



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2018 00735**

(22) Data de depozit: **27/09/2018**

(41) Data publicării cererii:
30/03/2020 BOPI nr. 3/2020

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• TMK REȘIȚA S.A., STR.TRAIAN LALESCU
NR.36, REȘIȚA, CS, RO

(72) Inventatori:
• PREDESCU CRISTIAN,
STR. DR. PETRE GÂDESCU NR. 24A,
SECTOR 5, BUCUREȘTI, B, RO;
• ZAMAN FLORIN, STR.MEHADIA NR.12,
BL.1, SC.2, ET.2, AP.36, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;

• SOHACIU MIRELA-GABRIELA,
BD.AEROGĂRII NR.2-8, BL.2/1, SC.B, ET.1,
AP.11, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• BERBECARU ANDREI CONSTANTIN,
STR.GLĂDIȚEI NR.42, BL.T7, SC.1, ET.1,
AP.105, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• COMAN GEORGE, STR.VALEA OLTULUI
NR.10, BL.A27, SC.F, AP.87, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• PANTILIMON MIRCEA CRISTIAN,
BD.CAMIL RESSU NR.57, BL.H13, SC.D,
AP.69, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• SZEKELY ZOLTAN GHEORGHE,
BD.LIBERTĂȚII NR.6, BL.13, SC.A, ET.4,
AP.7, HUNEDOARA, HD, RO

(54) TUB DE PROTECȚIE PENTRU TURNAREA CONTINUĂ A OȚELULUI CU PURITATE INCLUZIONARĂ RIDICATĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un tub de protecție care se utilizează între distribuitor și cristalizator la turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată, și are o geometrie specifică, destinată colectării incluziunilor nemetalice din oțelul lichid în spații special destinate. Tubul de protecție conform invenției este constituit dintr-un cilindru cu un diametru exterior de 300 mm, un diametru interior de 100 mm și înălțimea totală de 1000 mm, ce are la partea superioară o zonă (1) în formă de cilindru neprofilat, de 100 mm înălțime, la partea mijlocie o zonă (2) de lucru cu o înălțime cuprinsă în intervalul 500...800 mm, profilată la interior cu două canale (3) spiralate cu secțiunea pătrată, cu latura cuprinsă în intervalul 20...30 mm, care sunt plasate simetric, având un pas de 100 mm și o zonă (4) de evacuare cu o înălțime de 200 mm, cu fundul (5) închis cu grosimea de 70 mm, și două orificii (6) circulare de evacuare laterale, cu un diametru de 50 mm, plasate simetric la un unghi de 30° față de orizontală.

Revendicări: 1
Figuri: 2

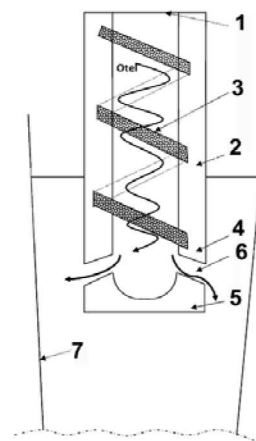
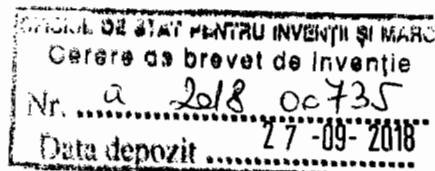


Fig. 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





TUB DE PROTECȚIE PENTRU TURNAREA CONTINUĂ A OȚELULUI CU PURITATE INCLUZIONARĂ RIDICATĂ

Invenția se referă la un tub de protecție care se utilizează între distribuitor și cristalizor la turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată și are o geometrie specifică destinată colectării incluziunilor nemetalice din oțelul lichid în spații special destinate.

În procesul de turnare continuă a oțelului lichid se utilizează curent tuburile de protecție a jetului de oțel lichid în două etape consecutive: la transvazarea oțelului lichid din oala de turnare în distribuitorul mașinii de turnare continuă și la transvazarea oțelului lichid din distribuitor în cristalizoarele mașinii de turnare, unde se produce solidificarea oțelului lichid. Tuburile de protecție dintre distribuitor și cristalizor lucrează imersate parțial în oțelul lichid din cristalizor și au ieșirea prin duze laterale; în această etapă ele trebuie să asigure un contact minim cu atmosfera înconjurătoare și o reoxidare minimă a oțelului, această reoxidare fiind în mare parte responsabilă pentru impurificarea oțelului lichid.

