

**ASPECTE PRIVIND CRĂIȚUIREA
UNUI OȚEL PATINABIL**

**ASPECTS REGARDING
TO PATINATED STEEL GOUGING**

B. FAZAKAS, R.C. SECULIN, T. MACHEDON PISU, A. VAS

Universitatea "Transilvania" Brașov

Person contact: tmache@unitbv.ro

REZUMAT / ABSTRACT

C răițuirea este un procedeu de prelucrare termică a pieselor metalice prin care zona de metal topit aparținând piesei este îndepărtată prin expulzarea ei de către un jet puternic de aer. Topirea metalului se datorează temperaturii degajate de arcul electric ce se formează între un electrod de grafit și suprafața piesei. Crăițuirea se poate face cu electrod special de crăițuire OK 21.03, cu electrod de grafit (crăițuirea arc-aer) și cu plasmă. În cadrul lucrării de față se prezintă aspecte legate de aplicarea acestor metode de crăițuire.

G ouging is a process for thermal processing or treating of metal parts by which the molten metal that belongs to the part/piece is removed by a strong air jet. The melting of the metal is due to the temperature released by the electric arc between a graphite electrode and workpiece surface. Gouging can be made with a special or particular gouging electrode OK 21.03, a graphite electrode (arc-air gouging) and plasma. In the present paper are presented aspects concerning the application of these gouging methods.

Key words: arc-air, gouging, gouging technology

1. INTRODUCERE

În cadrul lucrării de față se vor prezenta aspectele suprafețelor crăițuite cu diferite metode de crăițuire. În această lucrare s-a folosit crăițuirea arc-aer, crăițuirea cu electrod fuzibil OK 21.03 și crăițuirea cu plasmă. Procedeu de crăițuire poate fi utilizat în următoarele scopuri: debitarea metalelor, pregătirea tablelor subțiri în vederea sudării, curățarea rădăcinii cordoanelor de sudură în scopul eliminării defectelor caracteristice primului strat de sudură, curățarea cordoanelor de sudură în vederea eliminării defectelor interne depistate la controlul radiografic sau ultrasonic, îndepărtarea defectelor de turnare, executare de canale și cavități pe suprafața pieselor metalice. Crăițuirea se realizează prin deplasarea uniformă a electrodului de cărbune, înclinat spre înainte la un unghi de 30 - 45°. Lungimea electrodului de la vârful până la locul de prindere în portelectrod trebuie să fie de 100 - 120 mm, iar diametrul poate fi: 6; 8; 10; 13 mm.

1. INTRODUCTION

In this paper we will present different aspects of surface gouged with different gouging methods. Thus, we used in this paper the arc-air gouging, gouging with an OK 21.03 consumable electrode and plasma gouging. Gouging process can be used for the following purposes: metal cutting, preparation of thin sheet for welding, cleaning root of weld seam, to eliminate defects characteristic for the first welding layer, cleaning of weld seam, to eliminate internal defects detected by radiographic or ultrasonic control, removal of casting defects, to execute of channels and cavities on the surface of metal parts. Gouging is carried out by evenly movement of carbon electrode, tilted forward at an angle of 30 - 45°. The length of the electrode from tip to the electrode holder attachment site should be 100 - 120 mm and the diameter can be: 6; 8; 10; 13 mm.

2. CRĂIȚUIRE EXPERIMENTALĂ

2.1. Crăițuirea arc-aer

Crăițuirea arc-aer se bazează pe topirea materialului de bază cu ajutorul unui arc electric realizat între un electrod de grafit cuprat și materialul de bază și îndepărtarea materialului topit cu ajutorul unui jet de aer comprimat. În timpul procesului de crăițuire apare oxidarea materialului de bază, dar aceasta nu influențează procesul.

Procedeeul de crăițuire arc-aer poate fi manual sau mecanizat. În lucrare se prezintă varianta manuală.

