



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 51734

(13) C2

(51) 6 B22D41/50

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ЗАНУРЕНИЙ СТАКАН ДЛЯ ПРОПУСКАННЯ РІДКОГО МЕТАЛУ І СПОСІБ ПРОПУСКАННЯ РІДКОГО МЕТАЛУ ЧЕРЕЗ НЬОГО

1

(21) 99042296
(22) 03 10 1997
(24) 16 12 2002
(86) PCT/CA97/00730, 03 10 1997
(31) 08/725,589
(32) 03 10 1996
(33) US
(31) 08/935,089
(32) 26 09 1997
(33) US
(46) 16 12 2002, Бюл. № 12, 2002 р.
(72) Хіспіп Лоуренс Джон, СА, Доррікотт Джеймс Дерек, СА
(73) ВІЗУВІУС КРУСІБЛ КОМПАНІ, US
(56) UA 26335 30 08 1999

UA 41997 15 10 2001
WO 9529025 A 02 11 1995
EP 0482423 A 29 04 1992
DE 4142447 A 24 12 1992
EP 0694359 A 31 01 1996
WO 8912519 A 28 12 1989
EP 0685282 A 06 12 1995
EP 0709153 A 01 05 1996
DE 4519986 A 22 12 1994

(57) 1 Занурений стакан для пропускання через нього рідкого металу, який містить видовжений канал, центральну вісь, принаймні одне впускне вікно та принаймні одне випускне вікно, причому канал має збільшену частину з площею її поперечного перерізу, яка більша поблизу центральної осі, ніж поблизу країв каналу, і збільшена частина має принаймні дві поворотні грані, кожна з яких проходить від точки на площині, що проходить практично паралельно до центральної осі та перетинає її у напрямку нижнього краю каналу

2 Занурений стакан за п. 1, який додатково містить роздільник потоку, що розділює принаймні одне випускне вікно на двоє випускних вікон та розділює потік рідкого металу, що проходить каналом, на два струмені, які виходять з зануреного стакана двома випускними вікнами

3 Занурений стакан за п. 2, у якому кожна з поворотних граней має верхнє ребро

4 Занурений стакан за п. 3, у якому принаймні двоє верхніх ребер дотикаються одне до одного і

2

утворюють вершину, звернену переважно у напрямку принаймні одного випускного вікна

5 Занурений стакан за п. 4, у якому поворотні грані дотикаються одна до одної на центральному ребрі

6 Занурений стакан за п. 5, у якому центральне ребро кожної з поворотних граней більш віддалене від поздовжньої горизонтальної осі зануреного стакана, ніж верхнє ребро поворотної грані у горизонтальному поперечному перерізі

7 Занурений стакан за п. 3, у якому кожне з верхніх ребер проходить у напрямку до випускного вікна під кутом, що практично співпадає з кутом розвантаження випускного вікна

8 Занурений стакан за п. 7, у якому кут розвантаження кожного з випускних вікон складає близько 45-80° донизу від горизонталі

9 Занурений стакан за п. 7, у якому кут розвантаження кожного з випускних вікон складає близько 60-70° донизу від горизонталі

10 Занурений стакан за п. 1, у якому принаймні одне випускне вікно має верх і низ, причому випускне вікно ширше знизу, ніж згори

11 Занурений стакан для пропускання через нього рідкого металу, що містить видовжений канал, який має принаймні одне впускне вікно та принаймні перше випускне вікно і принаймні одну напямну перегородку, розміщену поблизу першого випускного вікна, для розділення потоку рідкого металу на принаймні два окремих струмені та роздільник потоку, розміщений поблизу принаймні одного випускного вікна

12 Занурений стакан за п. 11, який додатково містить принаймні друге випускне вікно, що дозволяє принаймні частині рідкого металу виходити з зануреного стакана, та другу напямну перегородку, розміщену поблизу другого випускного вікна, причому напямні перегородки розділюють потік рідкого металу на два зовнішні струмені та центральний струмінь

13 Занурений стакан за п. 12, у якому напямні перегородки містять верхні поверхні та нижні поверхні, причому верхні поверхні відхиляють зовнішні струмені практично у протилежних напрямках

14 Занурений стакан за п. 13, у якому роздільник потоку виконаний з можливістю розділення цен-

(13) C2

(11) 51734

(19) UA

трального струменя на два внутрішні струмені, і роздільник потоку та нижні поверхні відхиляють два внутрішні струмені практично у тому ж напрямку, у якому відхиляються зовнішні струмені

15 Занурений стакан за п. 14, у якому зовнішні та внутрішні струмені об'єднуються перед їхнім виходом з принаймні одного з випускних вікон

16 Занурений стакан за п. 14, у якому зовнішні та внутрішні струмені об'єднуються після їхнього виходу з принаймні одного з випускних вікон

17 Занурений стакан за п. 13, у якому напрямні перегородки містять переважно нижні поверхні, що розходяться, які розсіюють центральний струмінь

18 Занурений стакан за п. 17, у якому роздільник потоку виконаний з можливістю розділення розсіяного потоку на два внутрішні струмені, причому роздільник потоку та нижні поверхні відхиляють два внутрішні струмені у напрямку, що відрізняється від напрямку, у якому відхиляються два зовнішні струмені

19 Занурений стакан за п. 13, у якому верхні поверхні відхиляють зовнішні струмені під кутом відхилення приблизно $20-90^\circ$ від вертикалі

20 Занурений стакан за п. 19, у якому верхні поверхні відхиляють зовнішній струмінь під кутом приблизно 30° від вертикалі

21 Занурений стакан за п. 19, у якому напрямні перегородки виконані з можливістю відхилення двох зовнішніх струменів під кутом приблизно 45° від вертикалі та відхилення двох внутрішніх струменів під кутом приблизно 30° від вертикалі

22 Занурений стакан за п. 12, у якому видовжений канал містить секцію впускної труби, яка має першу площу поперечного перерізу потоку з практично осьюовою симетрією та секцію розсіюючої перехідної ділянки, з'єднаної за течією з секцією впускної труби, причому секція перехідної ділянки виконана та розміщена з можливістю практично безперервної зміни площі поперечного перерізу потоку в секції перехідної ділянки від першої площі поперечного перерізу потоку до другої площі, переважно, видовженого поперечного перерізу потоку, яка більша за першу площу поперечного перерізу потоку та з можливістю практично безперервної зміни симетрії зануреного стакана на перехідній ділянці від в основному осьової симетрії до в основному площинної симетрії, при цьому принаймні перше та друге випускні вікна сполучаються за течією з перехідною ділянкою

23 Занурений стакан за п. 12, у якому є двоє верхніх випускних вікон, дві напрямні перегородки, причому одна напрямна перегородка розміщена поблизу верхнього випускного вікна задля розділення потоку рідкого металу, що проходить каналом, на два зовнішні струмені та центральний струмінь, при цьому зовнішні струмені проходять відповідними верхніми випускними вікнами, а центральний струмінь проходить у напрямку до роздільника потоку, і роздільник потоку розміщений за ходом центрального струменя задля утворення принаймні двох нижніх випускних вікон і розділення центрального струменя на принаймні два внутрішні струмені, кожен з яких виходить з зануреного стакана одним з нижніх випускних вікон, напрямні перегородки виконані з мож-

ливістю розподілу частини рідкого металу, розділеного між зовнішніми струменями та центральним струменем таким чином, щоб ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів, що виходять верхніми випускними вікнами, змінювався в залежності від об'єму потоку рідкого металу, який пропускається зануреним стаканом

24 Занурений стакан за п. 23, у якому ефективний кут розвантаження зовнішнього струменя зростає зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається

25 Занурений стакан за п. 23, у якому за збільшення об'єму потоку, який пропускається, зовнішні струмені, що виходять верхніми випускними вікнами, відхиляються у напрямку внутрішніх струменів, що виходять нижніми випускними вікнами

26 Занурений стакан за п. 23, у якому за збільшення об'єму потоку, який пропускається, внутрішні струмені, що виходять нижніми випускними вікнами, відхиляються у напрямку до зовнішніх струменів, що виходять верхніми випускними вікнами

27 Занурений стакан за п. 23, який додатково містить принаймні одну бокову стінку, що огорожує канал, при цьому кожне з верхніх випускних вікон розміщене між нижньою поверхнею відповідної бокової стінки та верхньою поверхнею відповідної напрямної перегородки, причому нижня частина принаймні однієї з бокових стінок та верхня поверхня кожної з напрямних перегородок утворюють (I) верхній випускний канал, що веде до кожного з верхніх випускних вікон, при цьому площа поперечного перерізу кожного з верхніх випускних каналів практично однакова по всій довжині каналу і (II) теоретичний кут розвантаження від горизонталі для кожного зовнішнього струменя, що витікає верхніми випускними вікнами

28 Занурений стакан за п. 27, у якому ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів, які виходять випускними вікнами, розходиться з теоретичним кутом розвантаження верхніх випускних вікон, зростаючи при збільшенні об'єму потоку, що пропускається, нижні випускні вікна виконані з можливістю забезпечення теоретичного кута розвантаження від горизонталі для кожного з внутрішніх струменів, що витікають нижніми випускними вікнами, причому ефективний кут розвантаження внутрішніх струменів зменшується до горизонталі при збільшенні об'єму потоку, що пропускається, і теоретичний кут розвантаження верхніх випускних вікон розбігається з теоретичним кутом розвантаження нижніх випускних вікон принаймні на 15°

29 Занурений стакан за п. 28, у якому теоретичний кут розвантаження верхніх випускних вікон складає близько $0-25^\circ$ донизу від горизонталі або близько $7-10^\circ$ донизу від горизонталі, і теоретичний кут розвантаження нижніх випускних вікон складає $45-80^\circ$ донизу від горизонталі або близько $60-70^\circ$ донизу від горизонталі

30 Занурений стакан за п. 23, у якому напрямні перегородки виконані таким чином, що (I) близько $15-45\%$ від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, припадає на зовнішні струмені і близько $55-85\%$ від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, припадає на цен-

тральний струмінь, (II) близько 25-40% від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, припадає на зовнішні струмені і близько 60-75% від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, припадає на центральний струмінь, або (III) частини рідкого металу, що припадають на кожний із зовнішніх струменів, практично рівні

31 Спосіб пропускання рідкого металу через занурений стакан, який полягає у тому, що пропускають рідкий метал до зануреного стакана, розділяють потік рідкого металу, що виходить з зануреного стакана, на принаймні один зовнішній струмінь та один центральний струмінь і розподіляють частину рідкого металу, розділеного між зовнішнім струменем та внутрішнім струменем таким чином, щоб ефективний кут розвантаження зовнішнього струменя змінювався в залежності від об'єму потоку рідкого металу, який пропускається зануреним стаканом

32 Спосіб за п. 31, у якому потік рідкого металу розділяють на два зовнішні струмені та центральний струмінь, а центральний струмінь розділяють на принаймні два внутрішні струмені

33 Спосіб за п. 32, у якому ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів зростає зі збільшенням об'єму потоку, який пропускається

34 Спосіб за п. 33, у якому зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається, (I) зовнішні струмені відхиляють у напрямку до внутрішніх струменів, або (II) внутрішні струмені відхиляють у напрямку до зовнішніх струменів

35 Спосіб за п. 34, у якому додатково відхиляють зовнішні струмені, переважно у протилежних напрямках

36 Спосіб за п. 35, у якому додатково розсіюють центральний струмінь

37 Спосіб за п. 36, у якому додатково відхиляють два внутрішні струмені практично в тому ж радіальному напрямку, в якому відхиляють два зовнішні струмені

38 Спосіб по п. 34, у якому зовнішні струмені відхиляють під теоретичним кутом розвантаження, причому ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів розбігається з теоретичним кутом розвантаження, зростаючи зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається, і внутрішні струмені відхиляють на теоретичний кут розвантаження

39 Спосіб за п. 38, у якому теоретичний кут розвантаження зовнішніх струменів складає (I) близько 0-25° донизу від горизонталі або (II) близько 7-10° донизу від горизонталі, і теоретичний кут роз-

вантаження внутрішніх струменів складає (I) близько 45-80° від горизонталі або (II) близько 60-70° донизу від горизонталі

40 Спосіб за п. 38, у якому теоретичний кут розвантаження зовнішніх струменів розбігається з теоретичним кутом розвантаження внутрішніх струменів принаймні на 15°

41 Спосіб за п. 40, у якому зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається, ефективний кут розвантаження внутрішніх струменів зменшують у напрямку до горизонталі

42 Спосіб за п. 32, у якому близько 15-45% від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, утворює два зовнішні струмені, і близько 55-85% від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, утворює центральний струмінь, близько 25-40%, від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, утворює зовнішні струмені і близько 60-75% від усього потоку рідини, що проходить зануреним стаканом, утворює центральний струмінь, або частини рідкого металу, що виділяються до кожного з зовнішніх струменів, є практично рівними

43 Спосіб пропускання рідкого металу зануреним стаканом, який полягає у тому, що пропускають рідкий метал видовженим каналом, який має впускне вікно та принаймні одне випускне вікно, розділяють потік рідкого металу на два зовнішні струмені і центральний струмінь, відхиляють два зовнішні струмені практично у протилежних напрямках, розділяють центральний струмінь на два внутрішні струмені і відхиляють два внутрішні струмені практично у тому ж напрямку, у якому відхиляють зовнішні струмені

44 Спосіб за п. 43, у якому додатково об'єднують зовнішні та внутрішні струмені перед їхнім виходом з принаймні одного випускного вікна

45 Спосіб за п. 43, у якому додатково об'єднують зовнішні та внутрішні струмені після їхнього виходу з принаймні одного випускного вікна

46 Спосіб за п. 43, у якому два внутрішні струмені відхиляють у напрямку, що відрізняється від напрямку, у якому відхиляють два зовнішні струмені

47 Спосіб за п. 43, у якому додатково відхиляють зовнішні струмені під кутом відхилення приблизно 20-90° від вертикалі або відхиляють зовнішні струмені під кутом приблизно 30° від вертикалі

48 Спосіб за п. 46, у якому додатково відхиляють два зовнішні струмені під кутом приблизно 45° від вертикалі і відхиляють два внутрішні струмені під кутом приблизно 30° від вертикалі

Винахід має відношення до розливного стакану або зануреного стакану, зокрема, до розливного зануреного стакану, який поліпшує поведінку потоку рідкого металу, що вводиться до кристалізатора через занурений стакан

За безперервного розливу сталі, наприклад, у сляби завтовшки 50-60мм та завширшки 975-1624мм, часто використовують розливний або занурений стакан. У розливний стакан заливають

рідку сталь, яка потім надходить до кристалізатора зануреним способом

Занурений стакан звичайно являє собою трубу з входом на одному кінці та одним або двома виходами, розташованими на іншому кінці або поблизу нього. Внутрішній канал зануреного стакану між ділянкою входу та ділянкою виходу часто являє собою просто відрізок циліндричної осьосиметричної труби

Типові розміри випускного отвору зануреного стакана складають 25-40мм завширшки та 150-250мм завдовжки. Випускна ділянка стакана може просто являти собою відкритий кінець відрізка труби. Стакан може також містити двоє випускних вікон, спрямованих у протилежні боки, у боковій стінці стакана, при цьому кінець труби закритий. Спрямовані у протилежні боки вікна відхиляють потоки розплавленої сталі під гаданими кутами від 10 до 90° відносно вертикалі. Вхід стакана з'єднано з джерелом рідкого металу. Джерело рідкого металу, що використовується у процесі безперервного розливу, називають проміжним пристроєм.

Занурений стакан використовується з такою метою

(1) для передачі рідкого металу з проміжного пристрою до кристалізатора, уникаючи впливу на нього повітря,

(2) для рівномірного розподілу рідкого металу у кристалізаторі, що забезпечує рівномірне відведення тепла та утворення затверділої кірки, та

(3) для стабільної і спокійної подачі рідкого металу до кристалізатора без надмірної турбулентності, особливо на ділянці меніску, щоб забезпечити добре змащування та знизити можливість утворення поверхневих дефектів.

Швидкість потоку рідкого металу з проміжного пристрою до зануреного стакана можна регулювати різними способами. Найбільш поширені такі два способи регулювання швидкості потоку: (1) за допомогою стопорного стрижня та (2) за допомогою ковзної засувки. У будь-якому випадку стакан повинен бути суміщеним зі стопорним стрижнем або ковзною засувкою проміжного пристрою, а внутрішній канал зануреного стакана на ділянці входу практично має циліндричну форму і може бути закругленим або звуженим.

Відомі занурені стакани забезпечують досягнення першої згаданої вище мети тільки в тому випадку, якщо вони оптимально занурені у рідку сталь у кристалізаторі та зберігають свою фізичну цілісність.

Однак, відомі занурені стакани не дозволяють повністю досягти вищезгаданих другої та третьої мети. Наприклад, на фіг 19 і 20 показано типову конструкцію відомого зануреного стакана з двома вікнами і закритим кінцем. Цей занурений стакан ділить вихідний потік на два протилежні вихідні струмені. Першим недоліком такого зануреного стакана є прискорення потоку в каналі і утворення потужних вихідних струменів, які не використовують повністю наявну площу випускних вікон. Другим недоліком є коливання струменів та нестабільність потоку в кристалізаторі, спричинені раптовою зміною напрямку потоку на нижній ділянці стакана. Ці проблеми не дозволяють рівномірно розподіляти потік у кристалізаторі та є причиною надмірної турбулентності.