Se cunoaște că în practica elaborării oțelului un rol important îl au incluziunile nemetalice, generate în special în etapa de dezoxidare, dar provenind și din alte surse; densitatea, mărimea și tipul acestor incluziuni determină cea ce definim ca puritatea oțelului în incluziuni nemetalice. Practica cvasigeneralizată a dezoxidării cu aluminiu, dar și cu alți dezoxidanți, ca și procesele specifice de desulfurare a oțelului determină populația incluzionară care variază de la ozizi simplii: Al_2O_3 , SiO_2 , MnO la sulfuri: MnS , CaS și la formațiuni complexe de calcoaluminați, silicoaluminați sau chiar cu compuși magnezieni. Din punct de vedere a stării de agregare aceste incluziuni nemetalice sunt, la temperatura oțelului, fie solide, fie lichide sau compuse din amestecuri lichide-solide, iar din punct de vedere a umectabilității față de materialul refractar al tuburilor de protecție sunt în general destul de mult umectabile. Deși în practica metalurgică există metode de tratament pentru oțelului lichid care vizează reducerea populației de incluziuni nemetalice prin trecerea acestora în zgura de acoperire a oalei de turnare, prin descompunere elementară prin tratament în vid sau chiar de reținere mecanică, deci metode de extracție a acestor incluziuni din masa de oțel (incluse în așa zisa metalurgie secundară), o parte însemnată rămâne încă în masa de oțel lichid și este chiar mărită prin procesele de reoxidare secundară din timpul celor două transvazări oală-distribuitor-cristalizor. Aceste fenomene determină în timp, în tuburile de protecție, un proces de adeziune a incluziunilor nemetalice la pereții interiori ai tuburilor de protecție, îngustarea diametrului interior de curgere a oțelului lichid (implicit reducerea vitezei de turnare a mașinii) și chiar înfundarea tuburilor de protecție (implicit oprirea mașinii de turnat continuu), cu repercursiuni asupra productivității turnării continue. Un aspect tipic al unui tub de protecție cu depuneri substanțiale de incluziuni nemetalice este prezentat în figura 1. Oțelul intră prin partea superioară a tubului de protecție (1), ajunge în corpul tubului de protecție (2) și iese prin duzele de evacuare (3) spre oțelul din cristalizorul (5) al mașinii de turnare. În zona corpului tuburilor de protecție (5), ca și în zona duzelor de evacuare (6) se produc curent fenomenele de adeziune a incluziunilor nemetalice și chiar de înfundare.

8

1

Sunt raportate situații statistice în care înfundările ale tuburilor de protecție au produs pentru șarje de oțel de 260 de tone reducerea numărului de șarje turnate fără oprire de la 12 la 6 [1].

Sunt cunoscute mai multe soluții practicate industrial sau doar experimental pentru reducerea fenomenului de aderare a incluziunilor nemetalice la pereții tubului de protecție și astfel reducerea înfundării lui și a orificiilor de evacuare a oțelului; aceste soluții se pot încadra în patru categorii generale:

- (1) Injectarea argonului prin peretele orificiilor de evacuare sau prin dispozitivele de deasupra tubului de protecție (bara dop sau sertar de închidere) sau chiar prin pereții tubului de protecție; acest sistem de injectare a argonului are rol de protecție a pereților interiori ai tubului împotriva aderării incluziunilor nemetalice prin crearea un film de argon la care nu aderă incluziunile ca și prin protejarea împotriva pătrunderii aerului oxidant [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]; dezavantajul acestei soluții este creșterea eroziunii tubului de protecție, prinderea bulelor de argon în crusta în curs de solidificare din cristalizor, fisurarea duzelor de evacuare a oțelului datorită unei contrapresiuni ridicate și scăderea rezistenței la șoc termic prin răcirii locale;
- (2) Tratamentul oțelului lichid cu calciu pentru a favoriza formarea incluziunilor lichide de tip $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ și pentru a diminua incluziunile solide de alumină care au aderență mare [10, 11, 12, 13]; dezavantajul acestei soluții este chiar posibila creștere a fenomenului de infundare a tuburilor atunci când tratamentul cu calciu este inadecvat și se obțin incluziuni solide de tipul $\text{CaO} \cdot 6\text{Al}_2\text{O}_3$, creșterea eroziunii materialelor refractare, costul ridicat al tratamentului cu calciu, prelungirea tratamentului pentru oțelurile resulfurate, care necesită etape suplimentare de desulfurare-tratament cu calciu-resulfurare;
- (3) Modificarea materialului tuburilor; aceste modificări vizează adaosul de oxid de calciu pe materialul refractor al tuburilor pentru a lichefia incluziunile [14, 15, 16], adaosul de nitrură de bor pentru a forma un film lichid [3, 17, 18] sau alte adaosuri pentru a scădea conductivitatea termică [19, 20], pentru a scădea unghiul de contact cu oțelul [17, 19, 21], pentru a reduce reactivitatea cu oțelul [22] sau pentru a reduce aerul fals aspirat [1]; dezavantajul acestor soluții este faptul că au un efect limitat în timp și chiar reduc durabilitatea tuburilor;
- (4) Modificarea geometriei tuburilor de protecție vizează:
 - duze de evacuare supradimensionate [1, 23];
 - îmbunătățirea etanșeității îmbinărilor tuburilor pentru a reduce aspirația de aer fals [8];
 - rotunjirea muchiilor la intrarea în duzele tubului de protecție [24];
 - profilarea interioară a tubului de protecție pentru a crea un flux secundar de oțel care să direcționeze incluziunile nemetalice către centrul tubului de protecție și să nu se lipească de perete [25];
 - diametru variabil interior al tubului de protecție [26, 27];

Dezavantajul acestor soluții de modificare a geometriei tuburilor de protecție este că reprezintă doar o soluție parțială de reducere a înfundării tuburilor de protecție.

Toate aceste patru tipuri de soluții prezintă, pe lângă dezavantajele specifice enumerate anterior, un dezavantaj comun care este faptul că problema acestor incluziuni nemetalice este mutată în cristalizor, unde apar alte implicații legate de faptul că se cumulează aici incluziunile nemetalice care au fost ejectate din tubul de protecție în forma lor neaglomerată sau aglomerată, producând în semifabricatul

solidificat creșterea populației de microincluziuni neaglomerate (sub 50 μm) și respectiv de macroincluziuni (peste 50 μm), oțelul trecând în categoria de oțel cu puritate scăzută.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față este prevenirea infundării cu depuneri de incluziuni nemetalice aglomerate a tuburilor de protecție dintre distribuitorul și cristalizorul de la mașina de turnare continuă a oțelului și capturarea acestor incluziuni nemetalice pentru a obține un semifabricat de oțel cu puritate incluzionară ridicată. Soluția propusă prin invenția de față este în opoziție cu toate celelalte soluții prezentate anterior pentru că vizează împingerea incluziunilor nemetalice spre pereții tubului de protecție, lipirea acestora de pereții tubului de protecție și colectarea lor în spații specifice. Această soluție se încadrează în tehnologiile numite metalurgie terțiară.

Tubul de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată, conform invenției de față (figura 2), are o geometrie specială la interior, de tub profilat cu două canale interioare spiralate, proiectate să asigure două facilități distincte: să imprime jetului de oțel (și implicit incluziunilor nemetalice) o mișcare de rotație și implicit o forță centrifugă și să asigure colectarea incluziunilor nemetalice în canalele interioare ale tubului când aceste particule ajung la pereții tubului.

Tubul de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată are la bază două particularități:

- capacitatea incluziunilor nemetalice (lichide și/sau solide) aflate într-un mediu lichid (oțel) de a se deplasa spre pereții tubului de protecție sub acțiunea unui cuplu de forțe: gravitațională și centrifugă;
- capacitatea incluziunilor nemetalice (lichide și/sau solide) la o temperatură ridicată (1450 - 1550°C) de a adera la materialul refractar al tuburilor de protecție;
- capacitatea canalelor interioare spiralate ale tubului de protecție de a stoca o cantitate de incluziuni nemetalice suficientă pentru a asigura obținerea în cristalizor a unui oțel cu puritate ridicată.

