



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 83414

(13) U

(51) МПК

C21C 7/06 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 02809**

(22) Дата подання заявки: **06.03.2013**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **10.09.2013**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **10.09.2013, Бюл.№ 17**

(72) Винахідник(и):

**Мухін Микола Олександрович (UA),  
Бубликов Юрій Олександрович (UA),  
Івченко Олександр Васильович (UA)**

(73) Власник(и):

**Мухін Микола Олександрович,  
ж. м. Тополя-3, 13, корп. 1, кв. 9, м.  
Дніпропетровськ, 49041 (UA)**

## (54) ЧУШКА БІМЕТАЛІЧНА ДЛЯ РОЗКИСЛЕННЯ СТАЛІ

### (57) Реферат:

Чушка біметалічна для розкислення сталі, що складається з обважнювача, розміщеного всередині чушки і шару розкислювача, розподіленого по периферії, крім того обважнювач являє собою металевий сердечник з чавуну або сталі завдовжки рівний 0,30...0,90 довжини чушки, який розташований зі зміщенням до одного з торців, а шар розкислювача являє собою алюміній або його сплав з одним і більше компонентів, при цьому обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні (4,1...1,20):1, відповідно.

UA 83414 U



Запропонована корисна модель стосується чорної металургії і призначена для використання у сталеплавильному виробництві при розкисленні і легуванні сталі алюмінієм і кремнієм.

Відома чушка для розкислення сталі алюмінієм (патент на корисну модель РФ № 57745, "Чушка для раскисления стали алюминием", С21С 7/06, опублікований в 2006 р.) містить алюміній і сталеву оболонку, де алюміній рівномірно з усіх боків укладений в сталеву оболонку, при цьому співвідношення маси алюмінію до маси сталеві оболонки дорівнює 1:(0,7-1,4) відповідно. Ця чушка за рахунок рівномірного розміщення сталеві оболонки по периферії дозволяє забезпечити надійну ізоляцію алюмінію від окислювального шлаку і навколишнього середовища, а також рівномірне розплавлення сталеві оболонки при заглибленні в метал. Алюміній до цього моменту вже знаходиться в розплавленому стані, що сприяє розкисленню глибинних шарів металу і підвищенню засвоєння алюмінію. Однак виробництво даної чушки трудомістке і вимагає додаткового спеціального обладнання, що позначається на ціні самої чушки і відповідно на собівартості одержуваної сталі.

Також відома чушка для розкислення сталі алюмінієм (декларційний патент на винахід UA № 59212 "Чушка для раскисления стали алюминием", С21С 7/06, публікація в 2003 р., Бюл. № 8), яка складається з алюмінієвого злитка, на поверхні якого розташована ізолююча оболонка. При цьому зовнішня поверхня ізолюючої оболонки виконана у вигляді хвиль, ребер або граней. Також у вигляді хвиль, ребер або граней може бути виконана поверхня алюмінієвого злитка і вся ізолююча оболонка. За рахунок наявності хвиль, ребер або граней зовні чушки, збільшується площа контакту з розплавом сталі, що призводить до зменшення тривалості нагрівання і розплавлення ізолюючої оболонки. Незважаючи на певні переваги, головною негативною ознакою цієї чушки є складність її виробництва, пов'язана з формуванням складної поверхні, як злитка, так і самої зовнішньої поверхні оболонки.

Відома чушка для розкислення сталі алюмінієм (патент РФ № 2152440, "Чушка для раскисления стали алюминием", С21С 7/06, В22Д 3/00, опублікований в 2000 р.), що складається з шару алюмінію і шарів чавуну, а також сталеві оболонки, в яку укладені шар алюмінію і шари чавуну, при цьому шар алюмінію асиметрично розташований в середній частині чушки між шарами чавуну, а співвідношення маси алюмінію до маси чавуну в ній дорівнює 1:(1,5-8,5), відповідно. Використання даної чушки призводить до зниження угару алюмінію і поліпшення якості сталі, але значна кількість в ній чавуну збільшує час, необхідний для його повного розплавлення в рідкій сталі. Це призводить до необхідності підтримувати в проміжному ковші більш високу температуру розплаву або збільшувати час доведення, що позначається на економічних показниках виробництва.