На фіг 20 показано альтернативну конструкцію відомого зануреного стакана з двома вікнами та загостреним роздільником потоку на кінці. Загострений роздільник призначений для підвищення стабільності вихідного струменя. Але і цій конструкції властиві ті ж проблеми, що й конструкції, показаній на фіг 18. В обох випадках інерція рідкого

металу, що проходить каналом у напрямку ділянки випускного вікна в зануреному стакані, може бути настільки високою, що потік неможливо відхилити для заповнення випускних вікон без розділення потоку згори від вікон.

Тому вихідні струмені нестабільні, створюють коливання і турбулентність.

Крім того, при цьому не досягаються гадані кути відхилення. Дійсні кути відхилення є значно менші. Також профілі потоку у випускних вікнах дуже нерівномірні і мають низьку швидкість потоку у верхній частині вікон і високу швидкість потоку у нижній частині вікон. Такі занурені стакани створюють відносно велику стоячу хвилю в меніску або на поверхні розплавленої сталі, яка покрита флюсом або порошком для змащування кристалізатора. Крім того, в цих занурених стаканах утворюються коливання стоячої хвилі і меніск поблизу одного кінця кристалізатора по черзі піднімається й опускається, а меніск у другого кінця кристалізатора по черзі опускається і піднімається. У відомих занурених стаканах також утворюються періодичні завихрення на поверхні. Всі ці явища призводять до захвату флюсу кристалізатора у тілі сталевго слябу, що погіршує його якість. Коливання стоячої хвилі викликають нестійке перенесення тепла кристалізатором на меніску або поблизу нього. Цей ефект негативно позначається на однорідності утворення сталеної кірки, змащуванні порошком кристалізатора та викликає напругу у верхній частині кристалізатора. Такі явища зростають зі збільшенням швидкості розливу, тому для отримання сталі потрібної якості доводиться обмежувати швидкість розливу.

На фіг 17 показано занурений стакан 30, аналогічний змальованому у європейській заявці 0403808. Відомо, що розплавлена сталь тече з проміжного пристрою через напрямну перегородку або стопорний стрижень до секції 30b круглої випускної труби. Занурений стакан 30 містить основну перехідну ділянку 34 між круглим і прямокутним перерізами. Крім того, занурений стакан містить плаский роздільник 32 потоку, який спрямовує два струмені під гаданими кутами плюс і мінус 90° відносно вертикалі. Але на практиці кути відхилення складають тільки $\pm 45^\circ$. Крім того, швидкість потоку в випускних вікнах 46 і 48 нерівномірна. Поблизу правої бокової стінки, що розходиться, 34C перехідної ділянки 34 швидкість потоку з вікна 48 відносно низька, як показано вектором 627. Максимальна швидкість потоку з вікна 48 має місце в безпосередній близькості від роздільника потоку 32, як показано вектором 622. В результаті тертя швидкість потоку поряд з роздільником 32 є дещо меншою, як показано вектором 621. Цей нерівномірний потік з випускного вікна 48 призводить до виникнення турбулентності. Крім того, потік з вікон 46 і 48 має низьку частоту коливань у межах $\pm 20^\circ$ з періодичністю від 20 до 60 секунд. У вікні 46 максимальна швидкість потоку показана вектором 602, який відповідає векторові 622 з вікна 48. Вектор 602 коливається між двома крайніми положеннями, одним з яких є вектор 602a, зміщений на 65° від вертикалі, а другим - вектор 602b, зміщений на 25° від вертикалі.

Як показано на фіг 17а, потоки з вікон 46 і 48 мають тенденцію залишатися під кутом 90° один до одного, так що, якщо вихід з вікна 46 представити вектором 602а, відхиленням від вертикалі на 65° , то вихід з вікна 48 буде представлено вектором 622а, відхиленням від вертикалі на 25° . В одному екстремальному положенні коливаль, проілюстрованому на фіг 17а, меніск М1 в лівому кінці кристалізатора 54 піднятий у значній мірі, тоді як меніск М2 у правому кінці кристалізатора піднятий у вельми незначній мірі. Для ясності цей ефект показано зі значним перебільшенням. Як правило, найнижчий рівень меніска має місце поблизу зануреного стакану 30. За розливу зі швидкістю три тони за хвилину меніск зазвичай має стоячі хвилі висотою 18-30 мм. У проілюстрованому екстремальному положенні коливаль має місце циркуляція С1 за годинниковою стрілкою значної величини і малої глибини у лівому кінці кристалізатора та циркуляція С2 проти годинникової стрілки меншої величини та більшої глибини в правому кінці кристалізатора.

Як показано на фіг 17а і 17б, поряд з зануреним стаканом 30 у кристалізаторі міститься опуклість В, яка збільшує ширину кристалізатора для прийому зануреного стакану, типова товщина вогнетривкої стінки якої складає 19 мм. В екстремальному положенні коливаль, показаному на фіг 17а, є великий поверхневий потік F1 зліва направо на ділянці опуклості перед зануреним стаканом 30 та після нього. Також є малий поверхневий потік F2 зправа наліво у напрямку опуклості. В меніску на ділянці опуклості кристалізатора мають місце поривчасті поверхневі завихрення V поряд з правим боком зануреного стакану. Ефекти вельми нерівномірного розподілу швидкості у вікнах 46 і 48, великих стоячих хвиль у меніску, коливаль у стоячих хвилях та поверхневих завихрень, разом узяті, призводять до захвату порошку або флюсу кристалізатора, що погіршує якість литої сталі. Крім того, утворення сталевих кірки відбувається не стійко та нерівномірно, здійснюється негативний вплив на змащування і виникають напруги у верхній частині кристалізатора на меніску або поблизу нього. Всі ці ефекти посилюються за більш високих швидкостей розливу. Тому при використанні відомих занурених стаканів необхідно зменшувати швидкість розливу.

На фіг 17 видно, що роздільник потоку може альтернативно являти собою тупий трикутний клин 32с, робоча кромка якого має вхідний кут 156° , а сторони розміщені під кутами 12° до горизонталі, що, згідно першої німецької заявки 3709188, забезпечує гадані кути відхилення $\pm 78^\circ$. Але дійсні кути відхилення і в цьому випадку складають приблизно $\pm 45^\circ$ і цей занурений стакан має такі ж недоліки, як були змальовані вище.

Показаний на фіг 18 занурений стакан 30 аналогічний зануреному стакану, розкритому у заявці DE 4142447, у якій повідомляється, що гадані кути відхилення знаходяться в інтервалі $10-22^\circ$. Потік із впускної труби 30b надходить до основної перехідної ділянки 34, яка зображена з гаданими кутами відхилення $\pm 20^\circ$, утвореними боковими стінками, що розходяться, 34с і 34f та трикутним роздільни-

ком 32 потоку. За відсутності роздільника 32 потоку еквипотенціал результуючого потоку поблизу впускних вікон 46 і 48 показаний у точці 50. Еквипотенціал 50 має нульову кривизну на центральній ділянці поряд з віссю S труби 30b та максимальну кривизну на його ортогональному перетині з правою і лівою сторонами 34с та 34f зануреного стакану. Маса потоку в центрі має незначне відхилення, і тільки потік поблизу боків має відхилення на $\pm 20^\circ$. За відсутності роздільника потоку середнє відхилення у вікнах 46 і 48 буде менше $1/4$, можливо $1/5$, або 20% від гаданого відхилення $\pm 20^\circ$.

Якщо тимчасово знехтувати тертям стінок, то 64а буде сумарним вектором та лінією току, які характеризуватимуть потік поряд з лівим боком 34f зануреного стакану, а 66а буде сумарним вектором і лінією току, що характеризують потік поруч з правою стороною 34с зануреного стакану. Вихідна точка і напрямок лінії току відповідають вихідній точці і напрямку вектора, а довжина лінії току відповідає довжині вектора. Природно, що лінії току 64а і 66а зникають в турбулентності між рідиною в кристалізаторі і рідиною, яка виходить з зануреного стакану 30. Якщо вставлено короткого роздільника потоку 32, то він діє, переважно, як зрізане тіло у двовірному потоці. Вектори-лінії току 64 і 66 поблизу цього тіла мають більш високу швидкість, ніж вектори-лінії току 64а і 66а. Природно, що лінії току 64 і 66 зникають у струмені з низьким тиском після роздільника потоку 32. Цей струмінь з низьким тиском повертає потік поряд з роздільником 32 донизу. В останній згаданий німецький заявці показаний трикутний роздільник 32, який складає лише 21% довжини основної перехідної ділянки 34. Цього недостатньо, аби забезпечити хоча б приблизні гадані відхилення, оскільки для цього потрібен набагато довший трикутний роздільник та відповідне збільшення довжини основної перехідної ділянки 34. Без значного бокового відхилення розплавлена сталь має тенденцію різко входити до кристалізатора. Це збільшує амплітуду стоячої хвилі, але не за рахунок збільшення висоти меніску на кінцях кристалізатора, а за рахунок збільшення падіння меніску в тій опуклості перед зануреним стаканом та після нього, де потік з зануреного стакану захоплює рідину з цієї частини опуклості та створює від'ємний тиск.

У відомому зануреному стакані зроблено спробу відхилити струмені за рахунок додатних тисків між ними, що забезпечуються роздільником потоку.

У результаті відхилень, які було допущено під час виготовлення зануреного стакану, відсутності сповільнення чи розсіювання потоку перед його розділенням та низькочастотних коливаль потоків, що виходять вікнами 46 і 48, центральна лінія току потоку практично не буде вдаряти по кінчику трикутного роздільника 32 потоку на фіг 18. Замість цього точка повного гальмування буде лежати, переважно, на одному або на іншому боці роздільника 32. Наприклад, якщо точка повного гальмування знаходиться на лівому боці роздільника 32, то виникає ламінарне розділення потоку на правому боці роздільника 32. Утворення пухирців, викликане цим розділенням, зменшує кутове від-

хиплення потоку на правому боці роздільника 32 та вносить додаткову турбулентність в потік, що виходить з вікна 48

В основу даного технічного рішення поставлене завдання створення зануреного стакану, який дозволяє поліпшити поведінку потоку, пов'язану із введенням рідкого металу до кристалізатора через занурений стакан

Наступним завданням винаходу є створення зануреного стакану, в якому сила інерції рідкого металу, що проходить через занурений стакан, ділиться та краще контролюється за рахунок розділення потоку на окремі незалежні струмені в каналі зануреного стакану багатоступінчастим способом

Ще одним завданням винаходу є створення зануреного стакану, який би пом'якшив розділення потоку і тим самим зменшив турбулентність, стабілізував вихідні струмені та забезпечив заданий кут відхилення для незалежних струменів

Винахід також спрямований на створення зануреного стакану для розподілу або сповільнення потоку рідкого металу, який проходить через нього, і, таким чином, для зменшення інерційної сили потоку з метою стабілізації вихідних струменів з зануреного стакану

Завданням винаходу є створення зануреного стакану, в якому відхилення струменів досягається частково за рахунок від'ємних тисків, які діють на зовнішні частини струменів, за рахунок вигнутих секцій з криволінійним кінцем, щоб зробити розподіл швидкості у випускних вікнах більш рівномірним

Ще одна мета винаходу - створити занурений стакан, який має основну перехідну ділянку між круглим поперечним перерізом, що містить осьосиметричний потік, та видовженим поперечним перерізом/ товщина якого менша за діаметр круглого поперечного перерізу, а ширина більша за діаметр круглого поперечного перерізу, що містить потік з площинною симетрією та практично рівномірним розподілом швидкості по всій перехідній ділянці, без урахування тертя зі стінками

Винахід також спрямований на створення зануреного стакану, що має гексагональний поперечний переріз основної перехідної ділянки для підвищення ефективності відхилення потоку на основній перехідній ділянці

Ще одна мета винаходу - створення зануреного стакану, що забезпечує розсіювання між впускною трубкою та випускними вікнами для зменшення швидкості потоку з вікон та зниження турбулентності

Метою винаходу є створення зануреного стакану, що забезпечує розподіл або сповільнення потоку на основній перехідній ділянці між різними поперечними перерізами для зниження швидкості потоку з вікон та підвищення стабільності і рівномірності швидкості ліній току у вікнах

Винахід також вирішує завдання створення зануреного стакану, що має роздільник потоку з закругленою робочою кромкою, який дозволяє змінити точку повного гальмування без розділення потоку

Метою винаходу також є занурений стакан,

який більш ефективно використовує наявний простір у опуклому або короноподібному кристалізаторі та сприяє поліпшенню конфігурації потоку в ньому

Метою винаходу також є занурений стакан з каналом, який має багатогранну внутрішню геометрію, яка забезпечує збільшення площі внутрішнього поперечного перерізу каналу поблизу центральної осі стакану у порівнянні з його краями

Метою винаходу також є створення зануреного стакану, який забезпечує широкий корисний діапазон робочих об'ємів потоку, що пропускається, без погіршення його характеристик

Метою винаходу також є створення зануреного стакану з напрямними перегородками, які розділяють потік на зовнішні струмені та центральний струмінь таким чином, що ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів, що виходять верхніми випускними вікнами, змінюється в залежності від об'єму рідкого металу, який пропускається зануреним стаканом

Метою винаходу також є створення зануреного стакану з напрямними перегородками, які розділяють потік на зовнішні струмені та центральний струмінь таким чином, щоб ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів, що виходять з верхніх випускних вікон, зростає зі збільшенням об'єму рідкого металу, який пропускається через занурений стакан

Перераховані вище та інші завдання винаходу вирішуються у способі та пристрої для пропускання рідкого металу через занурений стакан, що містить видовжений канал, має принаймні одне впускне вікно, принаймні одне верхнє випускне вікно та принаймні одне нижнє випускне вікно Напряму перегородку розміщують поблизу верхнього випускного вікна для розділення потоку рідкого металу, що проходить каналом, принаймні на один зовнішній струмінь та центральний струмінь, причому зовнішній струмінь проходить верхнім випускним вікном, а центральний струмінь проходить повз напрямну перегородку у напрямку нижнього випускного вікна Напряму перегородку виконана з можливістю розподілу частини рідкого металу, розділеної на зовнішній струмінь та центральний струмінь таким чином, що ефективний кут розвантаження зовнішнього струменя, що виходить верхнім випускним вікном, змінюється в залежності від об'єму рідкого металу, який пропускається зануреним стаканом

Бажано, щоб ефективний кут розвантаження зовнішніх струменів збільшувався зі збільшенням об'єму потоку, який пропускається

В бажаному варіанті напрямні перегородки виконані таким чином, щоб близько 15-45%, найбажаніше 25-40% від усього потоку рідини, який проходить зануреним стаканом, виділялися для зовнішніх струменів, та близько 55-85%, найбажаніше 60-75% від усього потоку рідини, який проходить зануреним стаканом, виділялися для центрального струменя

В бажаному варіанті теоретичний кут розвантаження верхніх випускних вікон складає близько 0-25°, найбажаніше близько 7-10° донизу від горизонталі

Занурений стакан може також містити центральну вісь, принаймні одне впускне вікно та принаймні одне випускне вікно, при цьому канал зануреного стакану має збільшену частину для забезпечення у ньому ділянки більшого поперечного перерізу поблизу центральної осі, ніж біля країв каналу.

В бажаному варіанті збільшена частина містить, принаймні дві відхиляючі грані, кожна з яких проходить від точки на площині, яка практично паралельна до центральної осі та перетинається з нею, у напрямку нижнього краю каналу. В бажаному варіанті відхиляючі грані мають верхнє ребро та центральне ребро і принаймні двоє верхніх ребер долучаються одне до одного, утворюючи вершину, переважно спрямовану до впускного вікна. Бажано, щоб центральне ребро кожної відхиляючої грані було більш віддалене від повздовжньої горизонтальної осі зануреного стакану, ніж верхнє ребро відхиляючої грані в горизонтальному поперечному перерізі.

Перераховані вище та інші завдання винаходу вирішуються у способі та пристрої для пропускання рідкого металу зануреним стаканом, що містить повздовжній канал, який має вхідне вікно та принаймні два вихідних вікна. Перша напрямна перегородка розміщена поблизу одного випускного вікна, а друга напрямна перегородка розміщена поблизу другого випускного вікна.

Напрямні перегородки розділюють потік рідкого металу на два зовнішніх струмені та центральний струмінь і відхиляють зовнішні струмені практично в протилежних напрямках. Роздільник потоку, розміщений за напрямними перегородками, розділює центральний струмінь на два внутрішніх струменя та у взаємодії з напрямними перегородками відхиляє ці два внутрішніх струменя практично в тому ж напрямку, в якому відхиляються зовнішні струмені.

Бажано, щоб зовнішні та внутрішні струмені знову об'єднувались перед виходом струменя із принаймні одного випускного вікна або після цього виходу.

В бажаному варіанті напрямні перегородки відхиляють зовнішні струмені під кутом відхилення, приблизно, $20-90^\circ$ від вертикалі. Бажано, щоб напрямні перегородки відхиляли зовнішні струмені під кутом приблизно 30° від вертикалі.

В бажаному варіанті напрямні перегородки відхиляють два внутрішніх струмені у напрямку, що відрізняється від напрямку, у якому відхиляються два зовнішні струмені. Бажано, щоб напрямні перегородки відхиляли два зовнішніх струменя під кутом приблизно 45° від вертикалі та відхиляли два внутрішніх струменя під кутом приблизно 30° від вертикалі.

В подальшому винахід пояснюється детальним описом прикладів його виконання з посиланням на додані креслення, на яких аналогічні деталі мають однакові посилкові позиції.

