Pentru a măări productivitatea procedeului de tăiere termică cu lancea metalică, pentru o temperatură mai ridicată în zona de tăiere, mărirea fluidității zgurii (oxizilor) și adâncimea practică tăiată să fie mai puțin limitată de abilitatea operatorului, a fost proiectată și executată o instalație care folosește, pe lângă oxigen și lancea metalică cu fascicul de sârme, un flux de pulberi de fier și substanțe chimice pulverulente ce trec împreună cu oxigenul prin interiorul lancei metalice.

S-a ales pentru studiul comportării la tăierea termică un set de lăncii metalice de secțiune pătrată de dimensiuni 15×15×1,5 mm debitate la lungimea 2000 mm din oțel EN 10025-2-S235J2+N.

Comparativ cu tăierea termică cu lancea clasică, în lancea hibridă pe interiorul lancei modificate va circula în jetul de oxigen și pulberi metalice de Fe și substanțe chimice pulverulente de genul oxidului de calciu. Oxidul de calciu pur este un oxid de înaltă refractaritate, se topește la temperatura de 2575 °C. Asociat însă cu oxid de fier și oxid de sodiu, oxid de bariu, oxid de aluminiu și alții, în anumite proporții, poate forma eutectice de joasă fuziune cu temperaturi cuprinse între 900-1200 °C, ceea ce conduce la o mărire a vitezei de tăiere (perforare).

Pe lângă fascicolul de sârme de oțel moale, prin utilizarea amestecurilor de pulberi metalice și substanțe chimice, la tăierea termică scade consumul de lance metalică, (costurile se suplimentează prin introducerea pulberilor), crește timpul operator (de schimbare lance), crește viteza de tăiere, fapt important în lucrările de demolare.