Прототипом запропонованої корисної моделі, як найбільш близькою за своєю технічною суттю і результатом, що досягається, є чушка для розкислення сталі алюмінієм (А.с. СРСР № 1089147, "Способ раскисления стали алюминием и чушка для раскисления", С21С 7/06, опубліковано в 1984 р.), що складається з шару алюмінію та шару чавуну обважнювача, де співвідношення маси алюмінію до маси чавуну дорівнює 1:(2,5-5,0). При цьому обважнювальний шар чавуну розміщений всередині чушки, а шар алюмінію рівномірно розподілений по периферії.

Недоліком відомої чушки (прототипу) є те, що в процесі розкислення сталі і повільного занурення чушки через шлак значна частина алюмінію окислюється оксидами шлаку, засвоєння алюмінію сталлю при цьому знижується. Крім того, при глибинному розкисленні сталь спочатку розкислюється алюмінієм чушки, а потім йде розчинення обважнювального шару чавуну і розкислення вуглецем. Підвищена кількість чавуну, яка бере участь у реакції з киснем, веде до зниження засвоєння алюмінію сталлю.

Пропонована корисна модель вирішує задачу удосконалення конструкції і складу чушки для підвищення засвоєння розкислювача і зниження його витрат при розкисленні сталі.

Поставлена задача вирішується тим, що запропонована чушка біметалічна для розкислення сталі, складається з обважнювача, розташованого всередині чушки і оболонки розкислювача, розташованої по периферії, де обважнювач являє собою металевий сердечник з чавуну або сталі завдовжки рівний 0,30...0,90 довжини чушки, який розташований зі зміщенням до одного з торців, а шар розкислювача являє собою алюміній або сплав алюмінію і кремнію, або сплав алюмінію, кремнію і заліза, при цьому обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні (4,1...1,20):1, відповідно. До того ж обважнювач може являти собою лом чавуну або сталі, а шар розкислювача, рівномірно розподілятися по периферії з трьох або чотирьох сторін обважнювача.

Технічним результатом запропонованої корисної моделі є вдосконалена конструкції чушки, а також оптимізація її складу, що забезпечує підвищення засвоєння розкислювача і зниження його витрат при розкисленні сталі.

Досягнення зазначеного технічного результату забезпечується набором відмінних ознак, а саме тим, що в запропонованій біметалічній чушці для розкислення сталі, обважнювач являє собою металевий сердечник з чавуну або сталі завдовжки рівний 0,30...0,90 довжини чушки, який розташований зі зміщенням до одного з торців, а шар розкислювача являє собою алюміній, або сплав алюмінію і кремнію, або сплав алюмінію, кремнію і заліза, при цьому обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні (4,1...1,20):1, відповідно. Обважнювач може являти собою лом чавуну або сталі, а шар розкислювача, рівномірно розподілятися по периферії з трьох або чотирьох сторін обважнювача.

Удосконалення конструкції біметалічної чушки, шляхом розміщення в ній обважнювача довжиною менше, ніж довжина чушки, зі зміщенням до одного з торців призводить до зміщення центру ваги. Та частина чушки, де зосереджений зміщений обважнювач має щільність, вище ніж щільність рідкого металу. Тому в момент завантаження чушки до ковша або плавильного агрегату з рідкою сталлю, за рахунок зміщеного у неї центру ваги, проявляється ефект "ваньки-встаньки" і чушка, як при досягненні поверхні, так і в розплаві прагне зайняти вертикальне положення з одночасним зануренням в рідкий метал. При цьому відбувається миттєве поверхневе розчинення («стікання») розкислювача і подальше занурення чушки за рахунок постійного перевищення питомої ваги решти чушки над питомою вагою розплаву. Це збільшує швидкість занурення і зменшує час перебування чушки на поверхні розплавленого металу, що знижує втрати розкислювача. Далі розчинення чушки відбувається в глибинних шарах металу, причому асиметрично розташовані шари обважнювача і розкислювача надають їй при зануренні обертальний рух, що збільшує швидкість розчинення. Через невеликий проміжок часу від біметалічної чушки залишається тільки обважнювач, який з часом також розчиняється.