На фіг 1 зображено вигляд спереду в осьовому перерізі за лінією 1-1 на фіг 2 першого зануреного стакану, що має шестикутну основну перехідну ділянку, що розходиться під невеликим кутом, та помірний вигин на кінці,

фіг 1а - вигляд спереду часткового поперечного перерізу бажаного варіанту роздільника потоку, що має округлену робочу кромку/

фіг 1b - альтернативний вигляд осьового перерізу за лінією 1b-1b на фіг 2b альтернативного варіанту зануреного стакану, який має основну перехідну ділянку, що сповільнює, розсіює та відхиляє вихідні потоки/

фіг 2 - вигляд зліва осьового перерізу за лінією 2-2 на фіг 1,

фіг 2a - осьовий переріз за лінією 2a-2a на фіг 1b,

фіг 3 - поперечний переріз у площині 3-3 на фіг 1 та 2,

фіг 3a - вигляд згори поперечного перерізу в площині 3a-3a на фіг 1b та 2a,

фіг 4 - вигляд згори поперечного перерізу в площині 4-4 на фіг 1 та 2,

фіг 4a - поперечний переріз у площині 4a-4a на фіг 1b та 2a,

фіг 5 - вигляд згори поперечного перерізу в площині 5-5 на фіг 1 та 2,

фіг 5a - поперечний переріз у площині 5a-5a на фіг 1b та 2a,

фіг 6 - вигляд згори поперечного перерізу в площині 6-6 на фіг 1 та 2,

фіг 6a - вигляд згори альтернативного поперечного перерізу в площині 6-6 на фіг 1 та 2,

фіг 6b - вигляд згори поперечного перерізу у площині 6-6 на фіг 13 та 14 і фіг 15 та 16,

фіг 6c - поперечний переріз у площині 6a-6a на фіг 1b та 2a,

фіг 7 - вигляд спереду осьового перерізу другого зануреного стакану, що має перехідну ділянку між круглим та прямокутним перерізами з постійною площею, гексагональну основну перехідну ділянку з малим кутом розходження з розсіюванням та помірний вигин на кінці,

фіг 8 - вигляд зліва осьового перерізу зануреного стакану за фіг 7,

фіг 9 - вигляд спереду осьового перерізу третього зануреного стакану, що має перехідну ділянку між круглим та квадратним перерізами з помірним розсіюванням, гексагональною основною перехідною ділянкою з середнім кутом розходження та постійною площею потоку та малий вигин на кінці,

фіг 10 - вигляд зліва осьового перерізу зануреного стакану за фіг 9,

фіг 11 - вигляд спереду осьового перерізу четвертого зануреного стакану, що має перехідні ділянки між круглим та квадратним перерізами і квадратним та прямокутним перерізами з великим загальним розсіюванням, гексагональну основну перехідну ділянку з великим кутом розходження та з площею потоку, що зменшується, без вигину на кінці,

фіг 12 - вигляд зліва осьового перерізу зануреного стакану за фіг 11,

фіг 13 - вигляд спереду осьового перерізу п'ятого зануреного стакану, аналогічного зануреному стаканові, що зображено на фіг 1, але без прямокутної основної перехідної ділянки,

фіг 14 - вигляд зліва осьового перерізу зануреного стакану за фіг 13,

фіг 15 - вигляд спереду осьового перерізу шостого зануреного стакану, що має прямокутну основну перехідну ділянку з малим кутом розходження та з розсіюванням, мінімальне відхилення потоку на основній перехідній ділянці та великий вигин на кінці,

фіг 16 - вигляд зліва осьового перерізу зануреного стакану за фіг 15,

фіг 17 - вигляд спереду осьового перерізу відомого зануреного стакану,

фіг 17a - вигляд спереду осьового перерізу зануреного стакану, що ілюструє конфігурації потоку в кристалізаторі, які утворюються зануреним стаканом, зображеним на фіг 17,

фіг 17b - вигляд згори поперечного перерізу у криволінійній площині меніску, що показує конфігурації потоку на поверхні, які утворюються зануреним стаканом, зображеним на фіг 17,

фіг 18 - вигляд спереду осьового перерізу ще одного відомого зануреного стакану,

фіг 19 - вигляд осьового перерізу ще одного відомого зануреного стакану,

фіг 20 - частковий вигляд збоку перерізу відомого зануреного стакану за фіг 19,

фіг 21 - вигляд осьового перерізу наступного відомого зануреного стакану,

фіг 22 - вигляд згори за стрілкою A відомого зануреного стакану, зображеного на фіг 21,

фіг 23 - вигляд осьового перерізу альтернативного варіанту зануреного стакану згідно винаходу,

фіг 24 - вигляд поперечного перерізу зануреного стакану, зображеного на фіг 23, за лінією A-A,

фіг 25 - вигляд поперечного перерізу за лінією B-B на фіг 23,

фіг 26 - частковий вигляд збоку осьового перерізу зануреного стакану за фіг 23,

фіг 27 - вигляд збоку осьового перерізу зануреного стакану за фіг 23,

фіг 28 - вигляд осьового перерізу альтернативного варіанту зануреного стакану згідно винаходу,

фіг 29 - вигляд збоку осьового перерізу зануреного стакану за фіг 28,

фіг 30 - вигляд осьового перерізу альтернативного варіанту зануреного стакану згідно винаходу,

фіг 30A - вигляд поперечного перерізу на фіг 30 за лінією A-A на фіг 30,

фіг 30B - вигляд поперечного перерізу на фіг 30 за лінією B-B на фіг 30,

фіг 30C - вигляд поперечного перерізу за лінією C-C на фіг 30,

фіг 30D - вигляд поперечного перерізу за лінією D-D на фіг 30,

фіг 30EE - частковий вигляд у площині випускного вікна зануреного стакану, зображеного на фіг 30, за стрілкою EE,

фіг 31 - вигляд збоку осьового перерізу зануреного стакану за фіг 30,

фіг 32 - вигляд осьового перерізу альтернативного варіанту зануреного стакану згідно винаходу,

фіг 32A - вигляд поперечного перерізу за лінією A-A на фіг 32,

фіг 32B - вигляд поперечного перерізу за лінією B-B на фіг 32,

фіг 32C - вигляд поперечного перерізу за лінією C-C на фіг 32,

фіг 32B - вигляд поперечного перерізу за лінією D-D на фіг 32,

фіг 32E - вигляд поперечного перерізу за лінією E-E на фіг 32,

фіг 33 - вигляд збоку осьового перерізу зануреного стакану за фіг 32,

фіг 34A - вигляд осьового перерізу зануреного стакану за фіг 32, що ілюструє ефективні кути розвантаження / вихідних струменів за малого об'єму потоку, який пропускається,

фіг 34B - вигляд осьового перерізу зануреного стакану за фіг 32, що ілюструє ефективні кути розвантаження вихідних струменів за середнього об'єму потоку, який пропускається,

фіг 34C - вигляд осьового перерізу зануреного стакану за фіг 32, що ілюструє ефективні кути розвантаження вихідних струменів за великого об'єму потоку, який пропускається,

фіг 35 - вигляд осьового перерізу альтернативного варіанту зануреного стакану згідно винаходу,

фіг 35A - вигляд поперечного перерізу за лінією A-A на фіг 35,

фіг 35B - вигляд поперечного перерізу за лінією B-B на фіг 35,

фіг 35C - вигляд поперечного перерізу за лінією C-C на фіг 35,

фіг 35D - вигляд поперечного перерізу за лінією D-D на фіг 35,

фіг 35E - вигляд поперечного перерізу за лінією E-E на фіг 35,

фіг 35QQ - частковий вигляд у площині верхнього випускного вікна зануреного стакану, зображеного на фіг 35, за стрілкою QQ,

фіг 35RR - частковий вигляд у площині верхнього випускного вікна зануреного стакану, зображеного на фіг 35, за стрілкою RR,

фіг 36 - вигляд збоку осьового перерізу зануреного стакану за фіг 35,

На фіг 1b та 2a зображений занурений стакан, позначений в цілому позицією 30. Верхній кінець зануреного стакану має впускну горловину 30a, яка закінчується круглою трубою або каналом 30b, що проходить донизу, як показано на фіг 1b та 2a. Вісь трубчастої секції 30b приймається за вісь 8 зануреного стакану. Трубчаста секція 30b закінчується у площині 3a-3a, яка, як виглядає з фіг 3a, має круглий поперечний переріз. Далі потік надходить до основної перехідної ділянки, позначеної загальною позицією 34 та бажано має чотири стінки 34a-34d. Бокові стінки 34a та 34b розходяться під деяким кутом від вертикалі. Передні стінки 34c та 34d сходяться із задніми стінками 34a та 34b. Зрозуміло, що перехідна ділянка 34 може мати будь-яку форму або поперечний переріз з площинною симетрією і не є обмежена формою, що має таку ж кількість стінок (чотири чи шість) або такі ж площини поперечного перерізу, як описано в матеріалах заявки, важливо тільки, щоб на перехідній ділянці 34 практично круглий поперечний переріз змінювався на по суті видовжений поперечний

переріз з площинною симетрією, див. фіг 3а, 4а, 5а, 6с

В кінчному двовимірному розсіювачі прийнято обмежувати вхідний кут конуса до приблизно 8° задля виключення надмірних втрат тиску за початкового розділення потоку. Відповідно, в однорозмірному прямокутному розсіювачі, в якому одна пара протилежних боків паралельна, інша пара протилежних боків має розходитися за вхідних кутів не більших від 16° , тобто $+8^\circ$ від осі для однієї стінки та -8° від осі для протилежної стінки. Наприклад, на розсіюючій основній перехідній ділянці 34, показаній на фіг 1b, середнє сходження передніх стінок на $2,65^\circ$ та розходження бокових стінок на $5,2^\circ$ дає еквівалентне однорозмірне розходження бокових стінок приблизно на $10,4-5,3=5,1^\circ$, що менше ніж межа 8° .

На фіг 4а, 5а та 6с показані поперечні перерізи, узяті у відповідних площинах 4а-4а, 5а-5а та 6с-6с на фіг 1b та 2а, які відповідно розміщені під площиною 3а-3а. На фіг 4а показані чотири кути, що виступають, з великим радіусом, на фіг 5а - чотири кути, що виступають, з середнім радіусом, та на фіг 6с - чотири кути, що виступають, з малим радіусом.

Роздільник 32 потоку розміщений під перехідною ділянкою і таким чином тут утворюються дві осі 35 та 37. Вхідні кути роздільника потоку практично еквівалентні кутові розходження випускних стінок 38 та 39.

Площа у площині 3а-3а більша, ніж площа двох нахилених виходів 35 та 37 і потік з виходів 35 і 37 має меншу швидкість, ніж потік всередині круглої трубчастій секції 30b. Це зниження середньої швидкості потоку зменшує турбулентність, викликану входженням рідини з зануреного стакану до кристалізатора.

Загальне відхилення є сумою відхилення, забезпеченого на основній перехідній ділянці 34, та відхилення, створеного за рахунок розходження вихідних стінок 38 та 39. Було виявлено, що кут загального відхилення, приблизно 30° , є майже оптимальним для безперервного розливу тонких сталевих слябів заввишки 975-1625мм, або 38-64 дюйми та завтовшки 50-60мм. Оптимальний кут відхилення залежить від ширини слябу і в деякій мірі від довжини, ширини та глибини опуклості В кристалізатора. Зазвичай ця опуклість може бути завдовжки 800-1100мм, заввишки 150-200мм та завглибшки 700-800мм.

На фіг 1 та 2 показаний альтернативний варіант зануреного стакану, позначеного в цілому позицією 30. Верхній кінець зануреного стакану містить вхідну горловину 30а, що закінчується круглою трубкою 30b із внутрішнім діаметром 76мм, яка проходить донизу, як показано на фіг 1 та 2. Вісь трубчастій секції 30b приймається за вісь S зануреного стакану. Трубчаста секція 30b закінчується у площині 3-3, яка, як виглядає на фіг 3, має круглий поперечний переріз та площину 4536мм^2 . Далі потік надходить до основної перехідної ділянки, позначеної в цілому позицією 34 і яка бажано має шість стінок 34а-34f. Бокові стінки 34с та 34f розходяться під деяким кутом, бажано, під кутом 10° від вертикалі. Передні стінки 34d та 34е роз-

міщені під малими кутами відносно одна одної, так само, як і задні стінки 34а та 34b. Більш детально це пояснюється нижче. Передні стінки 34d та 34е сходяться із задніми стінками 34а та 34b, кожна під середнім кутом приблизно $3,8^\circ$ від вертикалі.

В кінчному двовимірному розсіювачі прийнято обмежувати вхідний кут конуса до приблизно 8° , щоб виключити надмірну втрату тиску за початкового розділення потоку. Відповідно, в однорозмірному прямокутному розсіювачі, у якому одна пара протилежних стінок паралельна, інша пара протилежних стінок має розходитися під вхідним кутом не більше 16° , тобто $+8^\circ$ від осі для однієї стінки та -8° від осі для протилежної стінки. На розсіюючій основній перехідній ділянці 34, зображений на фіг 1, середнє розходження передньої та задньої стінок на $3,8^\circ$ дає еквівалентне однорозмірне розходження бокових стінок приблизно на $10-3,8=6,2^\circ$, що менше, ніж межа 8° .

На фіг 4,5 та 6 показані поперечні перерізи, узяті у відповідних площинах 4-4, 5-5 та 6-6 на фіг 1 та 2, які відповідно розміщені на відстані 100, 200 та 351,6мм під площиною 3-3. Вхідний кут між передніми стінками 34е та 34d дещо менший за 180° так само, як і вхідний кут між задніми стінками 34а та 34b. На фіг 4 показані чотири кути, що виступають, з великим радіусом, на фіг 5 - чотири кути, що виступають, з середнім радіусом, та на фіг 6 - чотири кути, що виступають, з малим радіусом. Перетин задніх стінок 34а та 34b може мати радіус так само, як і перетин передніх стінок 34d та 34е. Довжина каналу для потоку складає 111,3мм на фіг 4, 146,5мм на фіг 5 та 200мм на фіг 6.

Альтернативно, як показано на фіг 6а, поперечний переріз у площині 6-6 може мати чотири кути, що виступають, з практично нульовим радіусом. Передні стінки 34е та 34d та задні стінки 34а та 34b за лініями перетину простягаються донизу на 17,6мм під площиною 6-6 до вершини 32а роздільника 32 потоку. Таким чином, утворюються два виходи 35 та 37, які відповідно розміщені під кутами $\pm 10^\circ$ відносно горизонталі. Якщо припустити, що перехідна ділянка 34 має гострі кути, що виступають, у площині 6-6, як показано на фіг 6а, то кожний з нахилених виходів буде прямокутним та матиме довжину нахиленої площини 101,6мм і ширину 28,4 мм, що дає загальну площу 5776мм^2 .

Відношення площі у площині 3-3 до площі двох нахилених виходів 35 та 37 складає $\pi/4=0,785$, а швидкість потоку з виходів 35 та 37 складає 78,5% швидкості в круглій трубчастій секції 30b. Це зниження середньої швидкості потоку забезпечує зменшення турбулентності, викликаной входженням рідини з зануреного стакану до кристалізатора. Потік з виходів 35 та 37 надходить до відповідних вигнутих прямокутних трубчастих секцій 38 та 40. У подальшому буде показано, що потік на основній перехідній ділянці 34 переважно розділяється на два струмені з більш високою швидкістю течії поблизу бокових стінок 34с та 34f і з меншими швидкостями поблизу осі. При цьому розуміється, що відхилення потоку у двох протилежних напрямках на основній перехідній ділянці 34 наближається до $\pm 10^\circ$. Вигнуті прямокутні трубки 38 та 40 додатково відхиляють потоки під кута-

ми 20°. Вигнуті секції закінчуються на лініях 39 та 41. Далі йдуть відповідні прямі прямокутні трубчасті секції 42 та 44, які майже вирівнюють розподіл швидкості на виході з вигнутих секцій 38 та 40. Вікна 46 та 48 є виходами відповідних прямих секцій 42 та 44. Бажано, щоб внутрішні стінки 38а та 40а відповідних вигнутих секцій 38 та 40 мали помітний радіус кривизни, краще не набагато менший від половини помітного радіусу кривизни зовнішніх стінок 38b та 40b. Внутрішні стінки 38а та 40а можуть мати радіус 100мм, а зовнішні стінки 38b та 40b будуть мати радіус 201,5мм. Стінки 38b та 40b утворені роздільником 32 потоку, який має гостру робочу кромку із вхідним кутом 20°. Роздільник 32 також утворює стінки 42b та 44b прямих прямокутних секцій 42 та 44.

Зрозуміло, що біля внутрішніх стінок 38а та 40а має місце низький тиск і тому висока швидкість, у той час як біля зовнішніх стінок 38b та 40b має місце високий тиск і, відповідно, низька швидкість. Потрібно зазначити, що цей профіль швидкості у вигнутих секціях 38 та 40 є протилежним профілю у відомих занурених стаканах 17 та 18. Прямі секції 42 та 44 забезпечують високошвидкісний потік з низьким тиском біля внутрішніх стінок 38а та 40а вигнутих секцій 38 та 40 на значну відстань вздовж стінок 42а та 44а, щоб розсіяти потік до нижчої швидкості та вищого тиску.

