

OPTIMIZAREA PROCENTULUI DE DESCHIDERI LIBERE ALE SERTARULUI LG21 AL OALEI DE TURNARE A OȚELULUI ELABORAT LA TENARIS SILCOTUB

ARON COSMIN¹

Conducător științific: Ș.l.dr.ing. **Marinela MARINESCU**, Ș.l.dr.ing. **Larisa BUȚU**

REZUMAT: Proiectul propune metode de îmbunătățire a procesului de deschidere a sertarului oalei de turnare pentru a există un număr cât mai mic de nedeschideri deoarece nedeschiderea sertarului oalei de turnare implică pierderi pentru companie. În cadrul acestui proiect au fost analizate cauzele ce pot duce la nedeschiderea sertarului și au fost concepute soluții pentru eliminarea acestora.

CUVINTE CHEIE: Optimizare, procent, deschideri, oală, turnare.

1 INTRODUCERE

Prin intermediul acestui proiect se urmărește optimizarea procentului de deschideri libere ale sertarului oalei de turnare a oțelului. Problema ce trebuie rezolvată este nedeschiderea sertarului oalei de turnare, iar proiectul are ca obiectiv analiza factorilor ce duc la nedeschideri pentru îmbunătățirea procesului de deschideri libere prin eliminarea acestor factori.

2 STADIUL ACTUAL

2.1 Descrierea sertarului oalei de turnare



Fig.1. Vedere 1 Sertar



Fig.2. Vedere 2 Sertar

În figura 1 și figura 2 este prezentat sertarul oalei de turnare.^[1] Acesta este poziționat în partea

de jos a oalei de turnare. Sertarul este un ansamblu format din două părți: partea mobilă (superioară) și partea fixă (inferioară).

Sertarul este prevăzut cu un mecanism hidraulic pentru a putea fi acționat de la distanță.

Rolul sertarului este de a controla debitul jetului de oțel topit ce curge din oală în timpul turnării.

În centru, sertarul este prevăzut cu un orificiu în care sunt introduse cele patru elemente ce constituie orificiul de turnare al oalei.

2.2 Componentele orificiului de turnare

Cele patru componente ce formează orificiul de turnare sunt din material refractar și sunt prezentate în ordinea montării lor, de la interior la exterior.

Oala de turnare este căptușită la interior cu cărămizi refractare pentru a nu permite oțelului topit să perforzeze oala. În zona orificiului de turnare există un Suport din beton refractar, așa cum este prezentat în secțiunea din figura 3.^[2]

2.2.1 Orificiul Interior

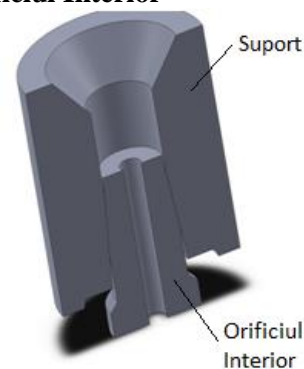


Fig.3. Suportul oalei de turnare

În figura 3 este prezentat în secțiune Orificiul Interior ce intră fixat cu ciment refractar în Suportul oalei.

¹ Specializarea Ingineria și Managementul Calității, Facultatea IMST.
E-mail: cosmin.aron04@gmail.com

2.2.2 Plăcile refractare

Așa cum se poate observa în figura 4, placa fixă este montată în locașul părții fixe a sertarului, iar placa mobilă pe partea mobilă a sertarului. De asemenea se poate observa și Orificiul Interior după montare.

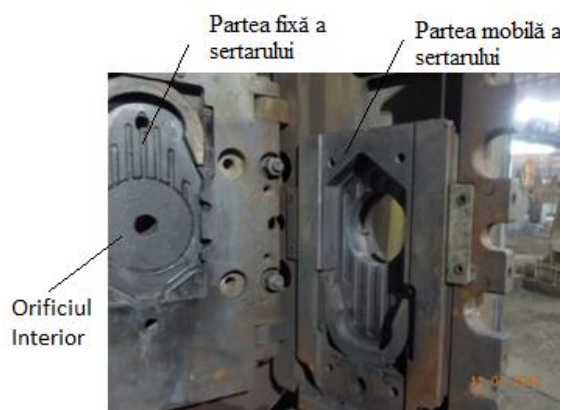


Fig.4. Montarea plăcilor refractare

2.2.3 Orificiul Colector

Ultima componentă a orificiului de turnare este Orificiul Colector. După montarea plăcilor refractare, sertarul este închis și se montează Orificiul Colector. Se aplică ciment refractar pe partea ce intră în contact cu placa mobilă, dar și în jurul acestuia, pentru a asigura o bună etanșeitate (a se vedea Figura 5).