Оптимізація складу біметалічної чушки, в якій шар розкислювача являє собою алюміній, або сплав алюмінію і кремнію, або сплав алюмінію, кремнію і заліза сприяє раціональному використанню розкислювача. Це проявляється в тому, що застосування біметалічних сплавів системи залізо-розкислювач має ряд переваг в порівнянні з використанням чистого розкислювача - вторинного алюмінію марки АВ-87 (щільність  $\approx 2,7 \text{ т/м}^3$ ). Більш висока щільність цих сплавів ( $6,3...4,2 \text{ т/м}^3$ ) сприяє підвищенню технологічних показників використання. Перш за все, це пов'язано зі зменшенням угару розкислювача (алюмінію) при зануренні чушки в металевий розплав через шар шлаку, що в свою чергу визначає збільшення коефіцієнта використання елемента розкислювача і більш рівномірний розподіл присадки по висоті розплаву. Додаткове введення кремнію до складу розкислювача в невеликих кількостях (3...7 %) дозволяє ефективно керувати формою і розміром неметалічних включень при введенні комплексного силіко-алюмінію як розкислювача залізівуглецевих розплавів. Утворені при розкисленні такими чушками алюмінати легко видаляються із сталі в шлак.

Використання як обважнювача бруксту чавуну або сталі, сприяє зниженню витрат на виробництво біметалічної чушки і підвищує економічну ефективність її використання у сталеплавильному виробництві. Якщо як обважнювач використовується сталь (або лом сталі) то виключається науглецьовування, тобто підвищення вмісту вуглецю в рідкому металі від розплавлених обважнювачів, так як масова частка вуглецю в сталі в порівнянні з чавуном значно менша, що дозволяє отримувати готову сталь високої якості.

Розподіл розкислювача по периферії з трьох сторін обважнювача призводить до додаткового зміщення центру ваги у вертикальній площині біметалічної чушки, що підсилює обертальний рух при зануренні в розплав сталі.

Всі відмітні ознаки корисної моделі, що заявляється, взаємопов'язані і сприяють забезпеченню досягнення поставленої задачі.

Так, якщо обважнювач являє собою металевий сердечник з чавуну або сталі завдовжки рівний 0,30...0,90 довжини чушки, який розташований зі зміщенням до одного з торців, то досягається зміщення центру ваги і чушка в розплаві буде прагнути зайняти вертикальне положення з одночасним зануренням у рідкий метал, що збільшує швидкість занурення і зменшує час перебування чушки на поверхні розплавленого металу, а також знижує витрату розкислювача. При використанні обважнювача довжиною рівною менше 0,30 довжини чушки, неможливо розмістити в чушці необхідну масу чавуну або сталі, що призведе до невиконання інших параметрів. Використання обважнювача довжиною рівною більш 0,90 довжини чушки практично виключає зміщення центру ваги і ефект "ванька-встанька" не проявляється. Чушка в розплаві не прагне зайняти вертикальне положення і швидкість її занурення в рідкий метал зменшується, що призводить до втрат розкислювача.

Так, якщо шар розкислювача являє собою алюміній або сплав алюмінію і кремнію, при цьому обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні (4,1...1,20):1, відповідно, то досягається ефективне використання розкислювача при високій технологічності процесу. При

складі чушки, коли обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні більше 4,1:1 існує небезпека, що обважнювач з чавуну або сталі не встигне розплавитися в рідкому металі при недостатній початковій його температурі. При складі чушки, коли обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні менше 1,2:1, то знижується питома вага чушки і проблематично її занурення в розплав, що призводить до підвищення витрат розкислювача. Використання розкислювача, який являє собою сплав алюмінію, кремнію і заліза дозволяє перерозподілити масу необхідного заліза між обважнювачем і розкислювачем, що сприяє виконанню заявлених параметрів по їх співвідношенню.

Порівняльний аналіз запропонованої корисної моделі з прототипом дозволяє зробити висновок, що біметалічна чушка відрізняється від відомої тим, що металевий обважнювач зміщений до одного з торців, а шар розкислювача являє собою алюміній або сплав алюмінію і кремнію, або сплав алюмінію, кремнію та заліза при різному співвідношенні по масі обважнювача і розкислювача. До того ж обважнювач може являти собою лом чавуну або сталі, а шар розкислювача, може рівномірно розподілений по периферії з трьох або чотирьох сторін обважнювача.

Корисна модель пояснюється кресленнями. На фіг. 1 зображений вид запропонованої біметалічної чушки, в якій шар розкислювача, рівномірно розподілений по периферії з чотирьох сторін обважнювача. На фіг. 2 зображений вид запропонованої біметалічної чушки, в якій шар розкислювача, рівномірно розподілений по периферії з трьох сторін обважнювача. Біметалічна чушка містить розкислювач 1, який рівномірно розподілений по периферії щодо обважнювача 2 з трьох або чотирьох сторін. Обважнювач 2 виконаний з чавуну або сталі.