Загальне відхилення складає $\pm 30^\circ$, куди входить 10° забезпечених на основній перехідній ділянці 34 та 20° забезпечених у вигнутих трубчастих секціях 38 та 40. Було виявлено, що цей загальний кут відхилення є майже оптимальним для безперервного розливу сталевих слябів завширшки 975-1625мм або 38-64 дюйми. Оптимальний кут відхилення залежить від ширини слябу і в деякій мірі від довжини, ширини та глибини опуклості. В кристалізатора. Зазвичай ця опуклість може мати довжину 800-1100мм, ширину 150-200мм та глибину 700-800мм. Зрозуміло, що при перерізі у площині 6-6, показаному на фіг 6, трубчасті секції 38, 40, 42 та 44 будуть не ідеально прямокутними, а лише у загальних рисах. Зрозуміло також, що на фіг 6 бокові стінки 34с та 34f можуть бути переважно напівкруглими без прямої частини. Для більшої ясності перетин задніх стінок 34а та 34b показаний як дуже гострий, майже по прямій. На фіг 2 позиції 340b та 340d являють перетин бокової стінки 34с з відповідними передньою та задньою стінками 34b та 34d, якщо припустити квадратні кути, що виступають, як на фіг 6а. Однак через округлення чотирьох кутів, що виступають, вище площини 6-6 лінії 340b та 340d зникають. Задні стінки 34а та 34b вигнуті у протилежному напрямку відносно одна одної, причому відхилення дорівнює нулю у площині 3-3 та має майже максимальне значення у площині 6-6. Передні стінки 34d та 34е вигнуті ідентичним чином. Стінки 38а та 42а і стінки 40а та 44а можна розглядати як подовження, що розширюються, відповідних бокових стінок 34f та 34с основної, перехідної ділянки 34.

На фіг 1а зображений у збільшеному масштабі роздільник 32 потоку з округленою робочою кромкою. Криволінійні стінки 38b та 40b мають радіус менший на 5мм, наприклад 196,5мм замість

201,5мм. Це забезпечує у даному прикладі товщину близько 10мм, в межах якої можна виконати округлену робочу кромку з достатнім радіусом кривизни, щоб забезпечити необхідний діапазон точок повного гальмування, не викликаючи при цьому ламінарного розділення. Вершина 32b роздільника 32 може мати напівеліптичну форму з вертикальною великою напіввіссю. Бажано, вершина 32b має аеродинамічний профіль, наприклад, у вигляді симетричної секції крила стандарту NACA 0024, до позиції хорди, що складає 30% від максимальної товщини. Відповідно, ширина виходів 35 та 37 може бути збільшена на 1,5-29,9мм заради збереження розміру випускної площі 5776мм^2 .

На фіг 7 та 8 верхня частина круглої трубчастості секції 30b зануреного стакану видалена. У площині 3-3 переріз є круглим. Площина 16-16 знаходиться на відстані 50мм від площини 3-3. Тут поперечний переріз є прямокутним, завдовжки 76мм та завширшки 59,7мм, що знову дає загальну площу 4536мм^2 . Перехідна ділянка 52 між круглим та прямокутним перерізом площин 3-3 та 16-16 може бути відносно короткою, тому що тут не відбувається розсіювання потоку. Перехідна ділянка 52 з'єднана з прямокутною трубкою 54 завширшки 25 мм, яка закінчується у площині 17-17, щоб стабілізувати потік з перехідної ділянки 52 перед надходженням до розсіюючої основної перехідної ділянки 34, яка у даному випадку є повністю прямокутною. Основна перехідна ділянка 34 знову має висоту 351,6мм між площинами 17-17 та 6-6, у якій поперечний переріз може мати ідеальну шестикутну форму, як показано на фіг 6а. Бокові стінки 34с та 34f розходяться під кутом 10° від вертикалі, а передні стінки та задні стінки сходяться під середнім кутом, у даному випадку приблизно $2,6^\circ$ відносно вертикалі. При цьому еквівалентний однорозмірний кут стінок розсіювача буде приблизно $10-2,6=7,4^\circ$, що все ще менше за загальноприйнятий максимум 8° . Прямокутну трубчасту секцію 54 за бажанням можна виключити, тоді перехідна ділянка 52 буде безпосередньо з'єднана з основною перехідною ділянкою 34. У площині 6-6 довжина знову складає 200мм, а ширина суміжних стінок 34с та 34f - 28,4мм. По центральній лінії зануреного стакану ширина дещо більша. Поперечні перерізи у площинах 4-4 та 5-5 аналогічні тим, які показані на фіг 4 та 5, за винятком того, що чотири кута, що виступають, тут є не округленими, а гострими. Задні стінки 34а та 34b і передні стінки 34d та 34е перетинаються за лініями, що сходяться на вершині 32а роздільника 32 потоку у точці, яка лежить на відстані 17,6мм від площини 6-6. Нахилених прямокутних виходів 35 та 37 знову мають довжину нахиленої площини 101,5мм та ширину 28,4мм, що дає загальну випускну площу 5776мм^2 . Вигин передньої стінки 34b та задньої стінки 34d є ясно видимим на фіг 8.

На фіг 7 та 8, так само як на фіг 1 та 2, потоки з виходів 35 та 37 перехідної ділянки 34 проходять відповідними прямокутними поворотними секціями 38 та 40, де відповідні потоки повертаються додатково ще на 20° відносно вертикалі, а потім відповідними прямими прямокутними вирівнюючими

секціями 42 та 44. Потоки з секцій 42 та 44 знову мають спільне відхилення $\pm 30^\circ$ від вертикалі. Робоча кромка роздільника 32 потоку знову має вхідний кут 20° . І у цьому варіанті також бажано, щоб роздільник 32 потоку мав округлену робочу кромку і вершину 32b напівеліптичної форми або аеродинамічного профілю, як на фіг 1а.

На фіг 9 та 10 між площинами 3-3 та 19-19 є перехідна ділянка 56 між круглим та квадратним перерізами з розсіюванням. Площа у площині 19-19 складає $76^2=5776\text{мм}^2$. Відстань між площинами 3-3 та 19-19 дорівнює 75мм, що є еквівалентним конічному розсіювачеві, у якому стінки утворюють кут $3,5^\circ$ з віссю, а загальний вхідний кут між стінками дорівнює $7,0^\circ$. Бокові стінки 34c та 34f перехідної ділянки 34 розходяться під кутом 20° від вертикалі, а задні стінки 34a-34b та передні стінки 34d-34e сходяться таким чином, що утворюють двоє прямокутних випускних вікон 35 та 37, розташованих під кутом 20° до горизонталі. Площина 20-20 лежить на відстані 156,6мм під площиною 19-19. У цій площині довжина між стінками 34c та 34f складає 190мм. Лінії перетину задніх стінок 34a-34b та передніх стінок 34d-34e проходять на 34,6 мм під площину 20-20 до вершини 32а роздільника 32. Кожне нахилене прямокутне випускне вікно 35 та 37 має довжину нахиленої площини 101,1мм та ширину 28,6мм, що дає випускну площу 5776мм^2 , яка дорівнює площі на вході перехідної ділянки у площині 19-19. На перехідній ділянці 34 відсутнє ефективне розсіювання. На виходах 35 та 37 розташовані прямокутні відхиляючі секції 38 та 40, які у такому випадку додатково відхиляють кожний потік тільки на 10° . Робоча кромка роздільника 32 потоку має вхідний кут 40° . За поворотними секціями 38 та 40 розміщуються відповідні прямі прямокутні секції 42 та 44. І в даному випадку внутрішні стінки 38а та 40а секцій 38 та 40 можуть мати радіус 100мм, який дорівнює майже половині радіуса 201,1мм зовнішніх стінок 38b та 40b. Загальне відхилення знову складає $\pm 30^\circ$. Бажано, щоб роздільник 32 потоку мав округлену робочу кромку та вершину (32b) напівеліптичної форми або аеродинамічного профілю за рахунок зменшення радіусів стінок 38b та 40b і, за бажанням, відповідного збільшення ширини виходів 35 та 37.

На фіг 11 та 12 у площині 3-3 поперечний переріз знову круглий, а у площині 19-19 - квадратний. Між площинами 3-3 та 19-19 є перехідна ділянка 56 між круглим і квадратним перерізами з розсіюванням. І у цьому випадку розділення у розсіювачі 56 виключається за рахунок того, що відстань між площинами 3-3 та 19-19 складає 75мм. Площа у площині 19-19 знову дорівнює $76^2=5776\text{мм}^2$. Між площиною 19-19 та площиною 21-21 є однорозмірний розсіювач між квадратним та прямокутним перерізами. У площині 21-21 довжина дорівнює $(4/\pi)76=96,8\text{мм}$, а ширина 76мм, що дає площу 7354мм^2 . Висота розсіювача 58 складає 75мм, а його бокові стінки розходяться під кутами $7,5^\circ$ від вертикалі. На головній перехідній ділянці 34 розходження кожної з бокових стінок 34c та 34f тепер складає 30° від вертикалі. Щоб завадити розділенню потоку за таких великих кутів, перехід-

на ділянка 34 забезпечує сприятливий перепад тиску, оскільки площа випускних вікон 35 та 37 менша за площу на вході 21-21. У площині 22-22, яка лежить на відстані 67,8мм під площиною 21-21, довжина між стінками 34c та 34f складає 175мм. Кожне з нахилених випускних вікон 35 та 37 має довжину нахиленої площини 101,0мм та ширину 28,6мм, що дає випускну площу 5776мм^2 . Лінії перетину задніх стінок 34a та 34b та передніх стінок 34d-34e сягають відстані 50,5мм під площиною 22-22 до вершини 32а роздільника 32. На виходах 35 та 37 перехідної ділянки 34 розміщені дві прямі прямокутні секції 42 та 44. Секції 42 та 44 значно видовжені задля компенсації втрат відхилення на перехідній ділянці 34. У цьому варіанті відсутні проміжні відхиляючі секції 38 та 40 і відхилення знову складає приблизно $\pm 30^\circ$, як на основній перехідній ділянці 34. Роздільник 32 потоку являє собою трикутний клин, який має робочу кромку із вхідним кутом 60° . Бажано, щоб роздільник 32 потоку мав округлену робочу кромку і вершину (32b) напівеліптичної форми або аеродинамічного профілю за рахунок зменшення стінок 42а та 42b назовні та тим самим збільшення довжини основи роздільника 32. Підвищення тиску у розсіювачі 58 дорівнює, якщо знехтувати тертям, падінню тиску, яке має місце на основній перехідній ділянці 34. За рахунок збільшення ширини виходів 35 та 37 швидкість потоку можна додатково зменшити, при цьому все ще забезпечуючи сприятливий перепад тиску на перехідній ділянці 34.

На фіг 11 позицією 52 позначений еквівалентний потенціал потоку поблизу виходів 35 та 37 основної перехідної ділянки 34. Потрібно відзначити, що еквівалентний потенціал 52 проходить ортогонально до стінок 34c та 34f і тут кривизна дорівнює нулю. По мірі наближення еквівалентного потенціалу 52 до центру перехідної ділянки 34 кривизна все більш зростає і набуває максимального значення у центрі перехідної ділянки 34, що відповідає осі S. Шестикутний поперечний переріз перехідної ділянки таким чином забезпечує поворот лінії току на самій перехідній ділянці 34. Вважається, що середня ефективність відхилення на шестикутній основній перехідній ділянці складає більш ніж $2/3$, а можливо навіть $3/4$ або 75% гаданого відхилення, утвореного боковими стінками.

На фіг 1,2,7 та 8 втрата $2,5^\circ$ з 10° на основній перехідній ділянці майже повністю компенсується у вигнутих та прямих секціях. На фіг 9-10 втрата 5° з 20° на основній перехідній ділянці майже повністю компенсується у вигнутих та прямих секціях. На фіг 11-12 втрата $7,5^\circ$ з 30° на основній перехідній ділянці майже повністю компенсується у видовжених прямих секціях.

На фіг 13 та 14 показаний варіант пристрою по фіг 1 та 2, в якому основна перехідна ділянка 34 має лише чотири стінки, з яких задньою стінкою є 34ab, а передньою - 34de. Поперечний переріз у площині 6-6 може бути практично прямокутним, як показано на фіг 6b. Альтернативно цей поперечний переріз може мати гострі кути з нульовим радіусом. Альтернативно бокові стінки 34c та 34f можуть мати напівкруглий поперечний переріз без прямолінійної частини, як показано на фіг 17b.

Поперечні перерізи у площинах 4-4 та 5-5 в основному такі ж, як на фіг 4 та 5, за винятком, звичайно ж, того, що задні стінки 34a та 34b, так само як і передні стінки 34e та 34d, утворюють одну лінію. Обидва виходи 35 та 37 лежать у площині 6-6. Лінія 35a являє нахилений вхід до відхиляючої секції 38, а лінія 37a являє нахилений вхід до відхиляючої секції 40. Роздільник 32 потоку має гостру робочу кромку з вхідним кутом 20° . Відхилення потоку у лівій та правій частинах перехідної ділянки 34 гадано складає 20% від кутів 10° бокових стінок 34c та 34f, або середнє відхилення $\pm 2^\circ$. Нахилени входи 35a та 37a відхиляючих секцій 38 та 40 передбачають, що потік був відхилений на 10° на перехідній ділянці 34. Відхиляючі секції 38 та 40, а також наступні прямолінійні секції 42 та 44 компенсують більшу частину втрати 8° відхилення на перехідній ділянці 34, але при цьому не слід очікувати, що відхилення з вікон 46 та 48 будуть сягати $\pm 30^\circ$. Роздільник 32 бажано має округлену робочу кромку та вершину 32b напівеліптичної форми або аеродинамічного профілю, як на фіг 1a.

На фіг 15 та 16 показаний ще один варіант зануреного стакану, аналогічного показаному на фіг 1 та 2. Перехідна ділянка 34 також має лише чотири стінки, при цьому задньою стінкою є 34ab, а передньою - 34de. Поперечний переріз у площині 6-6 може мати округлені кути, як показано на фіг 6b, або, альтернативно, може бути прямокутним з гострими кутами. Поперечні перерізи у площинах 4-4 та 5-5 практично такі ж, як на фіг 4 та 5, за винятком того, що задні стінки 34a-34b утворюють одну лінію, так само як і передні стінки 34d-34e. Обидва виходи 35 та 37 лежать у площині 6-6. У цьому варіанті винаходу кути відхилення на виходах 35-37 бажано дорівнюють 0° . Кожна з відхиляючих секцій 38 та 40 відхиляє свій відповідний потік на 30° . У цьому випадку, якби роздільник 32 потоку мав гостру робочу кромку, то вона б виглядала як точка загострення з вхідним кутом 0° , що є практично невиконаним. Тому стінки 38b та 40b мають зменшений радіус, щоб можна було закруглити робочу кромку роздільника 32 потоку та надати вершині 32b напівеліптичний або аеродинамічний профіль. Загальне відхилення складає $\pm 30^\circ$ і забезпечується лише відхиляючими секціями 38 та 40. Випускні вікна 46 та 48 прямих секцій 42 та 44 розміщені під кутом менше 30° від горизонталі, що складає відхилення потоку від вертикалі.

Стінки 42a та 44a значно довші, ніж стінки 42b та 44b. Оскільки перепад тиску біля стінок 42a та 44a є несприятливим, для розсіювання передбачена більша довжина. Прямі секції 42 та 44 показані на фіг 15-16 можна використовувати у варіантах на фіг 1-2, 7-8, 9-10 та 13-14. Такі ж прямі секції можна також використовувати у варіанті на фіг 11-12, але у цьому випадку їхні переваги не будуть настільки великими. Слід відзначити, що для першої третини відхиляючих секцій 38 та 40 стінки 38a та 40a забезпечують менше гадане відхилення, ніж відповідні бокові стінки 34f та 34c. Але нижче цієї ділянки стінки, що розширюються, 38a та 40a і стінки, що розширюються, 42a та 44a забезпечують більше гадане відхилення, ніж боко-

ві стінки 34f та 34c.

У первинній конструкції, аналогічній фіг 13 та 14, яка була виготовлена і пройшла успішні випробування, кожна з бокових стінок 34c та 34f мала кут відхилення від вертикалі $5,2^\circ$, а кожна з задньої стінки 34ab та передньої стінки 34de сходила під кутом $2,65^\circ$ від вертикалі. У площині 3-3 поперечний переріз потоку був круглим з діаметром 76мм. У площині 4-4 поперечний переріз потоку був завдовжки 95,6мм та завширшки 66,5 мм з радіусами 28,5мм для чотирьох кутів. У площині 5-5 поперечний переріз був завдовжки 115мм та завширшки 57,5мм з радіусами 19мм на кутах. У площині 6-6, яка була розміщена на відстані 150мм, а не 151,6мм, під площиною 5-5, поперечний переріз був завдовжки 144мм та завширшки 43,5мм з радіусами 5мм на кутах, а площа потоку була 6243мм^2 . Відхиляючі секції 38 та 40 були відсутні. Стінки 42a та 44a прямих секцій 40 та 42 перетинали відповідні бокові стінки 34f та 34c у площині 6-6. Стінки 42a та 44a знову розходилися на кут 30° від вертикалі і простягалися на 95мм донизу під площину 6-6 до сьомої горизонтальної площини. Гостра робоча кромка трикутного роздільника 32 потоку з вхідним кутом 60° (як на фіг 11) була розміщена у цій сьомій площині. Основа роздільника знаходилася на відстані 110мм під сьомою площиною. Кожне випускне вікно 46 та 48 мало довжину нахиленої площини 110мм. Було виявлено, що верхні частини вікон 46 та 48 мають бути занурені принаймні на 150мм під меніск. За швидкості розливу 3,3т за хвилину і за ширини слябу 1334мм висота стоячих хвиль складала усього 7-12мм, на меніску не виникало поверхневих завихрень, ніяких коливань не було помічено за ширини кристалізатора менше 1200мм, а за більшої ширини коливання, що виникали, були мінімальними. Припускається, що ці мінімальні коливання за великої ширини кристалізатора можуть виникати внаслідок розділення потоку на стінках 42a та 44a з причини надзвичайно різкого відхилення на кінцях та внаслідок розділення потоку нижче гострої робочої кромки роздільника 32 потоку. У цій первинній конструкції сходження передніх та задніх стінок 34ab та 34de під кутом $2,65^\circ$ продовжувалося у видовжених прямолінійних секціях 42 та 44. Тому ці секції були виконані не прямокутними з кутами, що мають радіус 5мм, а злегка трапецевидними, при цьому верхня частина опуклих вікон 46 та 48 була завширшки 35 мм, а їхня нижня частина була завширшки 24,5мм. Секцію, що має злегка трапецевидну форму, можна вважати, по суті, прямокутною.

