A XI-a Conferință Națională multidisciplinară – cu participare internațională,
"Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești",
SEBEȘ, 2011

METODE DE OPTIMIZARE A INSTALAȚIILOR DE TRAGERE LA TURNAREA CONTINUĂ ORIZONTALĂ A METALELOR

Marius TUFOI, Ion VELA, Constantin MARTA, Daniel AMARIEI

METHODS OF OPTIMIZATION OF FACILITIES FOR WITHDRAWAL FROM HORIZONTAL CONTINUOUS CASTING OF METALS

This paper presents variants of modernization process of withdrawing the profiles in horizontal continuous casting (HCC) of metals. Horizontal continuous casting is a modern method of directly obtaining different types of metallic semi-products by casting without using the laminated lines. As a method, continuous casting is made by introducing liquid metal with a well-defined temperature in a tank with water cooled walls, at interior, called crystallizer and evacuation "wire" of solidified metal. Method of continuous casting of ferrous and nonferrous metals and steel was imposed because it has advantages over conventional casting into ingots. These advantages are: the removal of metal is improved, it is obtaining a semi-finished product with a superior quality surface, a lower segregation removes, consumption of ingot molds and cast steel bridges are removed.

Keywords: horizontal continuous casting, semi-optimization methods, modernization
Cuvinte cheie: turnare continuă orizontală, semifabricate, metode de optimizare, modernizare

1. Turnarea continuă orizontală

La procedeul de turnare continuă orizontală firul turnat are un traseu orizontal, ceea ce impune evacuarea metalului topit la partea de

jos şi lateral din cuptorul de menţinere, unde se ataşează cristalizorul (figura 1).

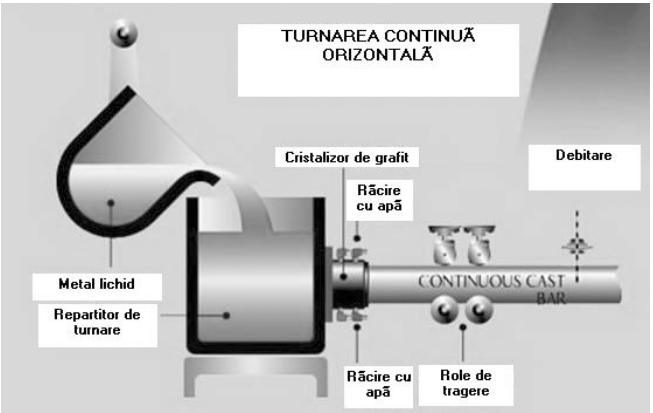


Fig.1 Instalaţie de turnare continuă orizontală - elemente componente

Solidificare metalului topit are loc de la exterior către mijloc şi uşor asimetric, peretele solidificat inferior fiind mai gros. În acelaşi timp se produce solidificarea prin contracţie a peretelui superior de la suprafaţa cristalizorului. Extragerea firului turnat continuu întâmpină rezistenţa forţelor de frecare metal solidificat – cristalizor, care poate fi la un moment dat suficient de mare să genereze ruperea transversală. În faţa acestei dificultăţi extragerea continuă devine riscantă și se preferă extragerea intermitentă, alternând paşii de avans şi pauzele (tragere intermitentă). Poziţia orizontală a cristalizorului pune problema stabilităţii filmului de lubrifiant lichid, de tipul uleiului. Soluţia cea mai convenabilă este auto-lubrifierea. În acest scop se apelează la electrografit, care în plus satisface imperativele impuse: conductibilitatea termică ridicată, refractaritatea, rezistenţa la uzură, capacitatea de prelucrare la forma dorită. Extragerea în condiţii bune a căldurii din metalul lichid, coroborată cu o serie de alţi factori tehnici şi tehnologici limitează însă secţiunile turnate. O altă restricţie priveşte sortimentul calitativ al materialelor turnate. La turnarea continuă orizontală se pretează foarte bine metalele şi aliajele neferoase, precum şi fonta cenuşie, datorită temperaturilor de topire mai joase. În schimb oţelul erodează şi dizolvă puternic grafitul cristalizorului, compromiţând deopotrivă produsul şi instalaţia. Un al treilea inconvenient este ordinul de mărime al productivităţilor realizabile, situând turnarea continuă orizontală în rândul procedeelor de mică şi

medie productivitate. Această caracteristică se îmbină însă avantajos cu capacitatea instalațiilor respective de a prelua un program variat calitativ şi sortimental de producție, alcătuit adeseori din comenzi în loturi mici şi foarte mici. Prevăd însă prezența simultană a laminorului degrosisor şi a turnării continue. O apreciere tehnico-economică strictă este greu de făcut datorită multitudinii factorilor subiectivi-specifici, dintre care se enumără: programul de producție, perspectivele de dezvoltare, condițiile locale de spațiu, posibilitățile de executare sau procurare a instalațiilor şi utilajelor [1, 2]. Optimizarea tehnologică a soluției impune o analiză de la caz la caz.