Технологічний процес отримання біметалічної чушки включає початкове виготовлення обважнювача з чавуну або сталі (1 етап) і подальше отримання безпосередньо чушки для розкислення сталі (2 етап).

На етапі 1 обважнювач заданої форми і розмірів отримують з розплаву чавуну або сталі, який виплавляють з брукху чорних металів (ДСТУ 4121-2002) в індукційній печі. Далі здійснюється розливання розплаву в підготовлену оснастку (мініливарниці). Після охолодження проводять вибивання і розкладання металевих обважнювачів в виливниці під заливання розплаву розкислювача. У разі застосування як обважнювача шматків брукху чавуну або сталі, то процес переплавлення і розливання не здійснюють, а здійснюють порізку брукху на фракції (шматки) потрібного розміру і форми, укладку останніх у виливниці.

На етапі 2 здійснюють отримання розплаву алюмінію з брукху алюмінію (ДСТУ 3211:2009) з додаванням первинного або вторинного алюмінію. Для отримання розкислювача з вмістом кремнію використовується відповідний лом алюмінію з вмістом кремнію 6-12 %, або з додаванням кремнію марки КР-1, КР-2. Коли розкислювач являє собою сплав алюмінію, кремнію і заліза, то шихту доповнюють ломом заліза та виплавку ведуть за спеціальною технологією. Далі здійснюється розливання рідкого розкислювача в підготовлені виливниці, в яких розміщені обважнювачі. Після охолодження здійснюється вибивка готової продукції з виливниць, маркування та упаковка в пакети вагою близько 1 т. В залежності від вимог замовника біметалічні чушки виготовляються в широкому діапазоні за хімічним складом. Характерні склади чушки наведені в таблиці.

Таблиця

Марка, вага та склад чушки

Марка	Вага	Обважнювач		Розкислювач		Fe, %	Al+Si, %
	чушки, кг	об'єм, л	вага, кг	об'єм, л	вага, кг		
ФАл20, ФСАл20*)	24,44	2,499	19,62	1,785	4,82	80,28	19,72
ФАл25	22,77	2,176	17,08	2,108	5,69	75,01	24,99
ФАл30, ФСАл30	21,33	1,904	14,93	2,38	6,40	69,93	30,07
ФАл35	20,15	1,666	13,08	2,618	7,07	64,91	35,09
ФАл40, ФСАл40	19,18	1,479	11,61	2,805	7,57	60,52	39,48

\*) Ф - залізо, С - кремній (3...7 %), Ал - алюміній (решта з суми Al+Si, %)

Приклад розрахунку виготовлення біметалічної чушки марки Фал30 для розкислення сталі з вмістом  $\approx 30\%$  алюмінію і  $\approx 70\%$  заліза (сталь). Розливання рідкого алюмінію здійснюється в виливниці довжиною 680 мм перетином у вигляді трапеції, де нижня підстава дорівнює 80 мм, верхня - 100 мм, а висота - 70 мм. Об'єм  $0,004284 \text{ м}^3$ . Розрахункова щільність чушки ( $\rho_{\text{FeAl}}$ ) =

4979 кг/м<sup>3</sup>. Тоді вага чушки ( $m = \rho_{\text{FeAl}} \times V$ ) дорівнює 21,33 кг. Де алюмінію 30 %, тобто  $21,33 \times 30 \% = 6,40$  кг, а заліза 70 %, тобто  $21,33 \times 70 \% = 14,93$  кг.

Випробування запропонованої біметалічної чушки проводили в умовах металургійного виробництва при виплавці спокійних марок конструкційних сталей типу сталь 20, 20ГС, 25Г2С у 60 т конверторі. Розкислення стали пропонованими чушками здійснювали в ковші. Співвідношення маси залізного обважнювача в чушці до маси з алюмінію дорівнювало 3,5:1. Ступінь засвоєння алюмінію рідкою сталлю становила 37 %, при його витраті 0,77...0,82 кг/т сталі, залишковий вміст алюмінію в готовій сталі становив 0,02...0,06 %. При розкисненні сталі в ковші чушками за прототипом витрата алюмінію була значно вище і становили 1,62 кг/т, а засвоєння нижче - 25 %.

Отримані результати показують, що використання запропонованої корисної моделі дозволяє в порівнянні з розкисненням металу чушками за прототипом, при досягненні однакового заданого вмісту алюмінію в готовій сталі 0,02...0,06 %, збільшити ступінь засвоєння у 1,5 рази та відповідно значно зменшити неефективні витрати розкислювача.