На фіг 23-29 показані альтернативні варіанти винаходу. Ці занурені стакани подібні до стаканів, змальованих вище, але містять напрямні перегородки 100-106 для реалізації кількох ступенів розділення потоку на окремі струмені з незалежним відхиленням цих струменів всередині зануреного стакану. Але при цьому зрозуміло, що напрямні перегородки не обов'язково використовувати тільки у занурених стаканах згідно винаходу, їх можна також використовувати у будь-яких відомих занурених стаканах із зануреним входом з метою реалізації кількох ступенів розділення потоку на окре-

мі струмені з незапеченим відхиленням цих струменів всередині зануреного стакану

На фіг 23-27 показаний занурений стакан 30 згідно винаходу, наприклад, занурений стакан, що має перехідну секцію 34, котра є перехідною ділянкою між осовою симетрією та площинною симетрією всередині цієї секції з метою розсіювання або сповільнення потоку і тим самим зменшення інерційної сили потоку, що виходить з зануреного стакану 30. Після того як потік металу пройде перехідною секцією 34, він зустрічає напрямні перегородки 100, 102 розміщені всередині зануреного стакану 30. Бажано, щоб напрямні перегородки були розміщені таким чином, щоб верхні краї 101, 103 напрямних перегородок 100, 102, відповідно, знаходилися вище за випускні вікна 46, 48. Нижні краї 105 та 107 напрямних перегородок 100, 102, відповідно, можуть бути вище за випускні вікна 46, 48, але це є лише бажаним, проте не обов'язковим.

Направні перегородки 100, 102 слугують для розсіювання рідкого металу, що проходить зануреним стаканом 30 багатоступінчастим способом. Спочатку напрямні перегородки ділять потік на три окремі струмені 108, 110 та 112. Струмені 108 та 112 вважаються зовнішніми струменями, а струмінь 110 - центральним струменем. Направні перегородки 100 та 102 мають, відповідно, верхні поверхні 114 та 116 та нижні поверхні 118 та 120. Направні перегородки 100, 102 викликають незалежне відхилення двох зовнішніх струменів 108 та 112 у протилежних напрямках верхніми поверхнями 114, 116.

Направні перегородки 100 та 102 мають бути виконані та розміщені таким чином, щоб забезпечити кут відхилення приблизно $20-90^\circ$, бажано 30° , від вертикалі. Центральний струмінь 110 розсіюється нижніми поверхнями, що розходяться, 118 та 120 перегородок. Далі центральний струмінь 110 ділиться розділювачем 32 потоку на два внутрішні струмені 122, 124, які спрямовані у протилежні боки під кутами, що співпадають з кутами відхилення зовнішніх струменів 108 та 112, наприклад, $20-90^\circ$, бажано 30° , від вертикалі.

В силу того, що два внутрішні струмені відхиляються у протилежні боки під кутами, що співпадають з кутами відхилення зовнішніх струменів 108 та 112, зовнішні струмені 108 та 112 далі знову об'єднуються, відповідно, з внутрішніми струменями 122, 124, тобто - зі своїми відповідними струменями, всередині зануреного стакану 30, раніше ніж ці струмені розплавленого металу вийдуть з зануреного стакану 30 і потраплять до кристалізатора.

Зовнішні струмені 108, 112 знову об'єднуються, відповідно, з внутрішніми струменями 122, 124 всередині зануреного стакану 30 ще з однієї причини. Ця причина полягає в тому, що нижні краї 105, 107 напрямних перегородок 100, 102 знаходяться вище за випускні вікна 46, 48, тобто не повністю входять у випускні вікна 46, 48, таким чином зовнішні струмені 108, 112 фізично не розділяються з внутрішніми струменями 122, 124 раніше, ніж ті вийдуть з зануреного стакану 30.

На фіг 28-29 показаний альтернативний варі-

ант зануреного стакану 30 згідно винаходу. У цьому варіанті верхні краї 130, 132, але не нижні краї 126, 128 напрямних перегородок 104, 106 розміщені вище за випускні вікна 46, 48. Таким чином забезпечується повне розділення зовнішніх струменів 108, 112 та внутрішніх струменів 122, 124 всередині зануреного стакану 30. Крім того, в цьому варіанті кути відхилення зовнішніх струменів 108, 112 та внутрішніх струменів 122, 124 не співпадають. В підсумку зовнішні струмені 108, 112 та внутрішні струмені 122, 124 не об'єднуються всередині зануреного стакану 30.

Бажано, щоб напрямні перегородки 104, 106 та розділювач 32 потоку були виконані і розміщені таким чином, щоб зовнішні струмені 108, 112 відхилялися під кутом 45° від вертикалі, а внутрішні струмені 122, 124 відхилялися під кутом 32° від вертикалі. В залежності від потрібного розподілу потоку у кристалізаторі цей варіант дозволяє незалежно регулювати кути відхилення зовнішніх та внутрішніх струменів.

На фіг 30 та 31 показаний наступний альтернативний варіант здійснення винаходу. Роздвоєний занурений стакан 140 має двоє випускних вікон 146 та 148 і є подібним до інших варіантів зануреного стакану згідно винаходу. Однак занурений стакан 140, зображений на фіг 30 та 31, має багатогранну або «зворотно ромбовидну» внутрішню геометрію, яка збільшує площу поперечного перерізу зануреного стакану за його центральною віссю або центральною лінією CL, ніж за його краями.

Поблизу нижнього краю або випускного кінця перехідної секції 134 зануреного стакану 140 двоє кутових суміжних ребер проходять донизу від центру кожної з внутрішніх поверхонь зануреного стакану 140 у напрямку верхніх частин випускних вікон 146 та 148. Ребра 142, бажано/ утворюють вершину 143 між секціями B-B та C-C, спрямовану в бік випускного вікна 141, та містять верхні ребра внутрішніх відхиляючих граней 144a та 144b. Ці відхиляючі грані 144a та 144b створюють зворотно спрямовану ромбовидну внутрішню геометрію зануреного стакану 140. Вони сходяться на центральному ребрі 143a і розширюються назовні у напрямку випускних вікон 146, 148 від центрального ребра 143a.

Верхні ребра 142, бажано, співпадають з кутом розвантаження випускних вікон 146 та 148, цим самим сприяючи відхиленню потоку металу на теоретичний кут розвантаження випускних вікон 146 та 148. Кут розвантаження випускних вікон 146 та 148 має складати $45-80^\circ$ донизу від горизонталі. Бажано, щоб розвантажувальний кут складав близько 60° донизу від вертикалі.

Співпадіння верхніх ребер 142 з розвантажувальним кутом випускних вікон 146 та 148 зменшує розділення потоку у верхній частині випускних вікон розділення від ребер бокових стінок, коли потік наближається до випускних вікон. Крім того, як ясно виглядає на фіг 30, 30C та 30D, відхиляючі грані 144a та 144b більш віддалені від позаддовжньої осі LA на центральному ребрі 143a, ніж на верхньому ребрі 142 в одному і тому ж горизонтальному поперечному перерізі. В підсумку забезпе-

чується більша внутрішня площа поперечного перерізу поблизу центральної осі зануреного стакану, ніж біля ребер

Як показано на фіг 30ЕЕ, за рахунок зворотно спрямованої ромбовидної внутрішньої геометрії ширина випускних вікон 146 та 148 в нижній частині вікна більша, ніж у верхній частині, тобто більша біля роздільника 149 потоку, якщо такий є в наявності. В підсумку зворотно спрямована ромбовидна конфігурація вікна більш природно співпадає з динамічним розподілом тиску потоку у зануреному стакані 140 на ділянці випускних вікон 146 та 148 і цим самим забезпечує більш стабільні вихідні струмені.

На фіг 32-34 показаний наступний альтернативний варіант винаходу. Занурений стакан 150 на фіг 32-34 є подібним до інших варіантів виконання запропонованого зануреного стакану. Але занурений стакан 150 виконаний таким чином, щоб розділяти об'єм потоку, який розподіляється між верхнім та нижнім випускними вікнами 153 та 155 відповідно та утворювати перемінні ефективні кути розвантаження верхніх випускних струменів, що виходять з верхніх випускних вікон 153, в залежності від об'єму рідкого металу, що пропускається зануреним стаканом 150.

Як показано на фіг 32 та 33, занурений стакан 150, бажано, містить кілька ступенів розділення потоку, як у варіантах зануреного стакану, змальованих вище. Занурений стакан 150 містить напрямні перегородки 156, які у взаємодії з нижніми поверхнями 160а бокових стінок 160 та верхніми поверхнями 158а напрямних перегородок 156 утворюють верхні випускні канали 152, які ведуть до верхніх випускних вікон 153.

Занурений стакан 150 може факультативно містити нижній роздільник 158 потоку, розміщений практично вздовж центральної лінії CL зануреного стакану 150 та нижче за перегородки 156 у напрямку потоку через занурений стакан. За допомогою нижнього роздільника 158 потоку нижні поверхні 156b напрямних перегородок 156 та верхні поверхні 158а нижнього роздільника 158 потоку утворюють нижні випускні канали 154, які ведуть до нижніх випускних вікон 155.

Бокові стінки 160, напрямні перегородки 156 та роздільник 158 потоку, бажано, виконані таким чином, що теоретичний кут розвантаження верхніх випускних вікон відхиляється від теоретичного кута розвантаження нижніх випускних вікон принаймні на 15° . Бажано, бокові стінки 160 та напрямні перегородки 156 утворюють верхні випускні вікна 153 з теоретичними кутами розвантаження близько $0-25^\circ$, найбажаніше, близько $7-10^\circ$, донизу від горизонталі. Направні перегородки 156 та роздільник 158 потоку, бажано, утворюють нижні випускні вікна 155 з теоретичним кутом розвантаження близько $45-80^\circ$, найбажаніше, близько $60-70^\circ$, донизу від горизонталі.

Якщо занурений стакан 150 не містить роздільника 158 потоку, то він буде мати одне нижнє розвантажувальне вікно 155 (не показане), утворене нижніми поверхнями 156b напрямних перегородок 156. Нижнє випускне вікно 155 при цьому буде мати теоретичний кут розвантаження при-

близно $45-80^\circ$.

Як виглядає на фіг 32-34, на практиці напрямні перегородки 156 спочатку розділяють потік рідкого металу, що проходить каналом 151, на три окремі потоки: два зовнішні та один центральний. Два зовнішні потоки відхиляються верхніми випускними вікнами 153 на теоретичний кут розвантаження приблизно $0-25^\circ$ донизу від горизонталі і в протилежних напрямках від центральної лінії CL. Ці зовнішні потоки розвантажуються з верхніх випускних вікон 153 у вигляді верхніх випускних струменів до кристалізатора.

Тим часом центральний потік продовжує свій рух донизу каналом 151 та поміж напрямними перегородками 156. Цей центральний струмінь далі розділюється нижнім роздільником 158 потоку на два внутрішні струмені, які відхиляються у протилежні боки від центральної лінії CL зануреного стакану 150 у відповідності з кривизною нижніх поверхонь 156b напрямних перегородок 156 та верхніх поверхонь 158а нижнього роздільника 158 потоку.

Кривизна або форма верхніх поверхонь 158а напрямних перегородок 156 або форма самих перегородок 156 має бути достатньою, щоб спрямувати два зовнішні струмені під теоретичним кутом розвантаження верхніх випускних вікон 153 приблизно $0-25^\circ$ від горизонталі, хоча бажано, щоб ці кути були приблизно $7-10^\circ$. Крім того, конфігурація або форма

нижніх поверхонь 160а бокових стінок та напрямних перегородок 156, включно з кривизною або нахилом верхніх поверхонь 156а, мають бути достатніми, щоб зберегти практично постійну площу поперечного перерізу верхніх випускних каналів 152 до верхніх випускних вікон 153.

• Кривизна або форма нижніх поверхонь 156b напрямних перегородок 156 та верхніх поверхонь 158а роздільника 158 потоку має бути достатньою, щоб спрямувати два внутрішні струмені під теоретичним кутом розвантаження нижніх випускних вікон 155 приблизно $45-80^\circ$ донизу від горизонталі, бажано приблизно $60-70^\circ$. Це істотно розбігається з бажаним теоретичним кутом розвантаження, приблизно $7-10^\circ$, верхнього випускного вікна 153.

Положення робочих кромок 156с перегородок 156 відносно поперечного перерізу каналу зануреного стакану безпосередньо над робочими кромками 156с (див., наприклад, фіг 32Е) визначає теоретичну частину, яка розділяється на зовнішні струмені та центральний струмінь. Бажано, щоб напрямні перегородки 156 були розміщені з можливістю забезпечення симетричного розділення потоку (тобто еквівалентного потоку в кожному із зовнішніх струменів, які проходять верхніми випускними вікнами 153).

Бажано, щоб частина загального потоку, яка виділяється для центрального струменя, була більшою, ніж для зовнішніх струменів. Зокрема, є сенс виконати занурений стакан 150 та розмістити робочі кромки 156с напрямних перегородок 156 відносно поперечного перерізу каналу зануреного стакану безпосередньо над робочою кромкою 156с таким чином, щоб приблизно 15-45%, бажано близько 25-40% усього потоку, який проходить зану-

реним стаканом 150, припадало на два зовнішніх струмені верхніх випускних вікон 153, а решта 55-85%, бажано близько 60-75% усього потоку припадало на центральний струмінь, який розвантажуються у вигляді двох внутрішніх струменів нижніми випускними вікнами 155 (або одного центрального струменя нижнім випускним вікном, якщо занурений стакан 150 не містить роздільника 158 потоку). Розділення потоку між верхніми та нижніми випускними вікнами 153 та 155 таким чином, щоб нижні випускні вікна 155 приймали більшу частину потоку, ніж верхні випускні вікна 153, як було змалювано вище, також забезпечує залежність ефективного кута розвантаження потоку, що виходить випускними вікнами 153, від загального об'єму потоку, який пропускається.

На фіг 34А-34С проілюстровані зміни ефективного кута розвантаження випуску вихідних струменів через верхні та нижні випускні вікна в залежності від об'єму потоку, який пропускається. На фіг 34А-34С показані ефективні кути розвантаження вихідних струменів за, відповідно, малого, середнього та великого об'ємів потоку, що пропускається зануреним стаканом 150. Наприклад, за малого об'єму потоку, що пропускається, швидкість складає менше або біля 1,5-2т/хв, за середнього - 2-3т/хв, а за великого - близько трьох чи більше т/хв.

За малого об'єму потоку, що пропускається, як показано на фіг 34А, вихідні струмені з верхніх випускних вікон 153, показані стрілками 162, не залежать від нижніх випускних струменів, показаних стрілками 164, і практично досягають теоретичного кута розвантаження верхніх випускних вікон 153 (бажано близько 7-10° від горизонталі).

Зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається, як показано на фіг 34В та 34С, верхні випускні струмені 162 опускаються донизу від центральної лінії CL зануреного стакану 150 за рахунок більш високого імпульсу, пов'язаного з нижніми випускними струменями 164, які виходять нижніми випускними вікнами 155. Таким чином, ефективний кут розвантаження верхніх випускних струменів 162 зростає у порівнянні з теоретичним кутом розвантаження (більший кут донизу від горизонталі) зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається. Ефективні кути розвантаження верхніх випускних струменів 162 також менше розходяться з кутом розвантаження нижніх випускних струменів зі збільшенням об'єму потоку, що пропускається.

Зі збільшенням потоку, що пропускається, як показано на фіг 34В та 34С, нижні випускні струмені 164, які виходять нижніми випускними вікнами 155, також злегка змінюються. Нижні випускні струмені 164 відхиляються злегка догори від центральної лінії CL зануреного стакану 150.

Таким чином, ефективний кут розвантаження нижніх вихідних струменів 164 злегка зменшується відносно теоретичного кута розвантаження (менший кут донизу від горизонталі) зі збільшення потоку, що пропускається. Слід відзначити, що, згідно винаходу, точні значення малого, середнього та великого об'ємів потоку, що пропускається, не мають особливого значення. Необхідно лише, щоб за будь-яких значень ефективний кут розвантаження

верхніх вихідних струменів збільшувався відносно теоретичного кута розвантаження (більший кут донизу від горизонталі) зі збільшенням потоку, що пропускається.

Зміна ефективного кута розвантаження верхніх випускних вікон 162 разом зі швидкістю потоку, що пропускається, має великі переваги. За малого потоку, що пропускається, бажано рівномірно подавати гарячий рідкий метал, який надходить, до ділянки меніску рідини у кристалізаторі, щоб забезпечити відповідне теплоперенесення на порошок кристалізатора з метою правильного змашування. Мілкий ефективний кут розвантаження верхніх вихідних струменів 162 за малого потоку, що пропускається, виконує це завдання. І навпаки, за великого об'єму потоку, що пропускається, енергія перемішування, яка передається вихідними струменями до кристалізатора, є значно вищою. Таким чином, при цьому значно зростає потенційна можливість надмірної турбулентності та/або порушення меніску у рідині всередині кристалізатора. Більш крутий чи більш спрямований донизу ефективний кут розвантаження верхніх вихідних струменів 162 за більшого потоку, що пропускається, ефективно знижує турбулентність чи порушення меніску. Таким чином, занурений стакан 150 по фіг 32-34 покращує передачу та правильний розподіл рідкого металу у кристалізаторі в значному діапазоні об'ємів потоку, що пропускається зануреним стаканом 150.