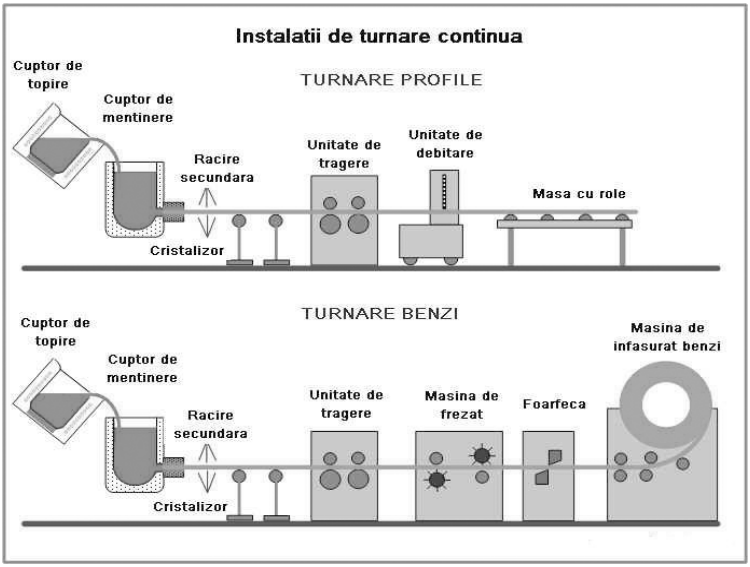


Fig. 2 Instalație de turnare continuă orizontală - elemente componente

Ca metodă, turnarea continuă se realizează prin introducerea metalului lichid cu o temperatură bine determinată într-o incintă cu pereții răciți cu apă la interior, numită cristalizor şi evacuarea la capătul opus a „firului" de metal solidificat, figura 2. Traversarea cristalizorului are loc în mişcare continuă sau intermitentă (cazul turnării orizontale).

2. Metode de optimizare propuse

Pentru optimizarea instalației de tragere la turnarea continuă orizontală s-a propus realizarea de noi principii de tragere care au

condus la realizarea a trei instalații de tragere care vor fi descrise în continuare.

■ Prima metodă propusă înlocuieşte rolele de tragere cu patru bacuri de tragere acționate de arbori excentrici [3]. Arborii excentrici sunt puşi în mişcare de mecanisme cu roți dințate conice interconectate, roți antrenate de un singur arbore de intrare (figura 3).

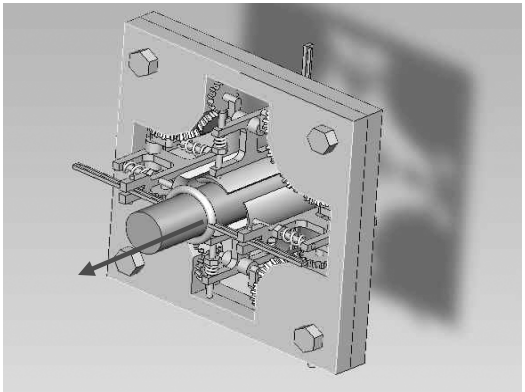


Fig. 3 Modelul 3D al instalației de tragere propus

Sistemul de tragere care foloseşte în locul rolelor de tragere (acestea au suprafața de contact mică cu profilul) bacuri ajustabile orizontal care au suprafața de contact cu profilul, mărită este prezentat în figura 3. Acesta metodă de tragere a profilului asigură forța necesară tragerii fără a crea defecte. Realizarea tragerii cu bacuri a semifabricatelor la turnarea continuă orizontală aduce o serie de avantaje față de tragerea clasică cu role. Principalul avantaj este acela că, în urma tragerii nu rămân urme vizibile pe profil datorate presiunii exercitate la tragere cu role. Sistemul se bazează pe acțiunea mecanică de avans a bacurilor pe care acestea le transferă la semifabricat şi tragere secvențială sau intermitentă într-o largă gamă de viteze şi de timpi de tragere.

Alte avantaje ale acestei metode de tragere sunt : eliminarea sistemului hidraulic pentru strângerea rolelor pe profil, forța de strângere fiind asigurată cu arcuri elicoidale de compresiune, parametrii de reglare sunt introduşi simplu, pe interfața serială a automatului programabil logic care face parte din automatizarea instalației, precizia şi constanța parametrilor prescrişi, stabilitatea şi uşurința ajustării parametrilor de tragere în strâns acord cu tipul de aliaj şi în principal cu gradul de vâscozitate şi conductivitate termică.