Пропонована корисна модель промислово здійснення і забезпечує виготовлення біметалічної чушки для розкислення сталі, яка може широко застосовуватися в металургії при виробництві вуглецевих та низьколегованих сталей різноманітного призначення.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Чушка біметалічна для розкислення сталі, що складається з обважнювача, розміщеного всередині чушки і шару розкислювача, розподіленого по периферії, яка **відрізняється** тим, що обважнювач являє собою металевий сердечник з чавуну або сталі завдовжки рівний 0,30...0,90 довжини чушки, який розташований зі зміщенням до одного з торців, а шар розкислювача являє собою алюміній або його сплав з одним і більше компонентів, при цьому обважнювач і розкислювач по масі взяті в співвідношенні (4,1...1,20):1, відповідно.

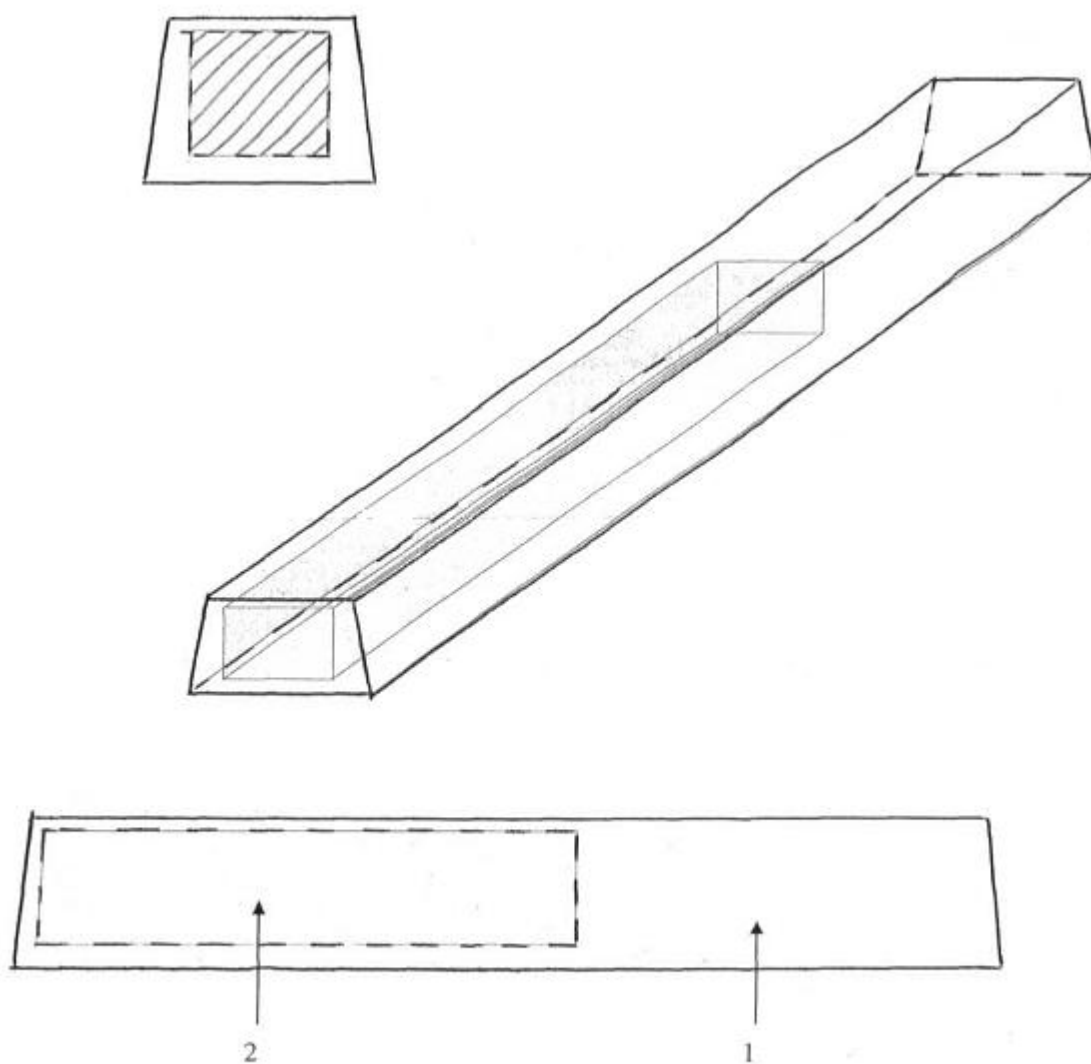
2. Чушка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що обважнювач являє собою лом чавуну або сталі.