На фіг 35 та 36 показаний ще один альтернативний варіант винаходу. Занурений стакан 170, показаний на фіг 35 та 36, поєднує в собі ознаки зануреного стакану 140 по фіг 30-31 та зануреного стакану 150 по фіг 32-34. Багатогранний занурений стакан 140 зі зворотно спрямованою ромбовидною внутрішньою геометрією, показаний на фіг 30-31, реалізований у зануреному стакані 170 таким чином, що верхні ребра 172 відхиляючіхся граней 174 вирівняні з теоретичним кутом розвантаження нижніх випускних вікон 176, тобто, близько 45-80° донизу від горизонталі, найбажаніше близько 60-70°. Таким чином, відхиляючі грані 174 виконані практично в безпосередній близькості до центрального струменя, який проходить між напрямними перегородками 178. Зворотно спрямована ромбовидна внутрішня геометрія забезпечує більш плавний поворот та розділення центрального струменя у напрямку кутів розвантаження нижніх випускних вікон 176 без розділення потоку по нижнім поверхням 178а напрямних перегородок 178. Як показано на фіг 35КК, нижній випускний отвір 176 бажано виконаний ширшим у напрямку до нижнього боку, ніж догори, тобто ширше поблизу роздільника 180 потоку. Як показано на фіг 35<20, верхнє випускне вікно 182, бажано, виконане ширшим догори, ніж знизу, тобто має більшу ширину поблизу нижніх поверхонь 184а бокових стінок 184. Крім того, як і у випадку зануреного стакану 150, зображеного на фіг 32-34, потік через занурений стакан 170, бажано, розлінюється напрямними перегородками 178 на струмені, які проходять верхніми та нижніми випускними вікнами 182 та 176, відповідно, і потік через занурений стакан 170 бажано розділюється таким чином, щоб змінювати

ефективний кут розвантаження струменів, що виходять верхніми випускними вікнами, в залежності від об'єму потоку, який пропускається.

Ефективний кут розвантаження верхніх випускних вікон 182 буде змінюватися аналогічно тому, як це відбувається у зануреному стакані 150, показаному на фіг 34А-34С. Але в результаті багатогранної зворотно ромбовидної внутрішньої геометрії зануреного стакану 170 утворюються більш плавні струмені на виході з нижніх випускних вікон 176 за великого об'єму потоку, що пропускається, з меншою зміною ефективного кута розвантаження, при цьому також краще контролюються зміни меніску, викликані утворенням хвиль та турбулентністю у кристалізаторі, у порівнянні з зануреним стаканом 150.

Крім того, багатогранна зворотно спрямована ромбовидна внутрішня геометрія зануреного стакану 170 підвищує ефективність виділення більшої частини потоку для нижніх випускних вікон 176 у порівнянні з верхніми випускними вікнами 182. Зворотно спрямована ромбовидна внутрішня геометрія, бажано, реалізується таким чином, щоб близько 15-45%, бажано близько 25-40%, усього потоку виходила верхніми випускними вікнами 182, а близько 55-85%, бажано близько 60-75%, усього потоку виходило нижніми випускними вікнами 176, або одним випускним вікном 176, якщо занурений стакан 170 не має роздільника 180 потоку.

З усього цього витікає, що принаймні деякі з завдань винаходу були вирішені. За рахунок забезпечення розсіювання потоку та сповільнення його швидкості між впускною трубою та випускними вікнами зменшується швидкість потоку з вікон, досягається практично рівномірний розподіл швидкості за довжиною і шириною вікон, зменшуються коливання стоячих хвиль у кристалізаторі. Відхилення двох протилежно спрямованих струменів досягається за рахунок наявності роздільника потоку, який розміщений нижче за перехідну ділянку між осью симетрії та площинною симетрії. Шляхом розсіювання та сповільнення потоку на перехідній ділянці можна забезпечити загальне відхилення струменя приблизно на $\pm 30^\circ$ від вертикалі, за стабільного виходу потоків з рівномірною швидкістю.

Крім того, відхилення двох протилежно спрямованих струменів можна частково забезпечувати за рахунок створення від'ємних тисків у зовнішніх частинах струменів. Ці від'ємні тиски створюються частково за рахунок збільшення кутів розходження бокових стінок нижче за основну перехідну ділянку. Відхилення може забезпечуватися вигнутими секціями, внутрішній радіус яких складає значну частку

зовнішнього радіуса. Відхилення потоку на основній перехідній ділянці як такий може досягатися за рахунок забезпечення перехідної ділянки шестигнутим поперечним перерізом, що має відповідні пари передніх і задніх стінок, які перетинаються під вхідними кутами меншими за 180° . Роздільник потоку має округлену робочу кромку з радіусом кривизни достатнім, щоб виключити відхилення точки повного гальмування внаслідок конструкції

або незначного коливання потоку, викликаного розділенням потоку на робочій кромці, що проходить переважно донизу.

Занурені стакани, зображені на фіг 23-28, покращують поведінку потоку, пов'язану з підведенням рідкого металу до кристалізатора через занурений стакан. У відомих занурених стаканах великі інерційні сили рідкого металу, який проходить до каналу зануреного стакану, призводять до розділення потоку на ділянці випускних вікон, що зумовлює високу швидкість та утворення нестабільних турбулентних струменів, які не досягають своїх гаданих кутів відхилення.

За використання занурених стаканів, зображених на фіг 23-28, сила інерції ділиться та краще контролюється за рахунок розділення потоку на окремі та незалежні струмені у каналі зануреного стакану багатоступінчастим способом. Це призводить до пом'якшення потоку та зменшення турбулентності, стабілізує вихідні струмені та забезпечує заданий кут відхилення.

Крім того, занурені стакани, зображені на фіг 28-29, забезпечують можливість досягнення незалежних кутів відхилення для зовнішніх і внутрішніх струменів. Ці занурені стакани особливо придатні для технологій розливу, у яких кристалізатори мають обмежену геометрію. В таких випадках бажано розподіляти рідкий метал більш розсіяним чином.

У занурених стаканах/ зображених на фіг 30-31, реалізована багатогранна внутрішня геометрія, за якої канал зануреного стакану має більшу товщину за його центральною лінією, ніж на ребрах, що створює зворотно спрямовану ромбовидну внутрішню геометрію. В підсумку у каналі зануреного стакану можна створити більш відкриту ділянку без збільшення зовнішніх розмірів зануреного стакану навколо ребер бокових стінок з вузькими поверхнями. Тому занурений стакан покращує сповільнення потоку, його розсіювання та стабільність у внутрішньому каналі, забезпечуючи цим самим спокійну та плавну подачу рідкого металу до кристалізатора. Крім того, зворотно ромбовидна геометрія особливо підходить для опуклої або коронової геометрії кристалізатора, за якої товщина кристалізатора більша посередині широкі поверхні та менша на вузьких бокових стінках, оскільки такий занурений стакан краще використовує наявний простір у кристалізаторі, створюючи потік відповідної конфігурації.

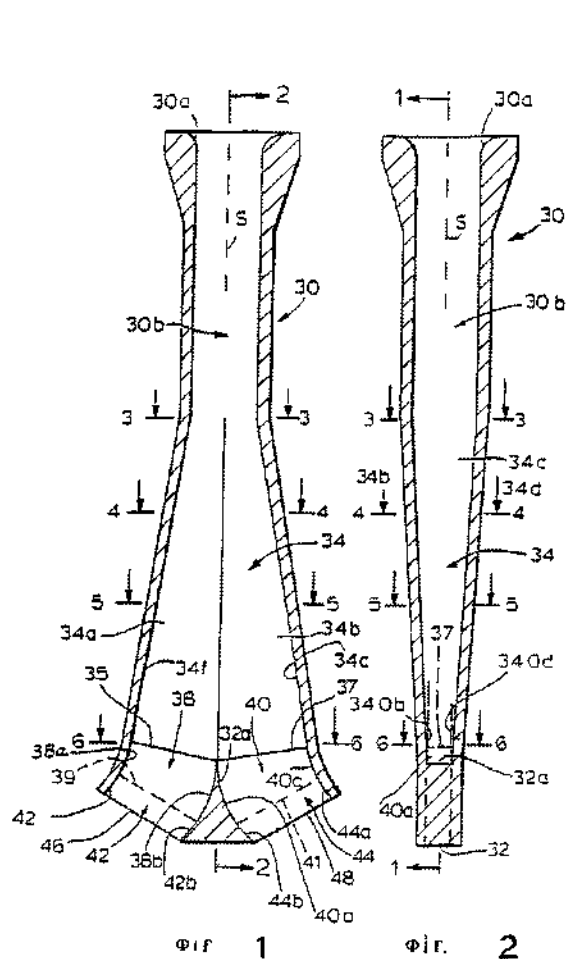
За використання багатогранного зануреного стакану, зображеного на фіг 32-34, подача та розподіл рідкого металу у кристалізаторі покращується в рамках широкого робочого діапазону об'ємів потоків, що пропускаються зануреним стаканом. Завдяки відповідному розділенню об'єму потоку між верхніми та нижніми випускними вікнами багатівконного зануреного стакану та розділенню теоретичного кута розвантаження верхніх та нижніх вікон на принаймні 15° , ефективний кут розвантаження верхніх випускних вікон буде ефективно змінюватися зі збільшенням чи зменшенням об'єму потоку, що пропускається зануреним стаканом. Наслідком такої зміни є рівний та спокійний меніск у кристалізаторі з правильним теплопере-

несенням на порошок кристалізатора за малих об'ємів потоку, який пропускається, а також стабільний меніск за великих об'ємів потоку, який пропускається. Таким чином, можна забезпечити ширший робочий діапазон об'ємів потоку, що пропускається, без погіршення характеристик потоку у порівнянні з відомими зануреними стаканами.

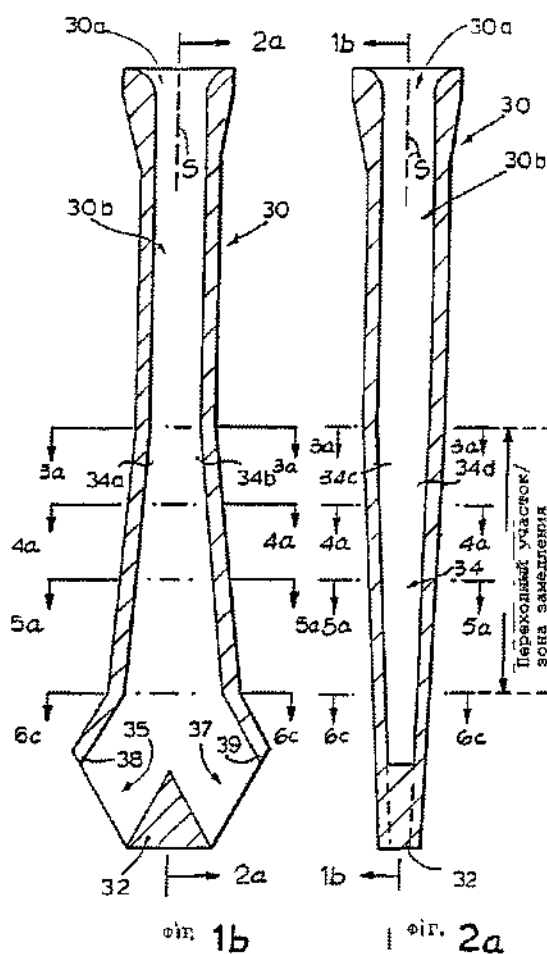
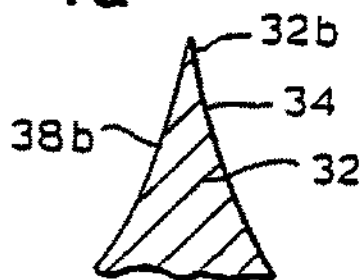
Занурений стакан, зображений на фіг 35 та 36, забезпечує зміну ефективного кута розвантаження верхніх випускних вікон зі зміною потоку, що пропускається, аналогічно тому, як це відбувається у зануреному стакані, зображеному на фіг 32-34, а у сукупності зі зворотно спрямованою ромбовидною внутрішньою геометрією, аналогічно тій, яка пе-

редбачена у зануреному стакані по фіг 30-31, занурений стакан, зображений на фіг 35 та 36, утворює плавні вихідні струмені з нижніх випускних вікон за великого об'єму потоку, що пропускається, з меншою зміною ефективного кута розвантаження та кращим контролем зміни меніску у кристалізаторі.

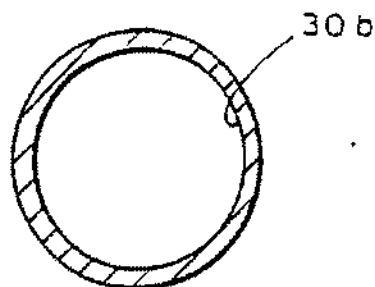
Зрозуміло, що можна використовувати окремі суттєві ознаки винаходу та їхні комбінації, не застосовуючи інших ознак та комбінацій. Такі варіанти підпадають під об'єм захисту винаходу, який не обмежується конкретними змальованими та проілюстрованими ознаками.