Fig.5. Montarea Orificiului Colector



Fig.6. Orificiul Colector după montare

În Figura 6 este prezentat Sertarul oalei cu Orificiul Colector după ce acesta a fost montat.

2.3 Materialul de umplere

Pentru a nu permite oțelului topit să ajungă în orificiul de turnare înainte de începerea turnării propriu-zise este aplicat un material de umplere în interiorul orificiului de turnare. Nu se dorește ca oțelul topit să ajungă în zona menționată pentru că există un risc foarte mare ca acesta să perforeze sertarul oalei de turnare.^[3]

Acest material de umplere are o consistență asemănătoare cu cea a unui nisip cu granulație mică, iar compoziția chimică și alte specificații date de producător sunt prezentate în Tabelul 1. Pentru ca materialul să funcționeze în parametrii optimi, producătorul recomandă o limită de umiditate de până la 0,15% și o limită a temperaturii de aplicare de 1750°C.

La contactul dintre oțelul lichid și materialul de umplere se formează un strat sinterizat (Figura 7) pentru a nu permite oțelului să se amestece cu materialul de umplere în timpul tratamentului.

Tabel 1. Specificații Material Umplere^[4]

Compoziție chimică	
MgO	7%
SiO ₂	27%
Fe ₂ O ₃ *)	21%
Al ₂ O ₃	11%
CaO	<0,5%
Cr ₂ O ₃	33%
Na ₂ O + K ₂ O	<0,2%
C _{total}	<0,5%
Pierderi la ardere	0,6%
Granulație	0-1mm
Densitate vrac	2,1 – 2,4 t/m ³
Umiditate recomandată	<0,15%
Temperatura maximă de aplicare	1750°C

