



УКРАЇНА

(19) UA (11) 30307 (13) A

(51) 6 F23D13/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПАЛЬНИК ДЛЯ ЗАПАЛЮВАЛЬНОГО ГОРНА АГЛОМЕРАЦІЙНОЇ МАШИНИ

(21) 98020967

(22) 25.02.1998

(24) 15.11.2000

(33) UA

(46) 15.11.2000, Бюл. № 6, 2000 р.

(72) Козенко Георгій Володимирович, Нечепоренко Володимир Андрійович, Кіковка Станіслав Вікторович, Антонов Веніамін Васильович, Гурін Петро Іванович, Барський Станіслав Миколайович

(73) КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНИЙ КОМБІНАТ "КРИВОРІЗСТАЛЬ"

(57) 1. Пальник для запалювального горна агломераційної машини, який містить корпус з циліндричним насадком і концентричну відносно насадка центральну трубу з конусним, що звужується до торця пальника, наконечником з закритим торцем і з отворами для подання газу, який відрізняється тим, що між циліндричним насадком і конусним на-

конечником труби він обладнаний конічною обичайкою, яка звужується до торця пальника під кутом  $10-36^\circ$ , діаметр більшої основи обичайки складає  $0,85-0,96$  внутрішнього діаметра циліндричного насадка, а відношення площин кільцевих перерізів між циліндричним насадком і обичайкою на вході і виході складає  $1,0:(1,6-3,5)$ .

2. Пальник по п. 1, який відрізняється тим, що отвори для подання газу виконані в конусній частині наконечника під кутом  $30-90^\circ$  до поверхні обичайки і розвернуті по колу в одну сторону за чи проти годинникової стрілки, а кут між віссю отвору і радіусом в центр вихідного перерізу на площині, перпендикулярній осі центральної труби складає  $10-20^\circ$ , причому відстань між центрами вихідних перерізів отворів і площиною більшої основи обичайки дорівнює  $0,5-2,0$  діаметрам отворів.

Винахід відноситься до виробництва кускової сировини методом агломерації, а саме до конструкції пальників для запалювальних горнів агломераційних машин конвеєрного типу.

Відомий пристрій для комбінованого опалення горнів конвеєрних машин, який має корпус, повітряну трубу з завихорювачем, паливну трубу з тангенсним патрубком підводу газоподібного палива, центральну трубу підводу вуглеповітряної суміші і кільцеву лійку з приймальним розтрубом, встановлену в повітряній трубі між вихідною ділянкою паливної труби і завихорювачем, при цьому відношення вхідного і вихідного перерізу розтрубу рівно  $(1,2-1,4):1,0$  (Ас. СССР. № 1381316, кл. F27B21/06).

Недоліком цього пристрою стасовно запалювального горна агломераційної машини являється те, що в камері змішування всі газопотоки перемішуються і паливо згорає в скороченому факелі, що забезпечує утворення рівномірного температурного поля, а також складу газів в горні. Для одержання високої температури спалення палива проводять з незначним надлишком повітря, внаслідок чого вміст кисню в продуктах згорання, які надходять в прошарок, низький і недостатній для горіння твердого палива, що вміститься в шихті.

Відомий також пальник типу ГНП, який вміщує корпус з циліндричним насадком перед вихідним

перерізом (торцем пальника), концентричну відносно пальника і насадка центральну трубу з конусним наконечником, що звужується до торця пальника, з закритим торцем і з отворами в конусній частині для подачі газу (Гусовский В.Л., Лифшиц А.Е., Тымчак В.М. Сожигательные устройства нагревательных и термических печей. Справочник. М., Металлургия, 1981, с. 47, рис. 25 б). Цей пристрій прийнято за прототип.

Недоліком цього пальника стасовно запалювального горна агломераційної машини є те, що на виході із пальника утворюється газоповітряна суміш з приблизно однаковим в перерізі складом, внаслідок чого і факел має приблизно однаковий склад газів в перерізі. Для одержання високої температури спалення газу приводять з незначним надлишком повітря. Тому вміст вільного кисню в продуктах горіння і в горнових газах низький. З допомогою таких пальників здійснюється нагрівання поверхневого прошарку шихти, але тверде паливо в прошарку шихти не горить, а газифікується внаслідок низького вмісту кисню в горнових газах. Крім цього, пальник утворює прямооточний факел, а кут розкриття ядра прямооточного факелу (газоповітряної суміші, що витікає з пальника, без врахування приєднання газів з оточуючого простору) складає близько  $3^\circ$  (Глинков М.А. Основы общей теории печей. М., Металлургиздат, 1962, с. 46).