Фіг. 1а



Фіг. 3



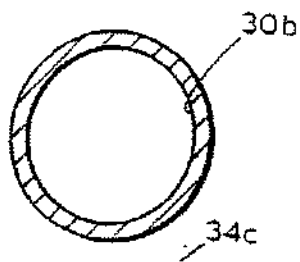


FIG. 3a

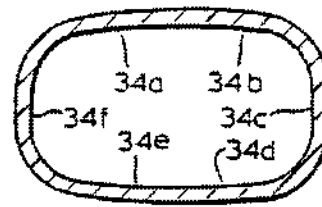


FIG. 4

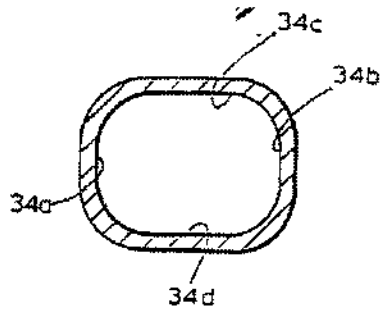


FIG. 4a

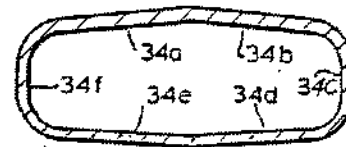


FIG. 5

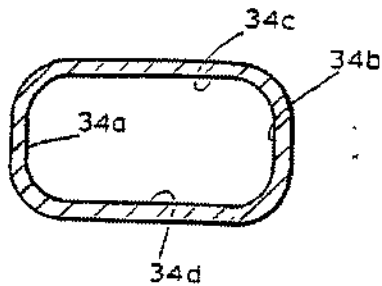


FIG. 5a

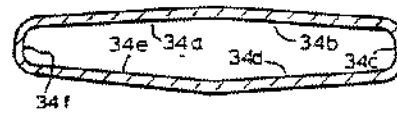


FIG. 6

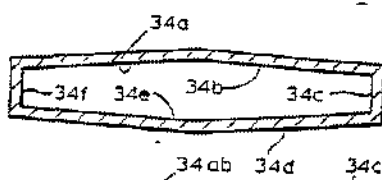


FIG. 6a

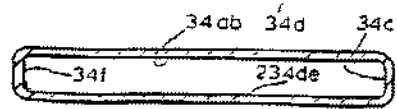


FIG. 6b

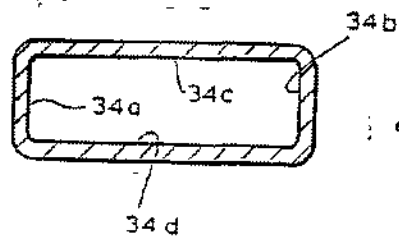


FIG. 6c

FIG. 9

FIG. 10

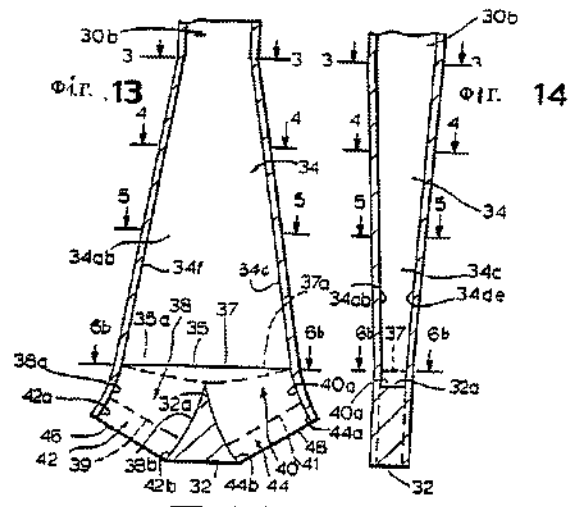
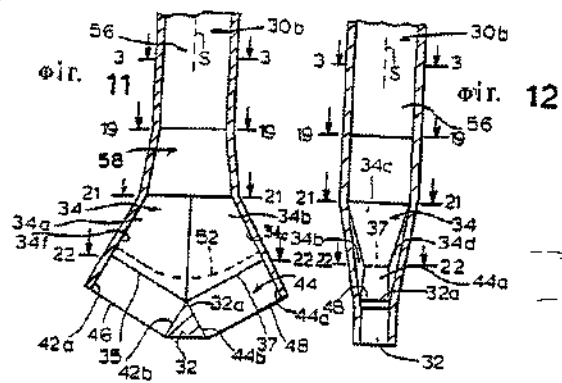
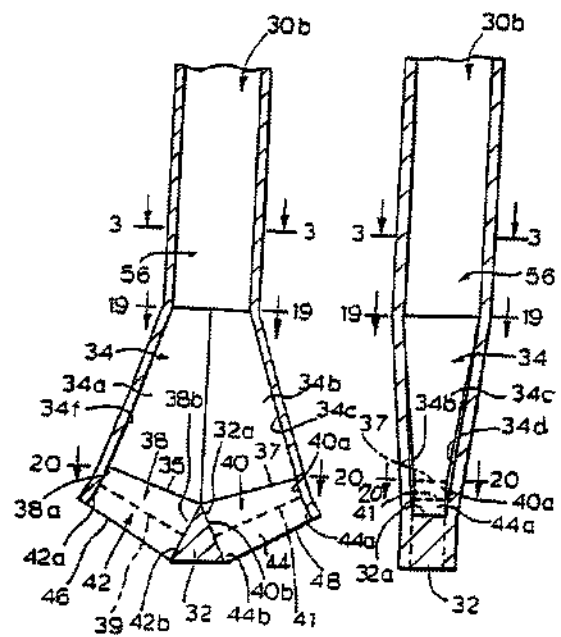
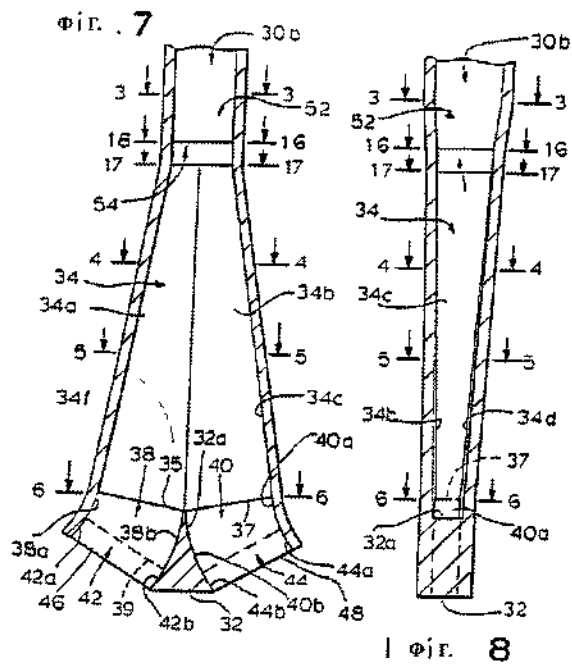


FIG. 15

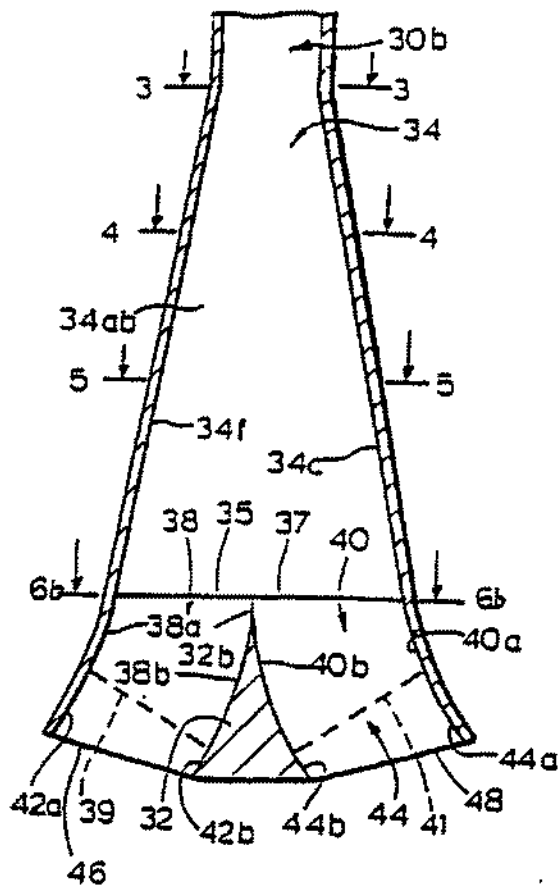


FIG. 16

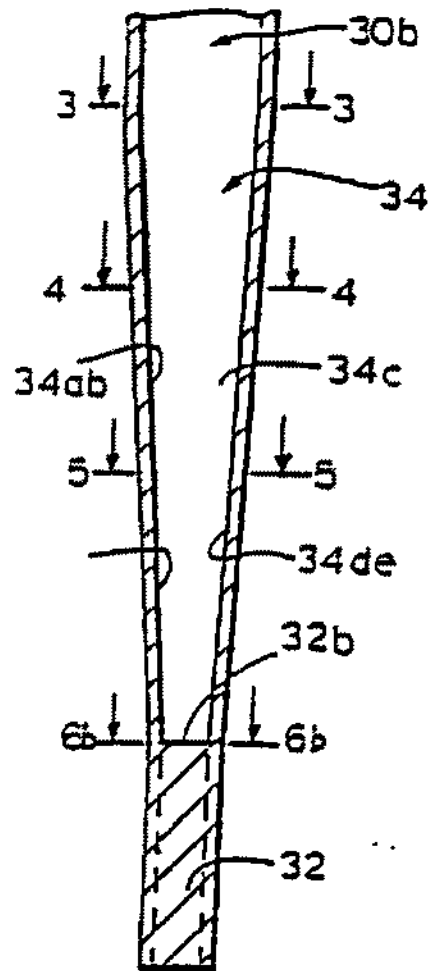
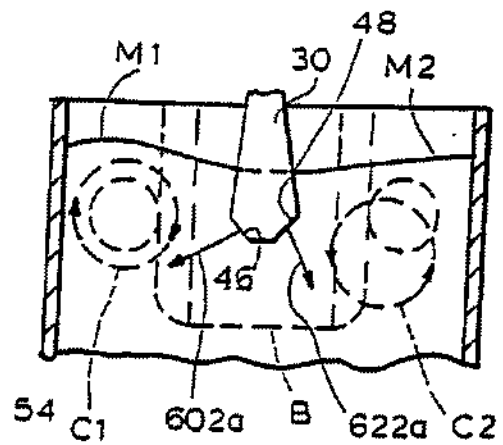
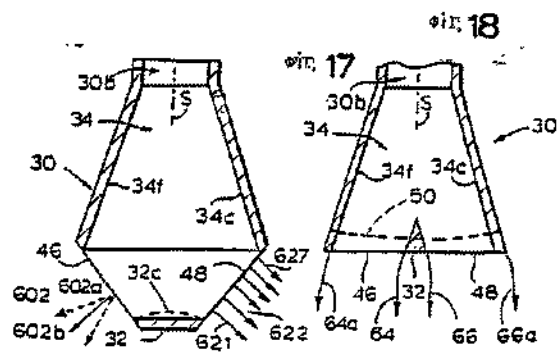


FIG. 17a



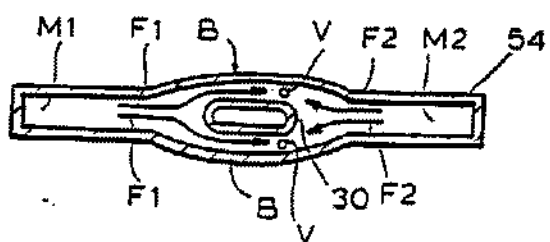


FIG. 17b

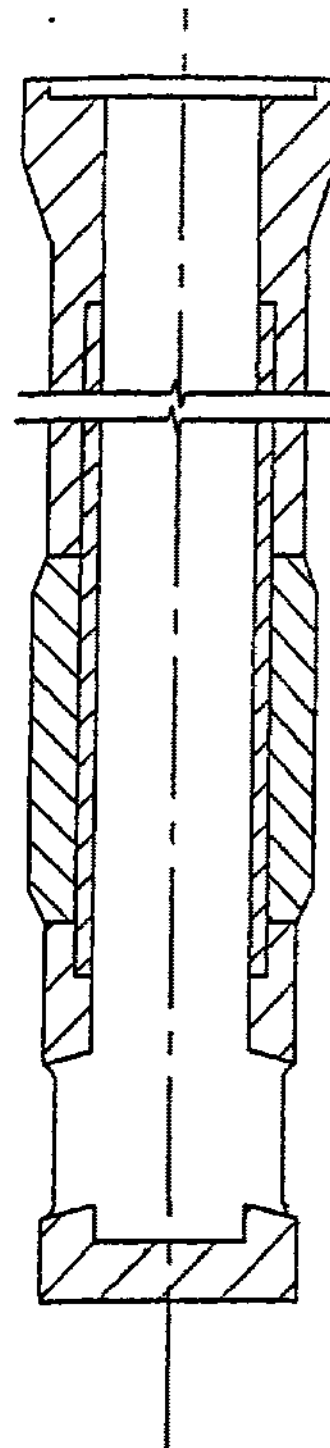
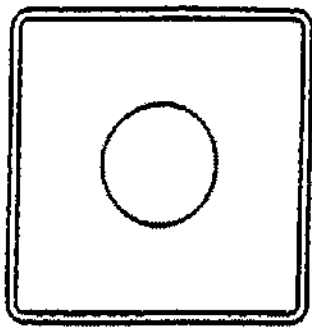
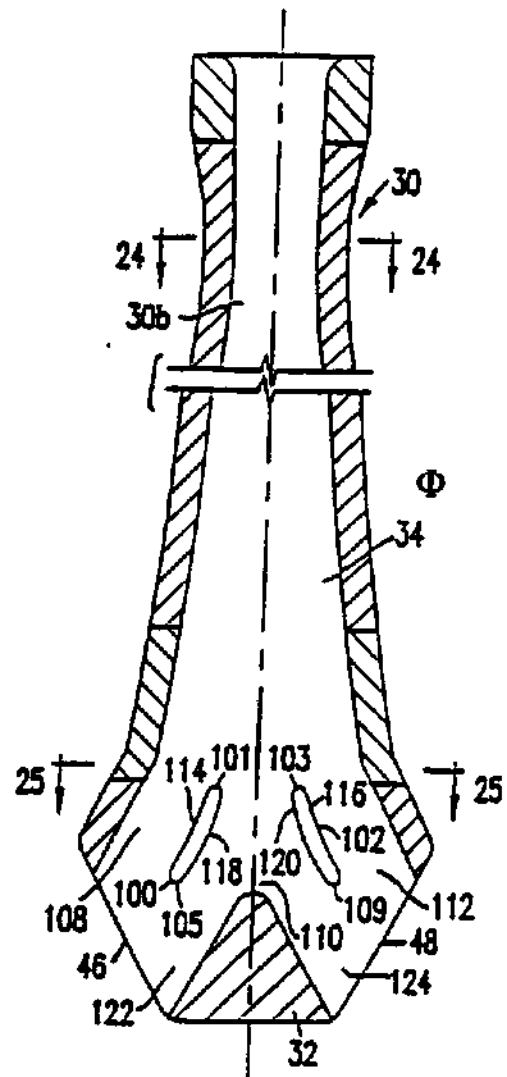


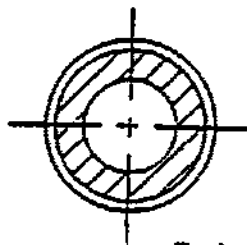
FIG. 19



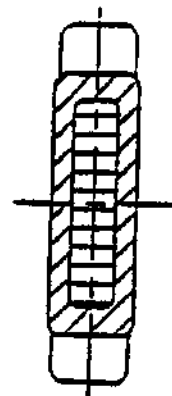
Фіг. 22



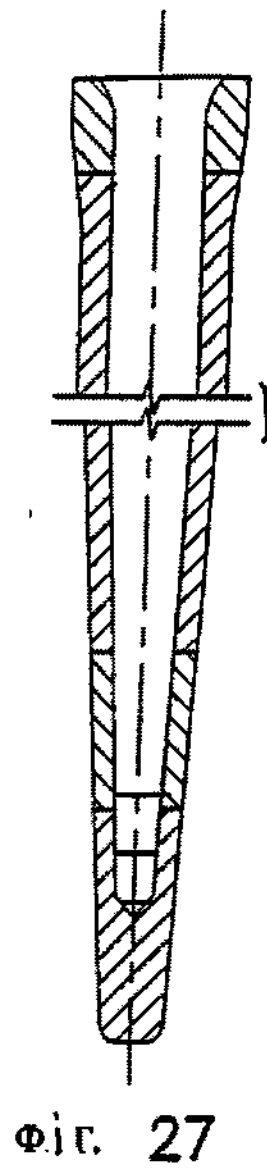
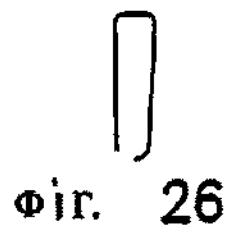
Фіг. 23