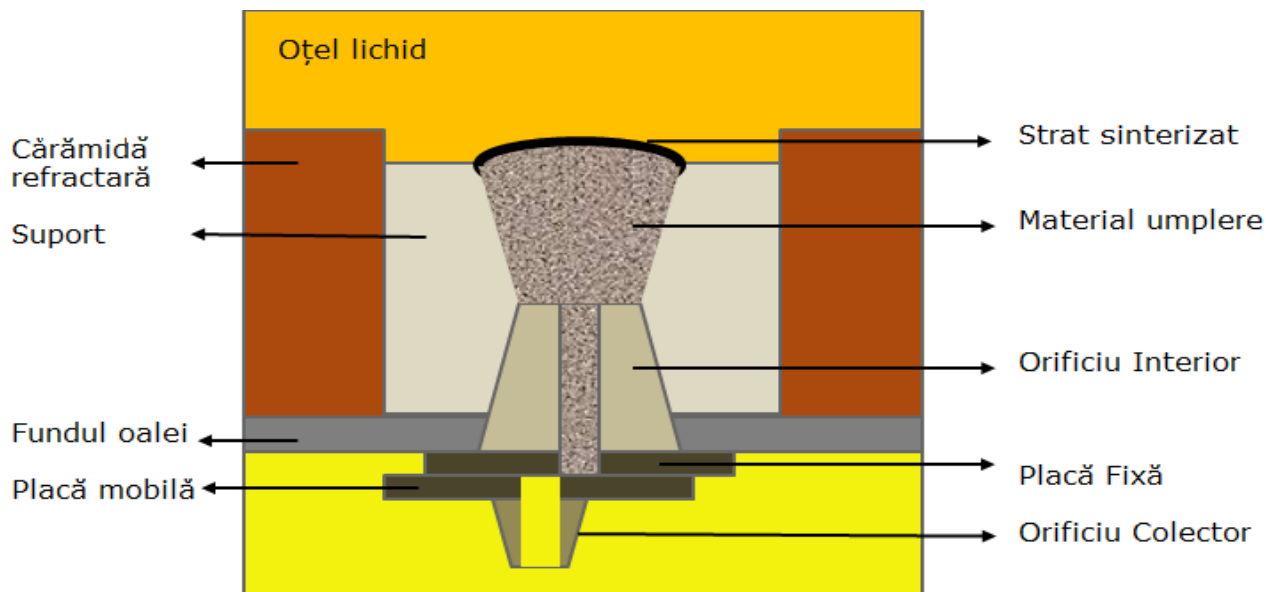


Fig.7. Secțiune Orificiu de turnare

2.4 Deschidere liberă vs. Nedeschidere

În figura 7 este prezentată o secțiune a Orificiului de turnare, aflat pe fundul oalei. În această figură se pot observa mai bine toate componentele prezentate anterior, ce constituie Orificiul de turnare a oțelului. Atunci când șarja ajunge la Mașina de Turnare Continuă este acționat Sertarul, orificiul Plăcii Mobile se aliniază cu cel al Plăcii Fixe, Materialul de Umplere cade, presiunea ferostatica a oțelului va sparge stratul sinterizat, iar oțelul va curge liber. În acest caz fenomenul este numit Deschidere liberă. În cazul în care, la acționarea sertarului, oțelul nu va curge, fenomenul se numește Nedeschidere.

În cazul unei Nedeschideri un operator va introduce o lance cu oxigen pentru a topi blocajul din Orificiul de turnare. În acest caz, o parte din oțel nu va mai putea fi turnat în imersie, va intra în contact cu oxigenul și va fi "contaminat", iar barele turnate din acea cantitate de oțel vor fi slabe din punct de vedere calitativ și vor fi respinse conform unei proceduri de declasare.^[5] Astfel vor rezulta pierderi pentru companie. De asemenea, operația de deschidere cu lancea cu oxigen este foarte periculoasă pentru operator. Astfel se dorește a avea un procent cât mai ridicat de deschideri libere.

3 CAUZELE NEDESCHIDERILOR

Pentru a se realiza acest proiect au fost analizate 367 de șarje în perioada 04.07.2016 – 07.08.2016. S-au înregistrat în total 17 Nedeschideri. În continuare vor fi enumerate

cauzele ce pot duce la o nedeschidere a sertarului oalei de turnare.^[6]

3.1 Pregătirea necorespunzătoare a oalei de turnare

După fiecare turnare, oala trebuie pregătită pentru următoarea șarja. Este foarte important ca orificiul de turnare să fie curățat în totalitate de zgură și/sau rămășițe de oțel. În cazul în care operatorul nu curăță corespunzător orificiul de turnare, după aplicarea materialului de umplere se pot crea blocaje în orificiul de turnare, ducând la o nedeschidere. În figura 8 este prezentată curățarea orificiului de turnare cu ajutorul unei lance cu oxigen.

În timpul perioadei de analiză au fost urmărite peste 100 de pregătiri ale oalelor de turnare și nu au existat cazuri de pregătire necorespunzătoare, operatorii fiind bine pregătiți.



Fig.8. Curățarea orificiului de turnare al oalei

3.3 Timpul de Tratament al șarjei

3.2 Umiditatea materialului de umplere

În perioada analizată s-au efectuat 8 teste de umiditate a materialului de umplere. După cum se poate observa în Tabelul 2, atunci când umiditatea materialului a fost peste limita admisă de producător (0.15%) au existat 2 nedeschideri.

Astfel, se recomandă analizarea în mod regulat a umidității materialului de umplere și încălzirea acestuia înainte de aplicare.

Tabel 2. Rezultate analiză umiditate

Data	Umiditate	
Luni, 11.07.2016	0.18%	2 nedeschideri
Vineri, 15.07.2016	0.014%	
Luni, 25.07.2016	0.02%	
Vineri, 29.07.2016	0.03%	
Luni, 01.08.2016	0.02%	
Marti, 02.08.2016	0.05%	
Miercuri, 03.08.2016	0.02%	
Vineri, 05.08.2016	0.02%	

După analizarea timpilor de tratament s-a ajuns la concluzia că procentul de nedeschideri crește cu timpul de tratament al șarjei așa cum se poate observa și în graficul din figura 9. Contactul prelungit al materialului de umplere cu oțelul are efect negativ asupra stratului sinterizat, crescând astfel rata de nedeschideri.