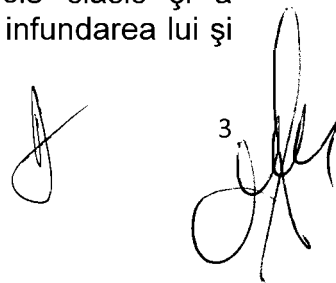
Aplicarea invenției de față, tub de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată, conduce la următoarele avantaje:

- reducerea înfundării tuburilor de protecție de la distribuitorul mașinii de turnat continuu datorită diminuării depunerilor de incluziuni și implicit turnarea fără întrerupere a peste 15 șarje;
- creșterea productivității mașinii de turnare continuă datorită menținerii vitezei de turnare constante, fără a fi nevoie să se diminueze viteza de turnare când apar depuneri de incluziuni nemetalice pe pereții tuburilor de protecție;
- creșterea calității oțelului prin reținerea în tuburile de protecție a unei cantități importante din incluziunile nemetalice și astfel obținerea unor oțeluri cu puritate ridicată, caracterizate prin incluziuni nemetalice cu diametru echivalent de maxim 15 μm și densități incluzionare de maxim 10 incluziuni/cm².

Prezentarea figurilor:

- Figura 1 reprezintă vederea generală a tubului de imersie clasic și a depunerilor de incluziuni nemetalice în varianta care produce infundarea lui și un foto cu depunerile de incluziuni nemetalice;

3

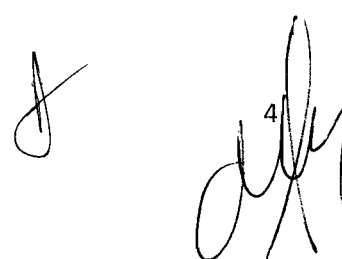


- Figura 2 reprezintă vederea generală a tubului de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată, conform invenției de față și depozitele în care se colectează incluziunile nemetalice.

Se dă în continuare un exemplu de realizare și funcționare a tubului de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată.

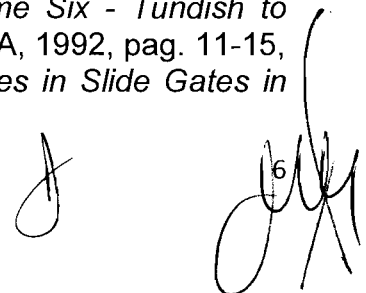
Tubul de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată va avea o înălțime totală de circa 1000 mm, din care la partea superioară o zona de intrare în formă de cilindru neprofilat de circa 100 mm înălțime (1) pe unde intră oțelul lichid venit din distribuitorul de deasupra al mașinii de turnare continuă. Diametrul exterior al tubului de protecție va fi de circa 300 mm, iar diametrul interior de circa 100 mm. În continuarea zonei de intrare (1) tubul de protecție va avea o zonă de lucru (2) cu o înălțime de 500 - 800 mm, un diametru exterior de circa 300 mm și un diametru interior de circa 100 mm. Zona de lucru (2) va avea pe partea interioară a tubului de protecție două canale spiralate (3) cu secțiunea pătrată având latura cuprinsă între 20 și 30 mm. Cele două canale spiralate sunt plasate simetric pe secțiunea transversală a zonei de lucru (2) și au un pas de circa 100 mm. În continuarea zonei de lucru (2) tubul de protecție va avea o zonă de evacuare (4) cu o înălțime de circa 200 mm, un diametru exterior de circa 300 mm și un diametru interior de circa 100 mm. Zonă de evacuare (4) va avea fundul închis (5) cu o grosime de circa 70 mm și două orificii circulare de evacuare (6) cu diametrul de circa 50 mm plasate simetric pe secțiunea transversală a tubului de protecție. Orificiile de evacuare sunt plasate la partea superioară a zonei de evacuare, la un unghi de 30° față de orizontală.

După intrarea oțelului în zona de lucru (2), acesta capătă și o mișcare de rotație care imprimă și incluziunilor nemetalice o forță centrifugă, fapt care asigură acestor incluziuni deplasarea spre canalele spiralate (3) și depunerea în aceste canale. După ieșirea oțelului din zona de lucru (2), acesta ajunge în zona de evacuare (4) unde trece prin orificiile de evacuare (6) în zona cristalizorului (7).