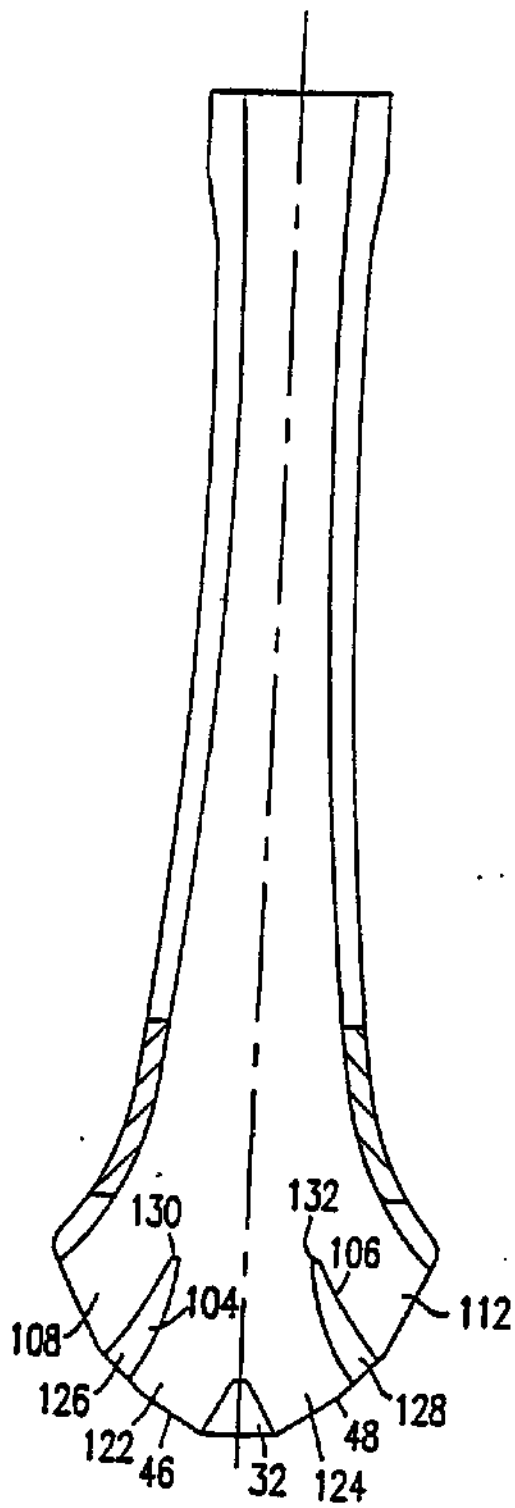


Фіг. 24

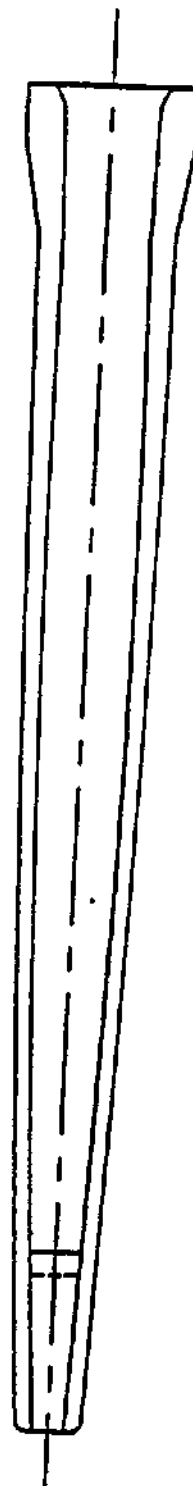


Фіг. 25

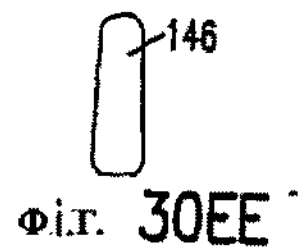
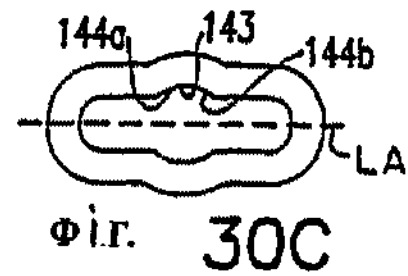
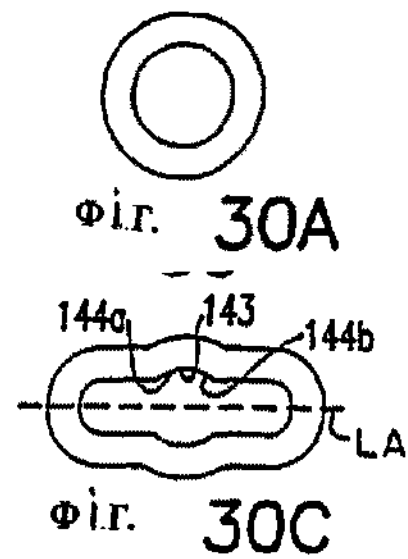
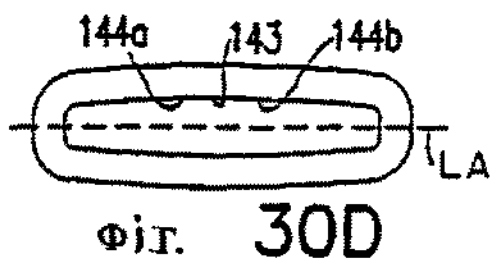
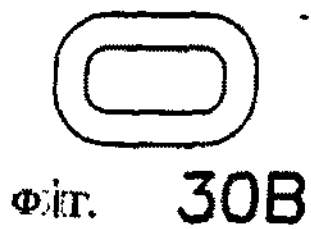
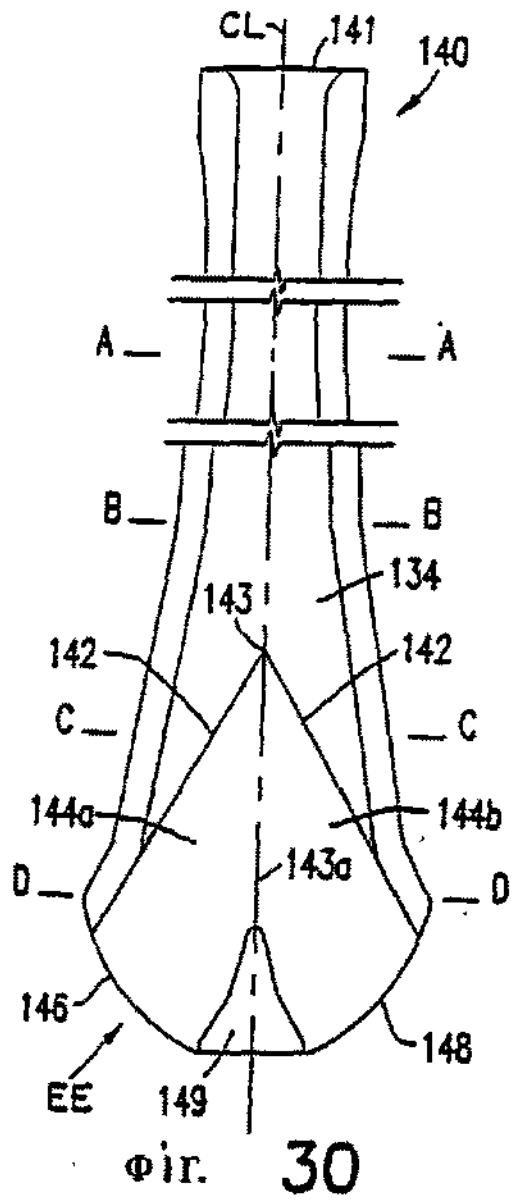


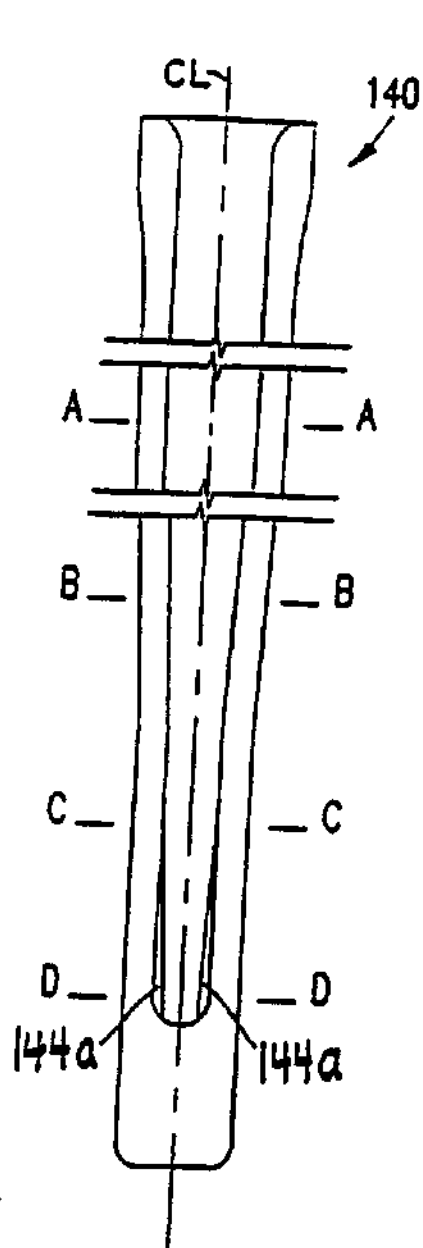


Фиг. 28



Фиг. 29

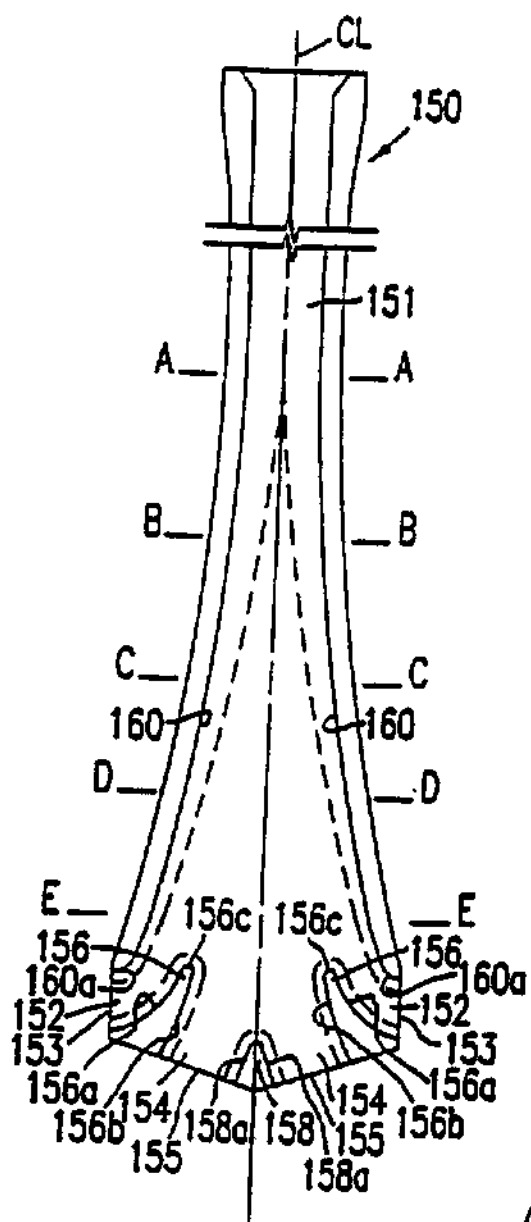




Фиг. 31



Фиг. 32A



Фиг. 32



Фиг. 32B



FIG. 32C

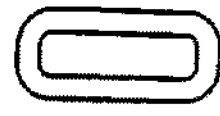


FIG. 32D

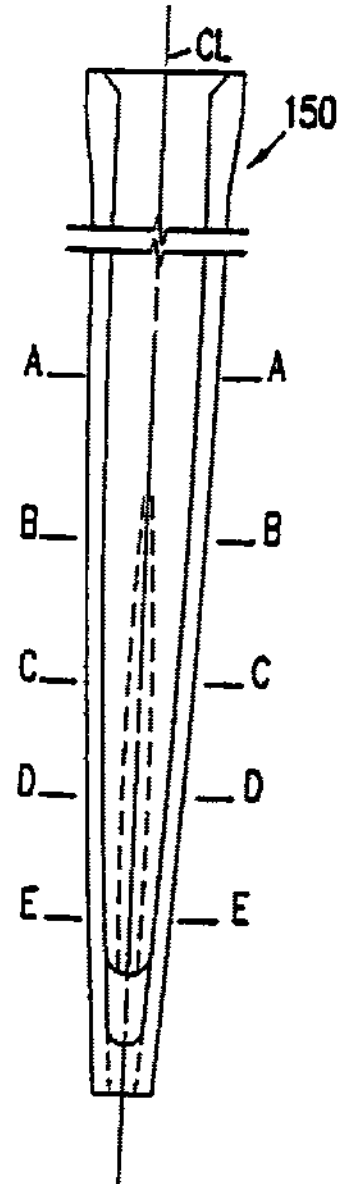


FIG. 33

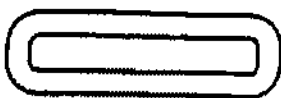
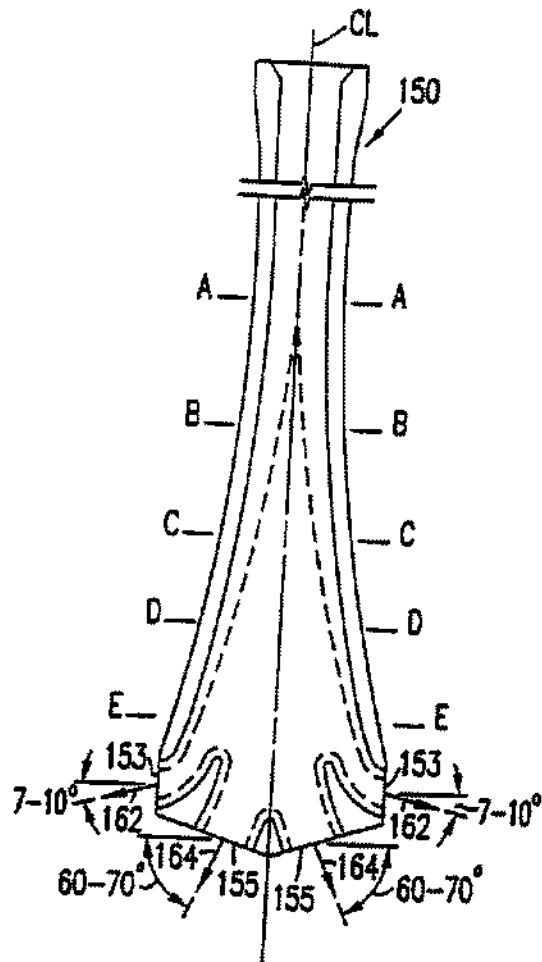
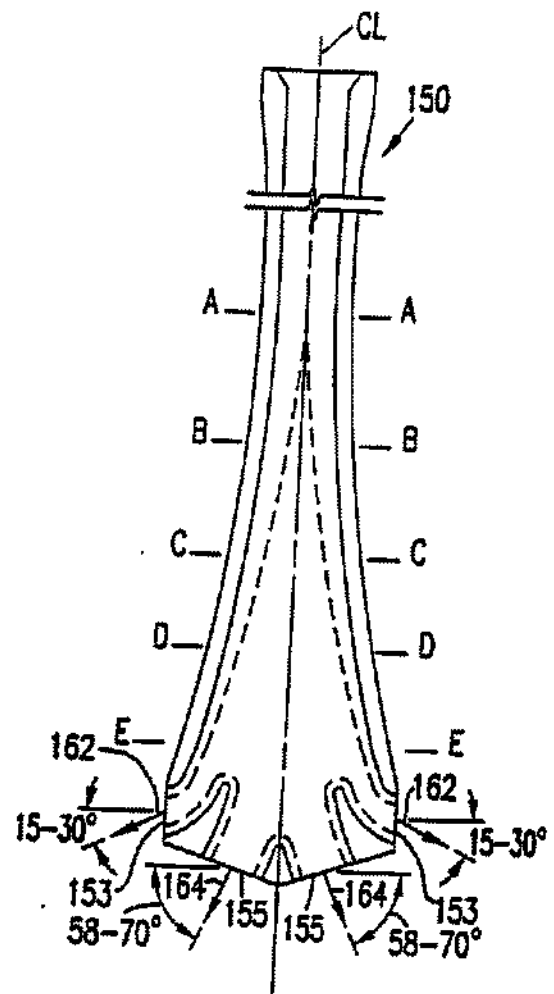


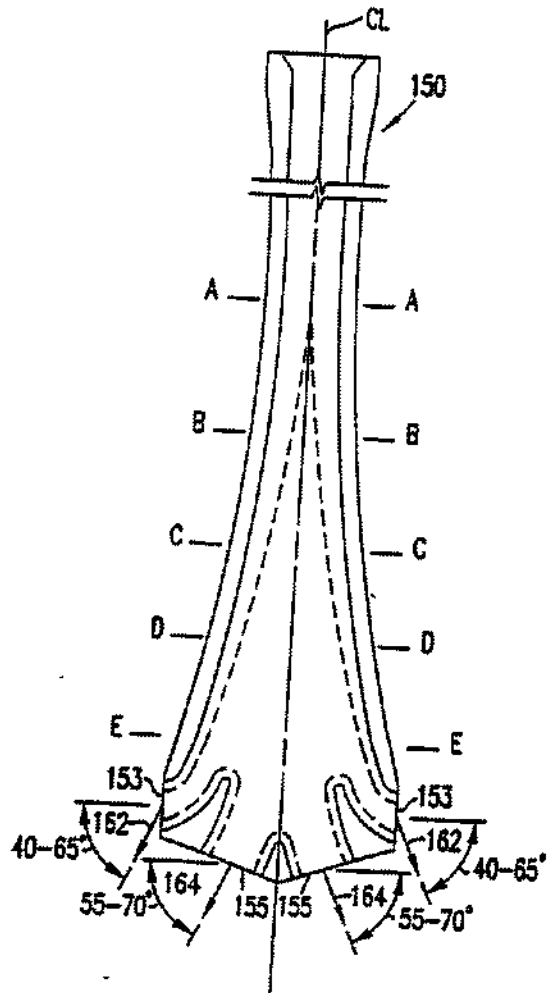
FIG. 32E



Фіг. 34A



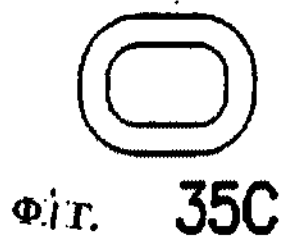
Фіг. 34B



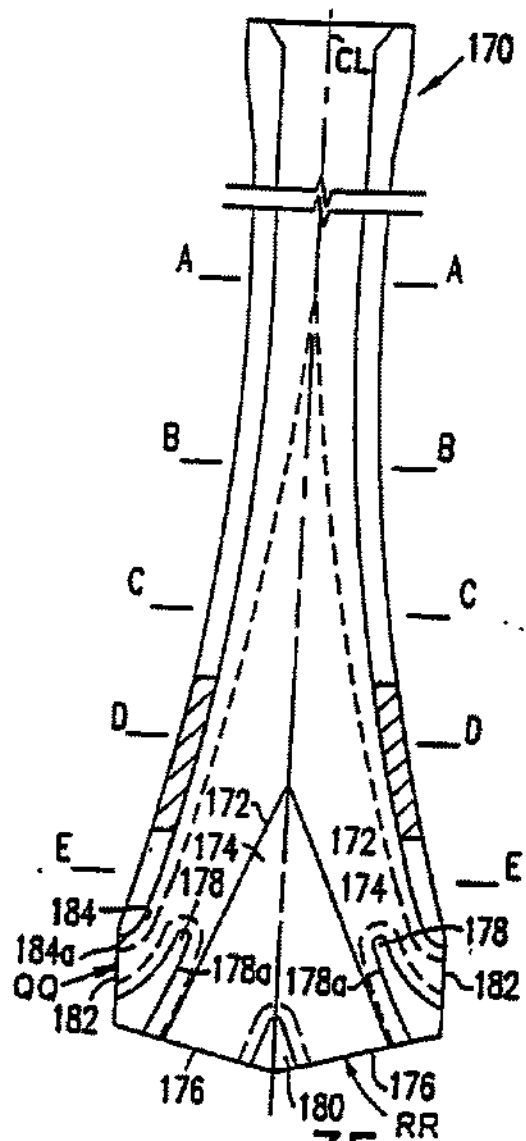
Фиг. 34C



Фиг. 35A



Фиг. 35C



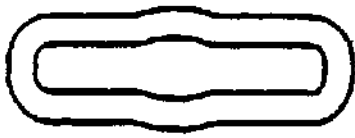
Фиг. 35



Фиг. 35B



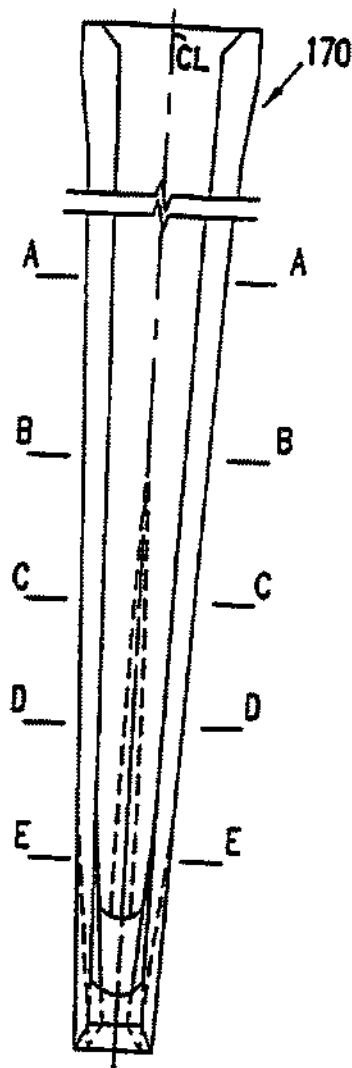
Фиг. 35D



Фіг. 35E



Фіг. 35QQ



Фіг. 36

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71