Astfel se recomandă evitarea timpului mare de tratament al șarjei pentru a evita riscul apariției unei nedeschideri.

3.4 Timpul în care oala este încălzită

După ce este pregătită pentru următoarea sarjă, oala este pusă la arzător pentru a i se menține temperatura până la evacuarea cuptorului, evitând astfel un șoc termic asupra materialului refractar. Timpul foarte îndelungat în care oala stă la arzător poate avea efecte negative asupra materialului de umplere, ducând la nedeschiderea sertarului oalei. Acest timp nu este monitorizat în momentul de față. S-a recomandat monitorizarea acestui timp pentru o viitoare analiză.

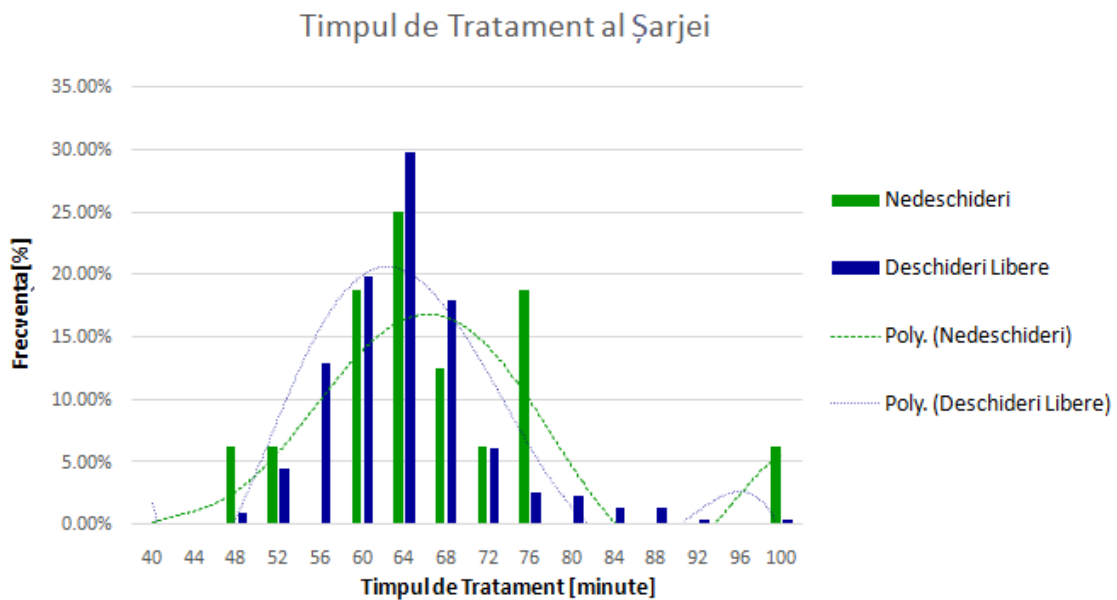


Fig.9.Timpul de Tratament al șarjei

3.5 Temperatura șarjei la ieșirea oalei de turnare din stația de tratament

O temperatură prea mare a oțelului, mai mare decât cea maximă admisă de producător, poate afecta materialul de umplere. Stratul sinterizat care se formează se poate mari foarte mult, iar duritatea sa poate crește, ducând astfel la apariția unei nedeschideri. În perioada analizată nu au existat temperaturi peste limită, așa cum se poate observa și în graficul din figura 10.

3.6 Timpul total în care șarja stă în oala de turnare

Acest timp se referă la durata totală dintre evacuarea oțelului din cuptor în oala de turnare și turnarea propriu-zisă. Durata foarte mare în care oțelul stă în oala de turnare scade semnificativ rata de deschideri libere, deoarece, la fel ca la timpul de tratament al șarjei, contactul prelungit al materialului de umplere cu oțelul are efect negativ asupra stratului sinterizat, scăzând semnificativ rata de deschideri libere. Acest lucru reiese și din analiza graficului din figura 11.