În **Figura 1** este prezentată schema de principiu a acestui procedeu. Electrocul de grafit (5) este fixat în cleștele de crăițuire (6) într-un dispozitiv de prindere al acestuia (4) la care este fixată borna pozitivă a sursei de curent continuu (7) și jetul de aer comprimat (3) realizat de un compresor (10) cu un manometru (11) pentru măsurarea debitului de aer comprimat necesar în procesul de crăițuire. Materialul (1) ce urmează a fi prelucrat prin crăițuire este fixat la borna negativă (8) a sursei de curent continuu și după amorsarea arcului electric materialul de bază se topește și cu ajutorul jetului de aer comprimat (3) este eliminat rezultând canalul crăițuit (2). Înainte de pornirea sursei de curent continuu se reglează intensitatea de curent cu ajutorul manetei (9).

2. EXPERIMENTAL GOUGING

2.1. Arc-air gouging

Arc-air gouging is based on the melting of the base material by means of an electric arc made between a plated graphite electrode and the base material and removing the molten material by means of compressed air. During the gouging process occurs oxidation of the base material, but it does not influence the process.

The arc-air gouging process can be manual or mechanized. The paper will present the manual version.

Figure 1 is a schematic diagram of this process. The graphite electrode (5) is fixed to the gouging clamp (6) in its clamping device (4) which is fixed to the positive terminal of the DC source (7) and the compressed air jet (3) made of a compressor (10) with a pressure gauge (11) for measuring compressed air flow needed for the gouging process. The material (1) to be processed by gouging is set or fixed to the negative terminal of (8) DC source, and after priming of electric arc, the base material melts and by using compressed air flow (3) it is eliminated, thus resulting the gouging channel (2). Before starting the DC source current intensity is adjusted by using the lever (9).

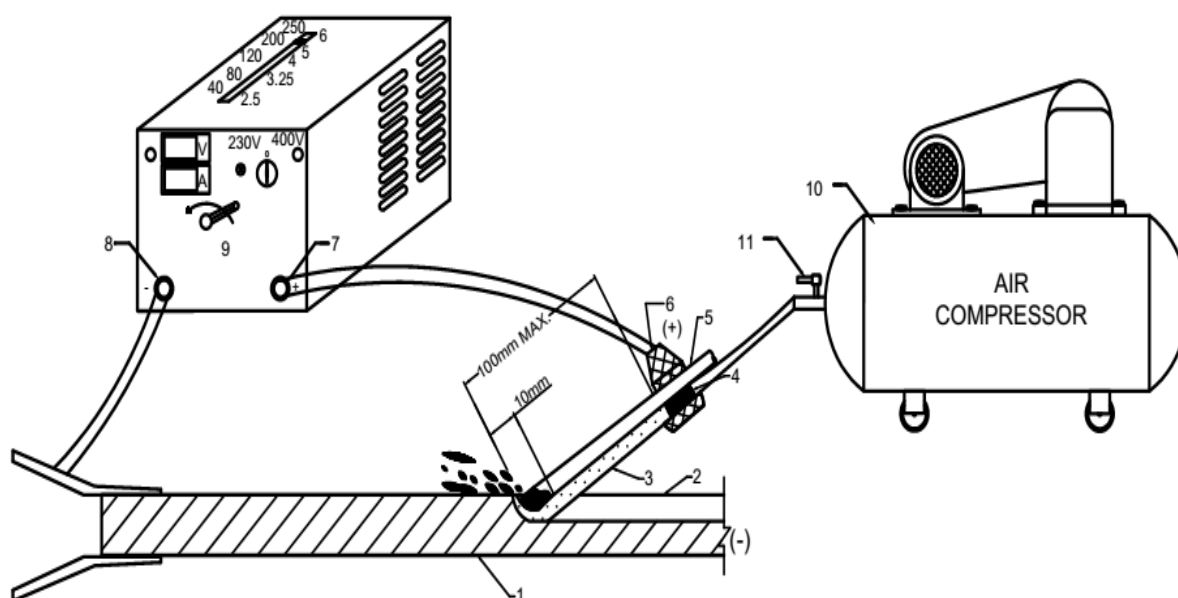


Fig. 1. Schema de principiu a procedeeului de crăițuire arc-aer

Schematic diagram of the arc-air gouging process

La acest procedeu se poate varia și tipul de electrozi care pot fi: rotunzi, îmbinabili sau plăți.