(19) UA (11) 30307 (13) A

Тому такими пальниками ускладнюється забезпечення рівномірного нагрівання шихти по ширині агломашини, або буде потрібна велика кількість пальників.

В основу винаходу поставлена задача удосконалити відомий пристрій шляхом спрощення конструкції пальника і організації процесу горіння таким чином, щоб одержати в ядрі факелу максимально можливу температуру для інтенсифікації нагрівання поверхні шихти і збільшити вміст вільного кисню в другій половині факелу для інтенсифікації горіння твердого палива шихти, що дозволить зменшити витрати палива на запалювання, підвищити міцність агломерату і стійкість футеровки горна. Крім цього, поставлена задача збільшити кут розкриття факелу для забезпечення рівномірного нагрівання шихти по ширині агломашини, що дозволить поліпшити якість агломерату.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що пальник, який вмістить корпус з циліндричним насадком і концентричну відносно насадка центральну трубу з конусним, що звужується до торця пальника, наконечником з закритим торцем і з отворами для подачі газу, відповідно винаходу між циліндричним насадком і конусним наконечником центральної труби він обладнаний конічною обечайкою, яка звужується до торця пальника під кутом  $10-36^\circ$ , діаметр більшої основи обечайки складає  $0,85-0,96$  внутрішнього діаметру циліндричного насадка, а відношення площин кільцевих перерізів між циліндричним насадком і обечайкою на вході і виході складає  $1,0:(1,6-3,5)$ , причому отвори для подачі газу виконані в конусній частині наконечника під кутом  $30-90^\circ$  до поверхні обечайки і розвернуті по колу в одну сторону за чи проти годинникової стрілки, а кут між віссю отвора і радіусом в центр вихідного перерізу на площині, перпендикулярній осі центральної труби, складає  $10-20^\circ$ , причому відстань між центрами вихідних перерізів отворів і площиною більшої основи обечайки дорівнює  $0,5-2,0$  діаметрам отворів.

Технічний результат, який може бути здобутий при здійсненні винаходу, полягає в спаленні газу в ядрі факелу в співвідношенні близькому до стехіометричного, отриманні в початковий період запалювання максимально можливої температури і інтенсифікації нагрівання шихти, переміщенні визначеної кількості повітря шляхом супутних потоків за зону контакту факелів з поверхнею шихти, збільшенні в кінці запалювання вмісту вільного кисню в горнових газах, запобіганні або істотному зменшенні газифікації твердого палива, збільшенні кутів розкриття факелів і створенні рівномірного по ширині агломашини нагрівання поверхні шихти. Такий результат при використанні прототипа не можливо одержати, тому що змішування газу чиниться у всьому об'ємі повітря, що подається в пальник. При спаленні газу у співвідношенні, близькому до стехіометричного досягається висока температура і інтенсивне нагрівання шихти, але вміст вільного кисню в горнових газах низький. При спаленні газу з великим надлишком повітря вміст вільного кисню в горнових газах збільшується, але зменшується температура горіння. Нагрівання шихти відбувається повільно, тому уповільнюється процес запалення твердого палива.

Причинно-наслідковий зв'язок між технічним результатом, що одержується від використання винаходу, і відзнаками винаходу полягає в наступному.

Основним елементом, що визначає технічний результат, є конусна обечайка, її геометричні співвідношення і відношення з геометричними розмірами інших елементів пальника.

Відношенням діаметру більшої основи обечайки до внутрішнього діаметру циліндричного насадка визначається яка частина повітря, що витрачається, надходить для утворення супутного потоку, тобто від цього відношення залежить вміст вільного кисню в горнових газах і інтенсивність запалення твердого палива шихти.

Від кута звуження конічної обечайки залежить швидкість витікання газоповітряного потоку і інтенсивність нагрівання поверхневого прошарку шихти, а також швидкість витікання супутного потоку повітря, вміст вільного кисню в горнових газах і інтенсивність запалення твердого палива.