Referințe bibliografice

- [1] F. Haers și al., *First Experience in Using the Caster Tube Change Device (TCD90)*, Fourth International Conference on Continuous Casting, 1988;
- [2] H.F. Schrewe, *Metallurgy and Cleaness, in Continuous Casting of Steel - Fundamental Principles and Practice*, Stahl Eisen Co., 1987, pag. 100-103;
- [3] E. Höffken, H. Lax, G. Pietzko, *Development of Improved Immersion Nozzles for Continuos Slab Casting*, Fourth International Conference on Continuous Casting, 1988.
- [4] H. Buhr, J. Pirdzun, *Development of Refractories for Continuous Casting*, Continuous Casting of Steel, Biarritz, France, 1976;
- [5] T.R. Meadowcroft, R.J. Milbourne, *A New Process for Continuously Casting Aluminum Killed Steel*, Journal of Metals, 1971, June, pag. 11-17;
- [6] L.T. Hamilton, *Technical Note - The Introduction of "Slit" Submerged Entry Nozzles to No. 1 Slab Caster*, BHP International Group Pt. Kembla, NSW, Bull., Proceedings Australians Institute Mineral Metall, 1985, vol. 290 (No. 8), pag. 75-78;
- [7] M. Schmidt, T.J. Russo, D.J. Bederka, *Steel Shrouding and Tundish Flow Control to Improve Cleanliness and Reduce Plugging*, 73rd ISS Steelmaking Conference, ISS, Detroit, MI, 1990, Vol. 73, pag. 451-460;
- [8] S.R. Cameron, *The Reduction of Tundish Nozzle Clogging During Continuous Casting at Dofasco*, 75th ISS Steelmaking Conference, ISS, Toronto, Canada, 1992, Vol. 75, pag. 327- 332;
- [9] I. Sasaka și al., *Improvement of Porous Plug and Bubbling Upper Nozzle For Continuous Casting*, 74th ISS Steelmaking Conference, ISS, Washington, D.C., 1991, Vol. 74, pag. 349-356;
- [10] B. Bergmann, N. Bannenberg and R. Piepenbrock, *Castability Assurance of Al-Killed Si-Free Steel by Calcium Cored Wire Treatment*, 1st European Conference on Continuous Casting, Florence, Italy, 1991, pag. 1.501-1.508;
- [11] K.H. Bauer, *Influence of Deoxidation on the Castability of Steel*, Continuous Casting of Steel, Biarritz, France, 1976;
- [12] J.R. Bourguignon, J.M. Dixmier and J.M. Henry, *Different Types of Calcium Treatment as Contribution to Development of Continuous Casting Process*, Continuous Casting '85, London, England, 1985, pag. 7.1-7.9;
- [13] D. Bolger, *Stopper Rod and Submerged Nozzle Design and Operation in Continuous Casting*, 77th ISS Steelmaking Conference, ISS, Chicago, IL, 1994, Vol. 77, pag. 531-537;
- [14] 10. S. Ogibayashi și al, *Mechanism and Countermeasure of Alumina Buildup on Submerged Nozzle in Continuous Casting*, 75th ISS Steelmaking Conference, ISS, Toronto, Canada, 1992, Vol. 75, pag. 337-344;
- [15] E. Marino, *Use of Calcium Oxide as Refractory Material in Steel Making Processes in Refractories for the Steel Industry*, R. Amavis, ed., Elsevier Applied Science, New York, 1990, pag. 59-68;
- [16] P.M. Benson, Q.K. Robinson and H.K. Park, *Evaluation of Lime-Containing Sub-Entry Shroud Liners to Prevent Alumina Clogging*, 76th ISS Ironmaking and Steelmaking Conference, ISS, Dallas, Texas, 1993, Vol. 76, pag. 533-539;
- [17] E. Lühsen și al., *Boron Nitride Enrichment of the Submerged Entry Nozzles: A Solution to Avoid Clogging*, 1st European Conference on Continuous Casting, Florence, Italy, 1991, pag. 1.37-1.57;
- [18] N.A. McPherson, A. McLean, *Continuous Casting - Volume Six - Tundish to Mold Transfer Operations*, Iron and Steel Society, Warrendale, PA, 1992, pag. 11-15,
- [19] L.I. Evich și al., *Experience in the Use of Chamotte Nozzles in Slide Gates in Teeming of Stainless Steel*, Ogneupory, 1985, (11), pag. 44-46;