În **Tabelul 1** se prezintă datele specifice ale electrodului utilizat la experiment.

In this procedure may also vary the type of electrodes that can be round, combined or flat.

Table 1 shows the specific details of the electrode used in the experiment.

Tabelul 1. Caracteristicile electrodului de grafit
 Table 1. Characteristics of graphite electrode

Electrode diameter [mm]	Cutting current [A]	Compressed air pressure [MPa]	Electrode mass [g]	Electrode length [mm]
6.4	200 - 350	0.4 - 0.9	17	305

Diametrul electrodului utilizat este de 6,4 mm conform **Tabelului 1** și compoziția chimică conform certificatului de conformitate (ENS-1254-2004) este 98% grafit și 2% cupru.

La experiment s-a folosit ca material de bază un oțel patinabil S275JR + AR/EN10025 cu compoziția chimică conform **Tabelului 2** și cu proprietăți mecanice conform **Tabelului 3**.

*Diameter of the electrode used is 6.4 mm according to **Table 1** and the chemical composition according to the Conformity Certification (ENS-1254-2004) is 98% graphite and 2% copper.*

*In the experiment was used as a base material a S275JR + AR/EN10025 patinated steel with the chemical composition according to **Table 2** and the mechanical properties shown in **Table 3**.*

Tabelul 2. Compoziția chimică a materialului de bază
 Table 2. Chemical composition of the base material

Sheet size [mm]	C [%]	Mn [%]	S [%]	P [%]	Si [%]	Cu [%]	N [%]	Ceq
100x10	0.12	0.65	0.019	0.015	0.20	0.33	0.008	0.28

Tabelul 3. Caracteristici mecanice ale materialului de bază
 Table 3. Mechanical properties of base material

Sheet size [mm]	Yield strength, Re [MPa]	Tensile strength, Rm [MPa]	Elongation, A 5d [%]
100x10	326	461	32.5

Echipamentele folosite la acest experiment sunt: sursa de sudare de curent continuu marca BM 303, compresor de aer comprimat 100 Hp 3 și un clește de crăițuire de K1800.

S-au studiat aspectele suprafeței crăițuite cu acest procedeu prin utilizarea parametrilor de crăițuire conform **Tabelului 4**.

În **Figura 2** sunt arătate probele crăițuite cu arc-aer, iar în **Tabelul 4** datele tehnice ale probelor.

The equipment used in this experiment are the DC welding source brand BM 303, 100 Hp 3 air compressor and the K1800 gouging clamp.

*We studied aspects of the gouging surface with this process by using gouging parameters from **Table 4**.*

***Figure 2** shows the arc-air gouging samples and in **Table 4** technical data of the samples.*

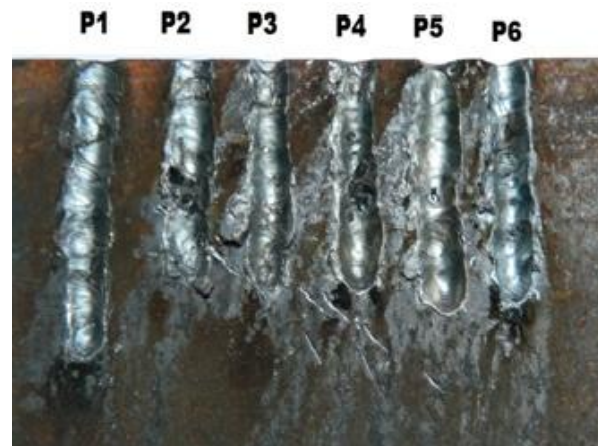


Fig. 2. Probele crăițuite cu diferite intensități de curent și debite de aer comprimat
 Samples gouged with different current intensity and compressed air pressure