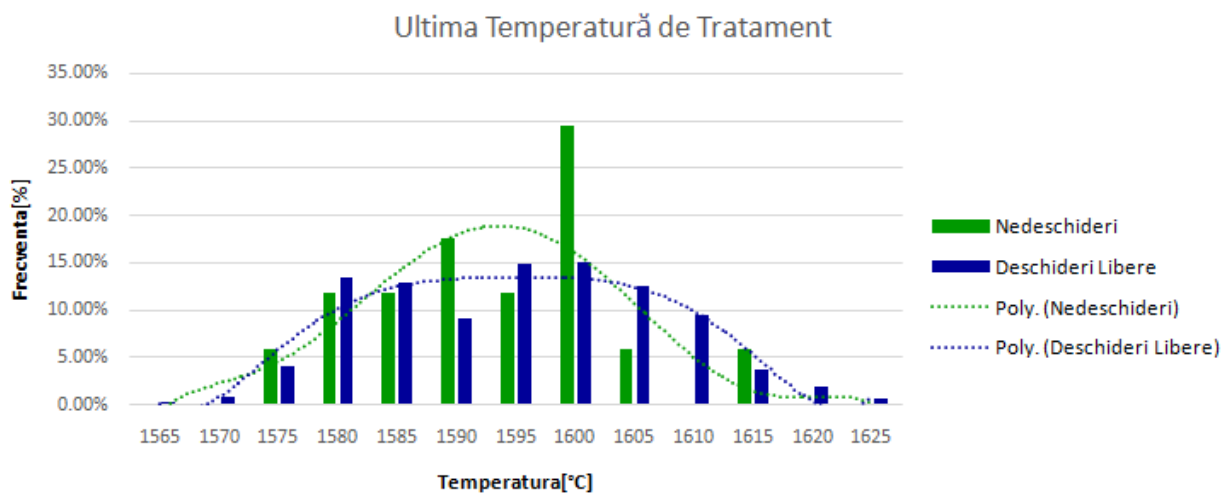


Fig.10. Temperatura Șarjei la ieșirea din Tratament

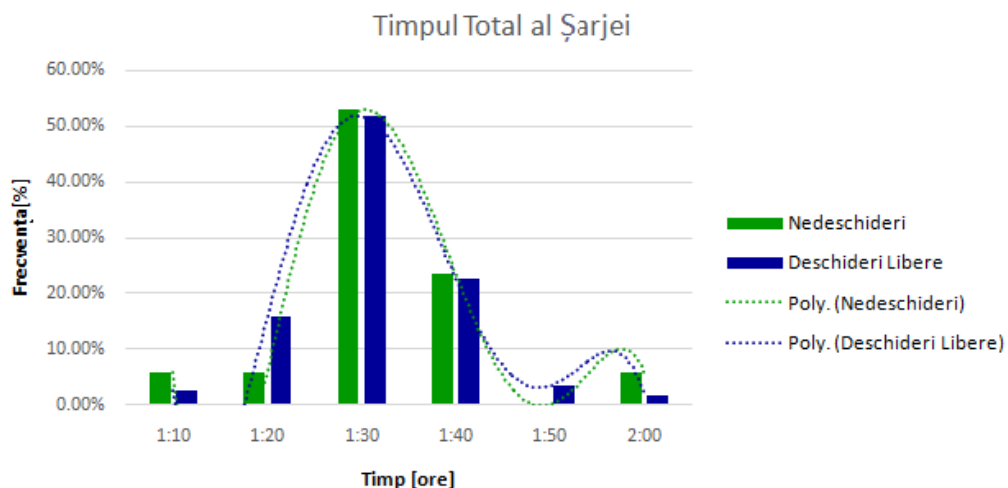


Fig.11. Timpul Total al Șarjei

3.7 Durata de timp dintre sfârșitul tratamentului și Deschidere

Timpul în care baia de oțel topit nu este agitată afectează procentul de deschideri libere. Baia de oțel devine din ce în ce mai neomogenă și apar diferențe de temperatură. Acești doi factori afectează stratul sinterizat al materialului de umplere. Așa cum rezultă din graficul afișat în figura 12 nu au existat timpuri mari care să afecteze rata de deschideri libere.

3.8 Metoda de înlocuire a Orificiului Interior

Orificiul Interior se fixează cu ciment refractar care are o umiditate foarte mare.

Materialul de umplere este aplicat imediat după montarea Orificiului Interior, iar această

practică influențează în mod negativ procentul de deschideri libere.