- [20] R. Szezesny, C. Naturel, J. Schoennahl, *Tundish Nozzles with a Double Layer Conception Used at Vallourec Saint-Saulve Plant*, Fourth International Conference on Continuous Casting, 1988, pag. 495-502;
- [21] K.K. Strelov, *Clogging of the Channel of a Fosterite Nozzle in Teeming of Aluminum-Deoxidized Steel*, Ogneupory, 1985, (8), pp. 46-49;
- [22] Y. Fukuda, Y. Ueshima și S. Mizoguchi, *Mechanism of Alumina Deposition on Alumina Graphite Immersion Nozzle in Continuous Caster*, 1992, vol. 32, pag. 164-168;
- [23] A. Jaffuel și J.P. Robyns, *FLO CON Slide Nozzles*, Continuous Casting of Steel, Biarritz, France, 1976;
- [24] S. Dawson, *Tundish Nozzle Blockage During the Continuous Casting of Aluminum-Killed Steel*, Iron and Steelmaker. pag. 33-42, 1990;
- [25] N. Tsukamoto și al., *Improvement of Submerged Nozzle Design Based on Water Model Examination of Tundish Slide Gate*, 74th ISS Steelmaking Conference, ISS, Washington, D.C., 1991, Vol. 74, pag. 803-808;
- [26] E.S. Szekeres, *Review of Strand Casting Factors Affecting Steel Product Cleanliness*, Fourth International Conference on Clean Steel, Balatonszéplak, Hungary, 1992;
- [27] United States Steel, *The Physical Chemistry of Iron and Steelmaking*, The Making, Shaping, and Treating of Steel, W.T. Lankford Jr. și. al., ed. Herbick & Held, Pittsburgh, PA, 1985, pp. 367-502.



REVENDICARI

1. Tub de protecție pentru turnarea continuă a oțelului cu puritate incluzionară ridicată **caracterizat prin aceea că** se compune dintrun cilindru cu un diametru exterior al tubului de protecție de circa 300 mm, un diametrul interior de circa 100 mm și cu o înălțime totală de circa 1000 mm, din care la partea superioară o zonă de intrare (1) în formă de cilindru neprofilat de circa 100 mm înălțime, la partea mijlocie o zonă de lucru (2) cu o înălțime de circa 700 mm profilată la interior cu două canale spiralate (3) de secțiunea pătrată având latura de 20 - 30 mm care sunt plasate simetric având un pas de circa 100 mm și o zonă de evacuare (4) cu o înălțime de circa 200 mm având fundul închis cu grosime de circa 70 mm (5) și având două orificii circulare de evacuare laterale (6) cu diametrul de circa 50 mm plasate simetric la un unghi de 30° față de orizontală.