Tabelul 4. Parametri de lucru
Table 4. Working parameters

Samples	Current intensity [A]	Compressed air pressure [MPa]	Gouging depth [mm]	Gouging width [mm]
P1	270 ± 10	0.4	1.58	7.6
P2		0.5	1.84	9.55
P3		0.6	2.22	10.30
P4		0.7	2.64	10.46
P5		0.8	2.93	10.7
P6		0.9	3.15	10.85

În urma cercetării s-a constatat că dacă mărim presiunea aerului comprimat se poate obține și o lățime sau adâncime mai mare, conform cu datele din **Tabelul 4**, și suprafețe mult mai netede.

2.2. Crăițuire cu electrod fuzibil

Acest procedeu se bazează pe arcul electric realizat între electrodul fuzibil și piesa ce urmează a fi crăițuită. S-au folosit electrozi de crăițuire OK 21.03 cu datele tehnice prezentate în **Tabelul 5**.

Prin intermediul arcului electric se topește metalul și din descompunerea învelișului electrodului rezultă gaze care elimină topitura.

Materialul utilizat pentru a fi crăițuit a fost un oțel de construcție patinabil S275JR + AR / EN 10025 cu compoziția chimică conform **Tabelului 2**.

În **Tabelul 6** se prezintă compoziția chimică a electrodului de crăițuire conform certificatului de conformitate eliberat de firma producătoare.

Tabelul 5. Dimensiunile electrodului de crăițuire
Table 5. Sizes of the gouging electrode

Electrode diameter [mm]	Cutting current [A]	Electrode mass [g]	Electrode length [mm]
2.5	100 - 130	17	305

Tabel 6. Compoziția chimică a învelișului electrodului de crăițuire OK 21.03
Table 6. Chemical composition of the OK 21.03 gouging electrode coating

Aluminium silicate, [%]	Carbon [%]	Iron [%]	Iron oxide [%]	Manganese [%]	Silicate [%]
2 - 5	2 - 5	5 - 10	15 - 20	30 - 40	20 - 30
Compoziția chimică a miezului electrodului este oțel cu conținut scăzut de carbon Chemical composition of the electrode core is low carbon steel					

În **Tabelul 7** sunt prezentați parametri și datele obținute la crăițuirea cu electrod fuzibil.

The research found that if it is increased the air pressure will be obtained a greater width or depth according to **Table 4**, and smoother surface.

2.2. Consumable electrode gouging

This process relies on an electric arc made between the consumable electrode and the workpiece to be gouged. There were used OK 21.03 gouging electrodes with technical data shown in **Table 5**.

The electric arc melts the metal and following the decomposition of electrode coating are resulting the gases which eliminate melt.

The material used for gouging was a patinated construction steel S275JR + AR / EN 10025 with the chemical composition according to **Table 2**.

Table 6 shows the chemical composition of the gouging electrode under conformity certification issued by the manufacturer, producing company.

Table 7 presents the parameters and the data obtained from gouging with consumable electrode.

Tabel ul 7. Parametri de crăițuire și rezultatele obținute
 Table 7. Gouging parameters and results achieved

Sample	Current intensity [A]	Displacement speed [mm/min]	Gouging depth [mm]	Gouging width [mm]
1	120 ± 10	110	2.0	3.0
2		120	2.1	4.0
3		130	2.2	2.5



Fig. 3. Probele crăițuite cu electrodul fuzibil OK 21.03

Samples which underwent gouging with consumable electrode OK 21.03

Avantajul acestui procedeu este că nu necesită echipament auxiliar (compresor de aer) și nici clește portelectrod special ca la crăițuirea cu electrod de grafit cuprat.