Graficul din figura 13 arată variația nedeschiderilor cu numărul de turnări pe Orificiul Interior. Cel mai mare număr de nedeschideri are loc la primele două turnări, din cauza Orificiului Interior rece și a umidității cimentului refractar.

Pentru a reduce riscul apariției unei nedeschideri, după înlocuirea Orificiului Interior se recomandă ca oala să stea la arzător timp de aproximativ 15 minute înainte de aplicarea materialului de umplere, pentru a permite Orificiului să se încălzească și cimentului să se solidifice.

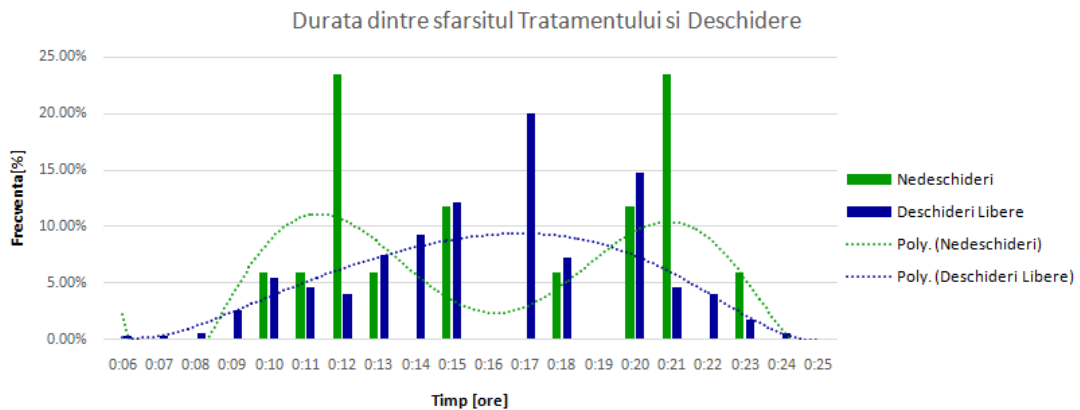


Fig.12. Durata dintre sfârșitul Tratamentului și Deschidere

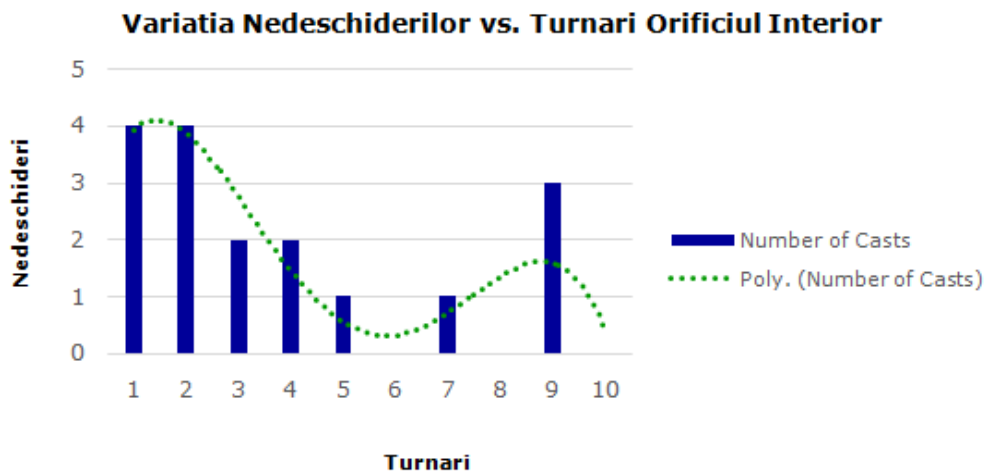


Fig.13. Nedeschideri în funcție de numărul de turnari

4.1 Metoda de aplicare a materialului de umplere

Metoda actuală de aplicare a materialului de umplere constă în aruncarea de către operator a sacilor de material pe orificiul de turnare. Prin intermediul acestei metode se folosește o cantitate prea mare de material de umplere și există de

asemenea și riscul ca materialul să fie aplicat neomogen în interiorul orificiului de turnare. În figura 14 este prezentată o imagine cu vederea de sus a interiorului unei oale de turnare. Se poate observa aplicarea inefficientă a materialului de umplere.