Principalul dezavantaj al instalației propuse îl reprezintă faptul că datorită contactului intermitent cu profilul tras, această metodă nu se poate aplica la tragere continuă a fabricatului. Un alt dezavantaj îl reprezintă utilizarea arcurilor de compresiune a căror constantă elastică este dependentă de temperatură. Pentru a înlătura acest dezavantaj se procedează la montarea arcurilor cât mai departe de bacuri (în partea exterioară a tijei).

Principalii parametrii ai instalației de tragere cu bacuri care trebuie asigurați sunt: ● cursa de întoarcere are valori între 0–50 mm; ● timpul de strângere are valori între 0,5–9,9 sec; ● viteza de întoarcere are valori între 0,5–9,9 şi 10–20 mm/sec; ● timpul de menținere la întoarcere are valori între 0,1–9,9 sec; ● cursa de tragere are valori între 0-50 mm; ● viteza de tragere are valori între 0,5-9,9 şi 10-20 mm/sec; ● timpul de staționare are valori între 1-9,9 sec; ● timpul de eliberare are valori între 1-9,9 sec.

Avantaje:

- suprafață de contact mare între bacuri şi semifabricat ceea ce reduce riscul de deformare a semifabricatului şi a apariției de urme vizibile pe acesta;
- mecanismul este reversibil, deci poate efectua şi cursă de întoarcere pentru tragerea intermitentă cu cursă de întoarcere;
- instalația este acționată de la o singură mişcare de intrare de rotație a arborelui de intrare;

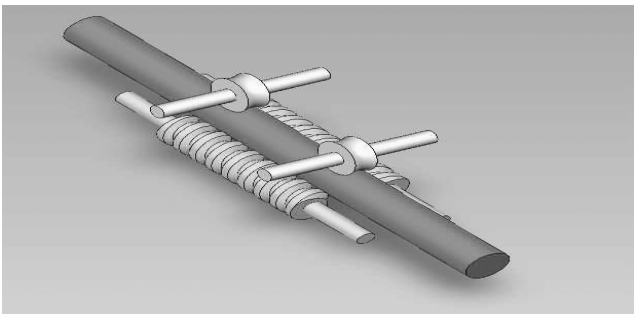


Fig. 4 Vedere 3D a instalației de tragere cu cilindrii melcați

- eliminarea sistemului hidraulic care s-a înlocuit cu arcuri elicoidale de compresiune pentru crearea forței de strângere pe profil.

Dezavantaje:

- modificarea constantei elastice K a arcurilor elicoidale funcție de temperatură.

- forța de strângere creată cu arcurile elicoidale variază de la un minim la un maxim pe durata unei rotații complete a mecanismului de tragere;

■ O altă variantă propusă este prezentată în figura 5.

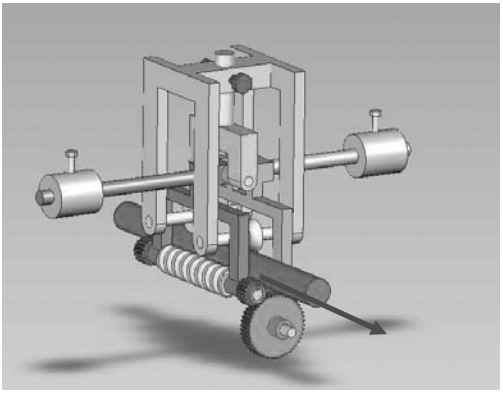


Fig. 5 Vedere 3D a instalației de tragere cu cilindrii melcați cu părțile componente

Varianta de tragere propusă este realizată cu doi cilindrii melcați care se rotesc în antifază unul față de celălalt pe care se sprijină profilul de tras. Asupra acestuia acționează perpendicular şi două role nemotoare care asigură forța de strângere. Prin acțiunea celor doi cilindrii melcați, semifabricatul tras are o mişcare de avans datorită forțelor de frecare exercitate între el şi cilindrii, apărând şi o mică deformare plastică a profilului (figura 5).