Dezavantajul acestui procedeu este că rezultă multe noxe în timpul crăițuirii.

2.3. Crăițuire cu jet de plasmă

Pentru acest procedeu s-a folosit un aparat de tăiere cu plasmă cu un curent de tăiere de maxim 45 A și un compresor de aer cu un rezervor de 25 l.

În cadrul experimentului s-a folosit ca material de bază un oțel marca S275JR+AR/EN 10025 sub formă de platbandă de 10 mm grosime, 100 mm lațime și 100 mm lungime.

Consumabilele pistolului de tăiere cu plasmă pentru crăițuire sunt cele indicate în **Figura 4**.

The advantage of this method is that it requires no auxiliary equipment (air compressor) and any special electrode holder clamp as for gouging with plated graphite electrode.

The disadvantage of this method is that there are produced more gas emissions during gouging.

2.3. Plasma gouging

For this process was used a plasma cutting machine with a cutting current up to 45 A, and an air compressor with a tank of 25 l.

In the experiment was used as a base material a steel brand S275JR+AR/EN 10025 as a 10 mm thick, 100 mm wide and 100 mm long strip steel.

*Plasma cutting torch consumables for gouging are shown in **Figure 4**.*

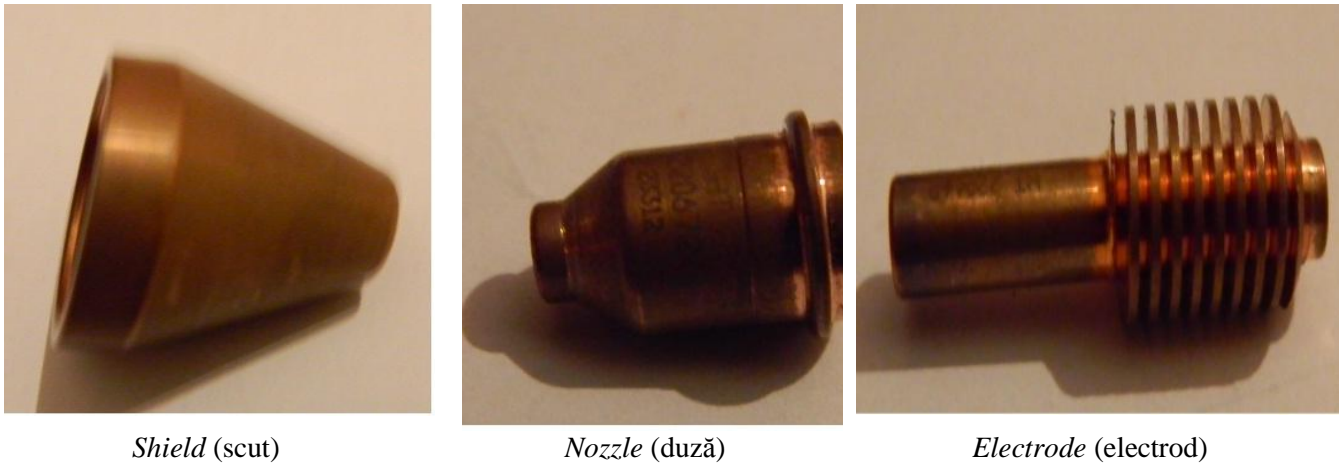


Fig. 4. Consumabilele pentru crăițuire ale pistolului de tăiere cu plasmă
Consumables for gouging of the plasma cutting torch

Programul de lucru a cuprins următoarele faze:

- Montarea consumabilelor pe pistolul aparatului de tăiere cu plasmă și conectarea acestuia la sursa de aer comprimat;
- Stabilirea debitului minim și maxim al sursei de aer comprimat;
- Stabilirea curentului de tăiere (crăițuire) al aparatului de tăiere cu plasmă;
- Crăițuirea manuală a probelor;
- Interpretarea rezultatelor.