O metodă adecvată și eficientă din punct de vedere a cantității de material utilizată este prin folosirea unei țevi pentru aplicarea materialului de umplere (Figura 16). Țeava va fi ridicată și coborâtă cu ajutorul unui motor și a unor cabluri. Partea inferioară a țevii are un profil tronconic (Figura 15) pentru a facilita poziționarea ușoară a acesteia deasupra orificiului și de a-i conferi stabilitate. Astfel operatorul va putea doza mai ușor cantitatea de material, iar acesta va fi aplicat omogen în tot orificiul interior.

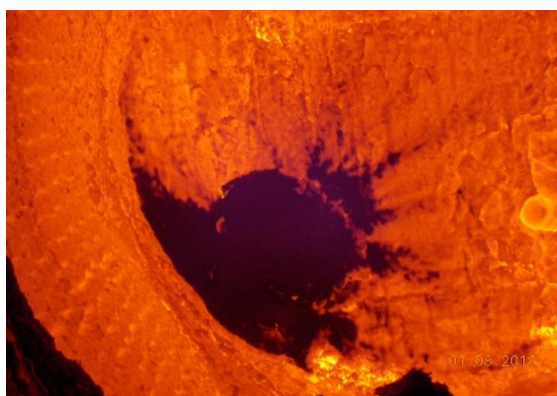


Fig.14. Vedere de sus a interiorului oalei de turnare în zona de aplicare a materialului de umplere



Fig.15. Profilul Țevii

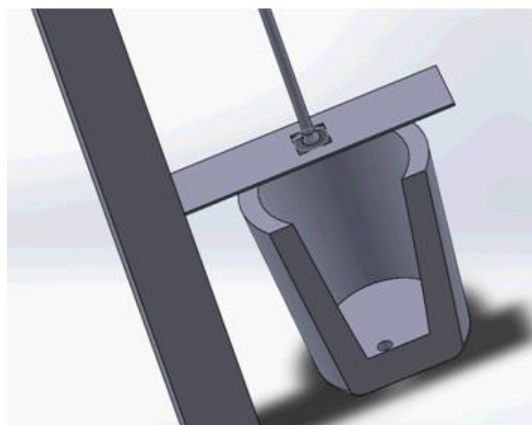


Fig.16. Folosirea unei țevi pentru aplicarea materialului de umplere

4.2 Optimizarea cantității de material de umplere

Pentru a cunoaște cu exactitate cantitatea necesară de material pentru a umple Orificiul de turnare s-a calculat volumul interior al acestuia, rezultând 4.05 litri.

Cunoscând densitatea materialului de umplere s-a ajuns la concluzia că este necesară o cantitate de aproximativ 10 kg, însă pentru a compensa cu mărirea volumului interior datorită uzurii în timp a Orificiului Interior și a Suportului s-a ajuns la concluzia că 20 kg reprezintă cantitatea optimă de material de umplere ce poate fi folosită la pregătirea oalei de turnare. Ținând cont că în momentul de față se folosesc între 40-60 kg de material de umplere, costurile vor fi înjumătățite. În cazul în care oțelăria va funcționa la capacitate maximă se vor economisi aproximativ 40000 USD pe an.

4 CONCLUZII

Problema nedeschiderii este una foarte greu de rezolvat, neștiind cu exactitate ce se întâmplă în interiorul oalei în timpul turnării. Rata de deschideri libere depinde de toți factorii analizați. Sunt necesare analize ulterioare și o îmbunătățire continuă a procesului de pregătire a oalei de turnare pentru un procent ridicat de deschideri libere.

5 MULȚUMIRI

Radu Adrian

6 BIBLIOGRAFIE

- [1]. VESUVIUS Systems, Ladle Slide Gate Customer File;
- [2]. Eduardo Rey, Secondary Steelmaking: Technology, Equipments and Operative Tools, TenarisUniversity.
- [3]. F.S. Cox, R. Engel, Ladle Sands: Testing and Application, Armco Inc.
- [4]. PURMETALL GmbH & Co. KG, Schiebersand C 33 C, Rev. F, 19.11.2012;
- [5]. Virginia Aranda, Secondary Steelmaking Practice for Clean Steels, TenarisUniversity;
- [6]. Gerrit J.W., Peter C.G. Ladle Operations. The AISE Steel Foundation, Pittsburgh, PA, 2003;