3. Чушка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що шар розкислювача являє собою сплав алюмінію і кремнію.

4. Чушка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що шар розкислювача являє собою сплав алюмінію і заліза.

5. Чушка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що шар розкислювача являє собою сплав алюмінію, кремнію і заліза.

6. Чушка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що шар розкислювача рівномірно розподілений по периферії з трьох або чотирьох сторін обважнювача.



Фиг. 1

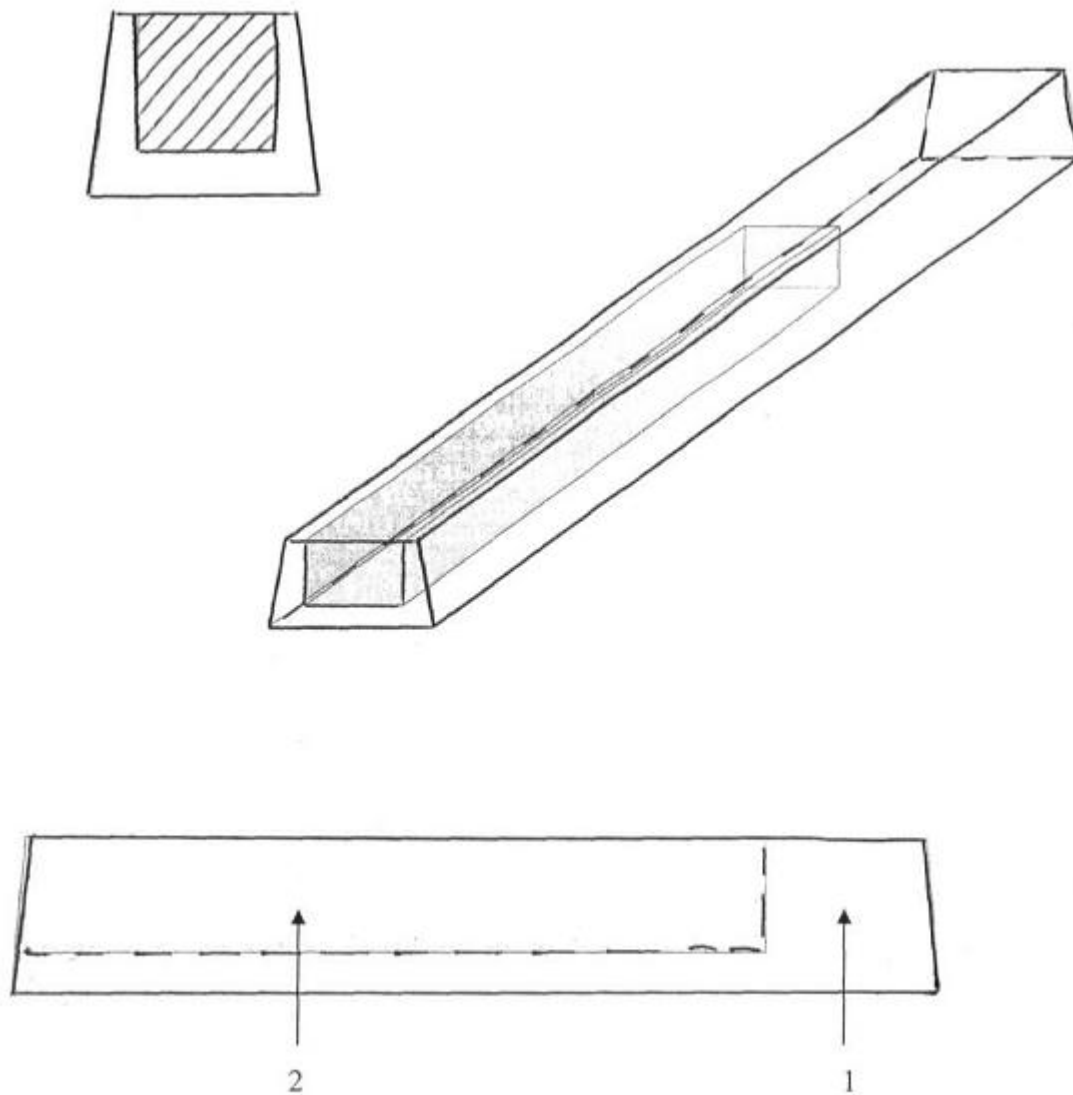


Fig. 2

---

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601