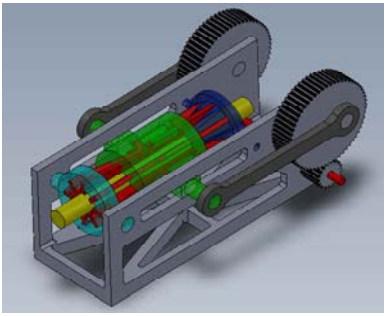
Avantaje:

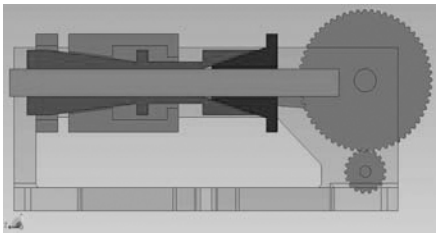
- suprafață de contact mare între bacuri şi semifabricat ceea ce reduce riscul de deformare a semifabricatului şi a apariției de urme vizibile pe acesta;
- mecanismul este reversibil, deci poate efectua şi cursă de întoarcere pentru tragerea intermitentă cu cursă de întoarcere;
- instalația este acționată de la o singură mişcare de intrare de rotație a arborelui de intrare;
- posibilitatea dublării mecanismului de acţionare pentru o redundanță sporită.
- eliminarea sistemului hidraulic care s-a înlocuit cu un mecanism de tip pârghie bazat pe gravitație pentru crearea forței de strângere pe profil.

Dezavantaje:
- deformarea plastică necesară mişcării de avans poate duce la urme vizibile pe profil în funcție de materialul semifabricatului.

■ Cea de a treia metodă propusă pentru optimizarea instalației de tragere la turnarea continuă orizontală utilizează bacuri de tragere dispuse concentric cu profilul asupra căruia se realizează tragerea, figura 6 [4, 5]. Mişcarea de avans şi crearea forței de strângere a bacurilor pe profil este generată de cu mecanism de tip bielă-manivelă care la rândul lui este pus în mişcare de un angrenaj cu roți dințate cilindrice cu rol şi de reductor de turație şi amplificator de cuplu.

Ca şi în cazurile descrise anterior, există o singură mişcare de rotație, de intrare, care asigură cinematica întregului sistem de tragere.





a) b)

Fig. 6 Vedere 3D a) și în secțiune b) a instalației de tragere cu bacuri concentrice

3. Concluzii

Aceste noi sisteme de tragere propuse pot asigura modernizarea instalației de tragere la turnarea continuă orizontală prin următoarele avantaje:

■ construcție mult simplificată necesitând o simplă mişcare de rotație la intrarea mecanismului;

■ acționare electrică simplă, gabarit redus, lipsa unui sistem hidraulic sau pneumatic;

■ suprafața mare de contact între bacuri şi semifabricat asigură păstrarea caracteristicilor dimensionale a semifabricatului;

■ o întreținere mai uşoară, fiabilitate mai ridicată;

■ economisire de energie prin eliminarea instalației hidraulice, forța de strângere fiind asigurată cu resorturi sau chiar fără resorturi, în cazul ultimelor două metode propuse.

BIBLIOGRAFIE

[1] Butnariu, I., Geantă, V., Ene, S., Munteanu, V., Constantin, N., Ilie, S., Ştefănoiu, R., *Turnarea continuă a semifabricatelor de oţel*, Editura tehnică, București, 2000.
[2] Tufoi, M., Marta, C., Vela, I., Bizau, V., Suciu, L., Rosu, M., *Method for the Automation of the Horizontal Continuous Casting Installation with Programmable Logical Automata*. 1611-1613, Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium, ISBN 978-3-901509-70-4, ISSN 1726-9679, pag. 806, Editor B[ranko] Katalinic, Published by DAAAM International, Vienna, Austria, 2009.
[3] Tufoi, M., Vela, I., Marta, C., *Optimization of the Withdrawal of Profiles at the Horizontal Continuous Casting Plant*, Analele Universitatății „Eftimie Murgu" Reşița, Anul XVI, nr. 1, 2009, ISSN 1543 – 7394.
[4] Marta, C., *Numerical methods of simulation of casting and solidification of metal alloys*, « Eftimie Murgu», Publishing House, ISBN:973-8286-66-2, Reşița, 2005.
[5] * * * www.prelucrarimetalurgice.ro

Drd.Ing. Marius TUFOI,
Universitatea „Eftimie Murgu" Reşița, membru AGIR
e-mail: m.tufoi@uem.ro
Prof.Univ.Dr.Ing. Ion VELA,
Universitatea „Eftimie Murgu" Reşița, membru AGIR
e-mail: i.vela@uem.ro
Conf.Univ.Dr.Ing. Constantin MARTA
Universitatea „Eftimie Murgu" Reşița
e-mail: c.marta@uem.ro
Drd.Ing. Daniel AMARIEI,
Universitatea „Eftimie Murgu" Reşița, membru AGIR
e-mail: m.tufoi@uem.ro