După amorsarea jetului de plasmă pistolul s-a rotit la 45° față de orizontală, iar prin deplasarea acestuia în plan orizontal s-a topit și eliminat materialul.

Avantaje:

- Productivitatea ridicată a acestui procedeu;
- Procedul se poate mecaniza foarte ușor;
- Suprafața crăițuită nu este afectată de materiale adiționale ca în cazul crăițuirii cu arc-aer la care suprafața este acoperită de un strat fin de grafit;
- Această metodă este mai ecologică deoarece nu rezultă noxe de grafit.

Dezavantaje:

- costul ridicat al echipamentului;
- mobilitate redusă în șantier.

Parametri regimului de crăițuire:

- Intensitatea curentului de tăiere: 45 A ;
- Presiunea aerului comprimat: 0,5 - 0,7 MPa;
- Viteza de deplasare: 125 mm/min.

The work program included the following phases:

- *Installing consumables on the torch of the plasma cutting machine and its connection to the compressed air source;*
- *Setting minimum and maximum flow of compressed air source;*
- *Setting the cutting current (gouging) of plasma cutting machine;*
- *Manual gouging of samples;*
- *Interpretation of results.*

After priming plasma jet, the torch was rotated 45° to the horizontal and by moving it horizontally the material melted and was removed.

Advantages:

- *High productivity of this process;*
- *The method can be easily mechanized;*
- *Surface gouging is not affected by additional materials as in arc-air gouging where the surface is covered with a thin layer of graphite;*
- *This method is more environmentally friendly because it does not result in emissions of graphite.*

Disadvantages:

- *High cost of equipment*
- *Reduced mobility on site*

Parameters of the gouging regime:

- *Cutting amperage: 45 A;*
- *Compressed air pressure: 0.5 - 0.7 MPa;*
- *Speed: 125 mm/min.*



Fig. 5. Probe crăițuite cu plasmă
Samples with plasma gouging

3. CONCLUZII

În urma acestor experimente s-au constatat următoarele:

1. La crăițuirea cu arc-aer și cu electrod fuzibil noxele sunt mai ridicate față de crăițuirea cu plasmă.
2. Suprafețele crăițuite cu arc-aer sunt afectate de un strat fin de grafit. În cazul crăițuirii cu electrod fuzibil apare topitura învelișului electrodului.
3. La crăițuirea cu plasmă suprafețele sunt mai netede, mult mai curate și nu necesită prelucrări ulterioare.

3. CONCLUSIONS

After these experiments were noted the followings:

1. *In arc air and consumable electrode gouging emissions are higher than in plasma gouging.*
2. *Arc-air gouging surfaces are affected by a thin layer of graphite. If consumable electrode gouging is used, appears electrode coating melt.*
3. *Plasma gouging surfaces are smoother, much cleaner and do not require further processing.*

ACKNOWLEDGEMENT

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/159/1.5/S/137070.

BIBLIOGRAFIE / REFERENCES

- [1] **I. AVRAM, T. SĂLĂGEAN** - *Procedee conexe sudării*, Editura Tehnică, 1968.
- [2] **F. ANDREESCU, B. ANDREESCU** - *Utilaje și echipamente pentru sudare și procedee conexe sudării*, Vol. 1, Editura Lux Libris, Brașov, ISBN 987-973-9458-61-0, 2006.
- [3] **T. MACHEDON PISU** - *Tehnologii de montaj sudură aplicate structurilor sudate (PODURI - NAVE)*, Editura Lux Libris, Brașov, ISBN (10) 973-9458-74-2.
- [4] * * * - ESAB (2010), Catalog de produse.
- [5] * * * - BINZEL (2009), Catalog de electrozi de crăițuire.
- [6] * * * - SAF - FRO (2010), Catalog de electrozi.