Відношенням площин кільцевих каналів між циліндричним насадком і обечайкою на її вході і виході визначається, в якому відношенні зменшується швидкість повітря на вході в кільцевий канал і при витіканні, а також відношення швидкостей витікання газоповітряного і супутного потоків, ступінь їх взаємного змішування і, як результат, далекобійність факелу. Інтенсивність нагрівання поверхні шихти і вміст вільного кисню в горнових газах.

Кут нахилу осей отворів для подачі газу до поверхні обечайки впливає на процес змішування газу і повітря. Від цього кута залежить температура факелу і інтенсивність нагрівання шихти.

Розворотом отворів для подачі газу в одну сторону по колу за чи проти годинникової стрілки на  $10-20^\circ$  утворюється тангенціальне введення струменів газу в потік повітря. Цим розворотом і кутом визначається кут розкриття факелу і рівномірність нагрівання поверхні шихти по ширині агломашини.

Відстань між центрами вихідних перетинів отворів для подачі газу і площиною більшої основи обечайки впливає на довжину шляху змішування і якість перемішування газу і повітря, і, в кінцевому результаті, на температуру факелу і інтенсивності нагрівання шихти. Всі ці ознаки взаємно пов'язані. Зміна одного з них неминує впливає на інші і технічний результат залежить від оптимального співвідношення між всіма цими ознаками.

Патентно-інформаційний аналіз показав, що запропонована сукупність ознак у відомих аналогічних технічних рішеннях не використовується. Отже, запропоноване технічне рішення не відоме і не наслідують явним образом з рівня техніки, тобто запропонований винахід є новим і має винахідницький рівень.

Суть винаходу полягає в тому, що паливо і повітря для горіння вводять в супутному коаксимальному потоці повітря, причому спалення палива виконують в співвідношенні, близькому до стехіометричного. При цьому в факелі розвивається максимально можлива температура. В супутному потоці збільшується далекобійність центрального потоку, тобто зростає жорсткість факелу. Змішення факелу з супутним потоком проходить повільніше, чим факелу з нерухливим середовищем. Тому значна частина повітря, що вводиться супутним потоком,

переміщується в другу половину факелу, де закінчуються процеси горіння. В цій частині факелу збільшується вміст вільного кисню. Подача струменів газу тангенційно повітряному потоку збільшує кут розкриття факелу, завдяки чому факели з пальників перед натіканням на поверхню шихти зливаються в один загальний потік, що забезпечує рівномірне нагрівання шихти по ширині агломації. Пальники в просторі горна орієнтуються так, що нагрівання поверхневого прошарку шихти до необхідної температури (близько 1300°C) відбувається високотемпературною частиною факелу, після чого в прошарок поступають продукти згорання з високим вмістом вільного кисню, що забезпечує інтенсивне горіння твердого палива шихти. Інтенсифікації нагрівання сприяє поєднання теплообміну з горінням.

Суть винаходу пояснюється кресленням. На фіг. 1 показано подовжній розтин пальника в площині осей патрубків для підводу газу і повітря, на фіг. 2 зображено розтин конусного наконечника, а на фіг. 3 - розтин конусного наконечника в площині осей отворів для подачі газу.

Пальник вміщує корпус 1 з циліндричним насадком 2, центральну трубу 3 з конусним наконечником 4 з отворами 5 для подачі газу, конічну обечайку 6 з упорами для центровки - внутрішніми 7 і зовнішніми 8, що розташована між циліндричним насадком 2 і конусним наконечником 4. Центральна труба 3 приєднана до корпусу 1 за допомогою фланця 9. Патрубок 10 призначений для підводу повітря в корпус пальника. Кільцевий канал 11 між циліндричним насадком 2 і центральною трубою 3 розділений конічною обечайкою 6 на два коаксіальних канали - внутрішній 12 і зовнішній 13. Отвори 5 направлені до поверхні обечайки 6 під кутом  $\alpha$ . Центри вихідних перетинів отворів 5 для подачі газу розташовані від площини більшої основи обечайки (розтин А-А) на відстані  $b$ , що дорівнює 0,5-2,0 діаметрам отворів. Відношення площин кільцевих перетинів між циліндричним насадком 2 і обечайкою 6 на її вході (розтин А-А) і виході (розтин Б-Б) складає 1,0:(1,6-3,5). Отвори 5 в конусному наконечнику розвернуті по колу в одну сторону (на фіг. 3 по годинниковій стрілці), кут між віссю отворів і радіусом в центр вихідного перетину дорівнює  $\beta$ .