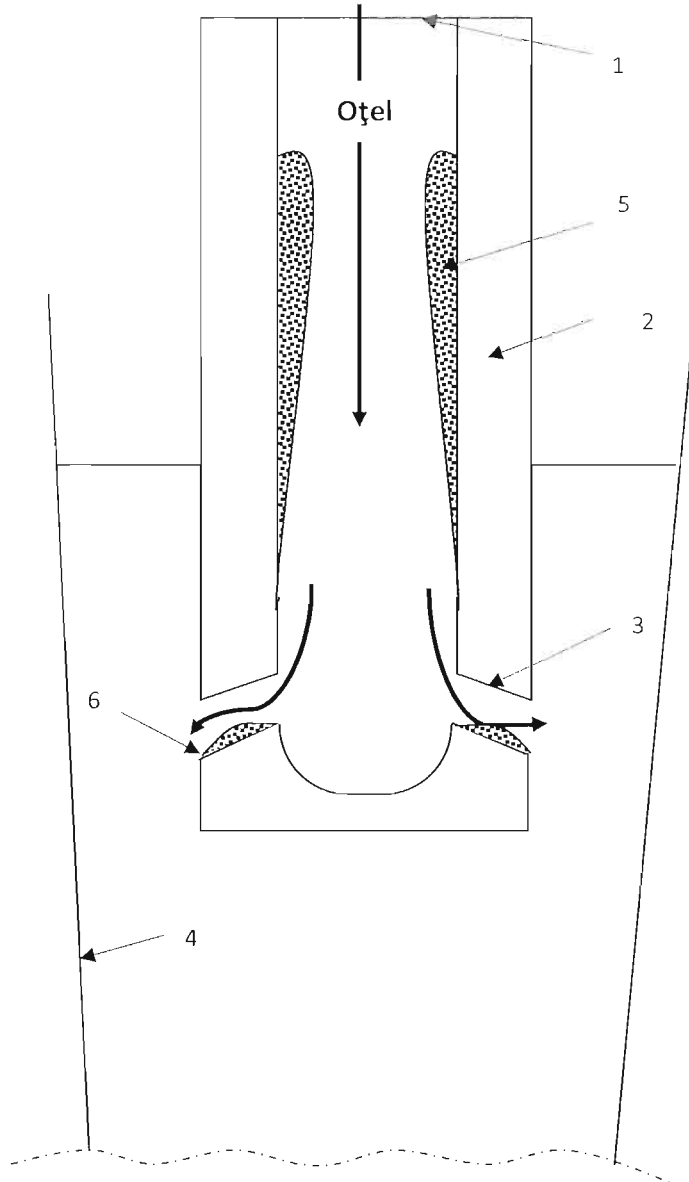


Figura 1

8

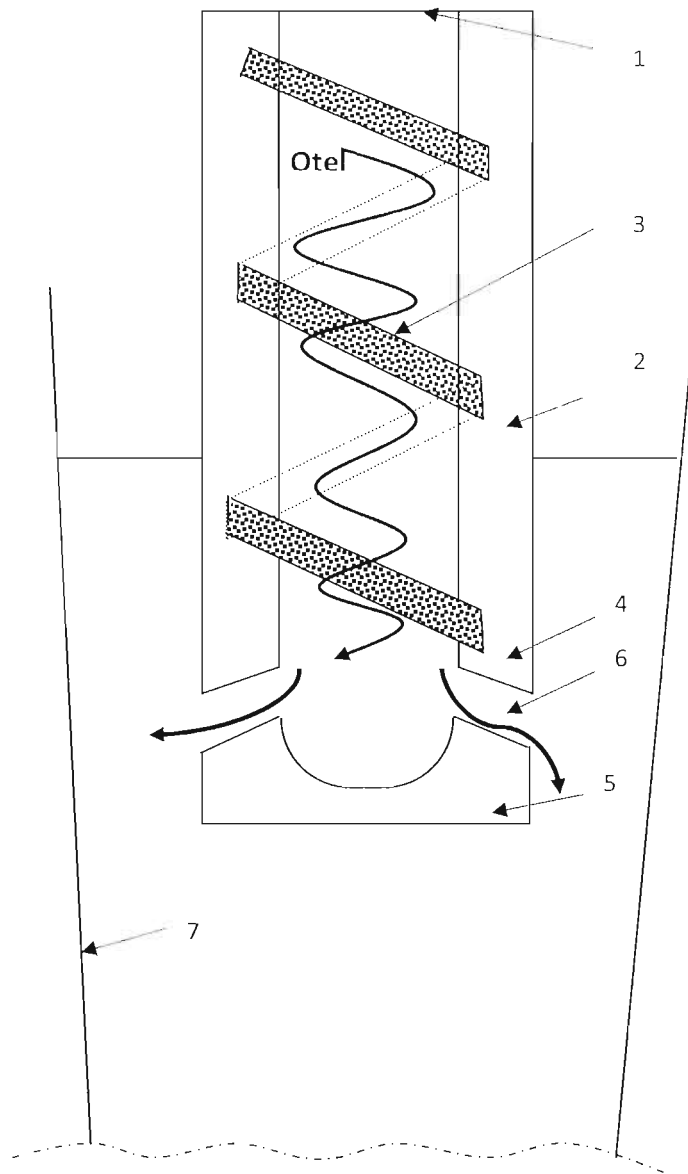


Figura 2

Handwritten signatures and initials.