Газ подають через центральну трубу 3. Витікання газу в повітряний потік відбувається через отвори 5 під кутом до поверхні обечайки, що дорівнює 30-90°, і тангенційно з розворотом за (чи проти) годинникової стрілки на кут, що дорівнює 10-20°. Повітря подають через патрубок 10, кільцевий канал 11 і два кільцевих коаксіальних канали 12 і 13. При цьому повітряний потік ділиться конічною обечайкою на два - внутрішній, призначений для організації процесу горіння, і зовнішній для утворення супутного потоку. Повітряний потік конічною обечайкою в залежності від геометричних співвідношень відповідно винаходу ділиться на внутрішній і зовнішній потоки у співвідношенні (0,50-0,88):(0,50-0,12). Кільцевий канал 13 розширюється до вихідного перетину Б-Б у відповідності із запропонованим співвідношенням в 1,6-3,5 разів. У такому ж відношенні зменшується швидкість повітря між вхідним А-А і вихідним Б-Б перетинами каналу 13. Розширення каналу 13 між перетинами А-

А і Б-Б відповідно винаходу передбачено із розрахунку збільшення площини перерізу уперек на величину збільшення об'єму газового потоку за рахунок надходження до повітря газоподібного палива при приблизно однаковій швидкості в каналі.

Витрати повітря на горіння підтримують із умови, щоб коефіцієнт витрати повітря складав 1,0-1,1. При цьому в факелі створюється максимально можлива температура. Швидкість витікання газоповітряної суміші відповідно запропонованого співвідношення в 1,6-3,5 рази більше швидкості витікання повітря для створення супутного потоку. Внаслідок руху в супутному потоці збільшується далекобійність факелу. При цьому інтенсифікується передача теплоти завдяки удару високотемпературного факелу в поверхню шихти і суміщенні теплообміну з горінням. В зоні контакту факелу поверхня шихти нагрівається до 1250-1300°C. За цією зоною горнові гази нагріті і збагачені повітрям супутного потоку, внаслідок чого вони вміщують підвищену кількість вільного кисню (більше 8%), що забезпечує інтенсивне горіння твердого палива шихти і утворення в прошарку об'ємної зони горіння. Закручування газоповітряного потоку на виході із пальника збільшує кут розкриття факелів, забезпечуючи рівномірне нагрівання поверхні шихти по ширині прошарку.

Завдяки змішуванню палива в ядрі факелу в співвідношенні близькому до стехіометричного, направленню факелу під кутом до поверхні шихти, збільшенню кута розкриття факелу за рахунок закручування, суміщенню процесів теплообміну і горіння і організації після нагрівання поверхні шихти горіння твердого палива в прошарку з використанням підігрітих горнових газів з вмістом вільного кисню більше 8%, зменшуються витрати палива на запалення на 20-40%, збільшується стійкість футеровки і поліпшується якість агломерату.

Оптимальний кут звуження конічної обечайки складає 10-36°, або 5-18° на одну сторону. При куті менше 10° погіршуються умови змішування газу і повітря і збільшується довжина зони горіння, внаслідок чого в прошарок буде надходити частина газу, що не повністю згорів. При куті більше 36° прискорюється змішення газу і повітря, факел скорочується, горіння закінчується до удару факелу в поверхню. При цьому не використовується ефект інтенсифікації теплообміну від переміщення горіння на поверхню шихти.

Співвідношенням діаметру більшої основи обечайки і циліндричного насадка визначаються витрати повітря на центральний і супутний потоки. При відношенні більше 0,96 і відповідному діаметру центральної труби для підводу газу витрати повітря на супутний потік складає менше 12% від загального, внаслідок чого ефективність від супутного потоку незначна. При відношенні менше 0,85 витрати повітря на супутний потік стає більше половини від підведеного, що не варто із-за сильного зниження температури в горні за зоною горіння палива.

Відношенням площин кільцевих перетинів між циліндричним насадком і обечайкою на її вході і виході визначаються в кінцевому рахунку співвідношення між швидкістю витікання газоповітряного потоку і швидкістю витікання повітря для створення супутного потоку. При відношенні більше 1,0:1,6

і приблизно однаковій швидкості повітря на вході в кільцевий канал 12 і швидкості витікання газоповітряної суміші із каналу 12 швидкість супутного потоку складає більше 0,6 від швидкості газоповітряного потоку. При цьому збільшується сумарна кінетична енергія факелу і супутного потоку, що може привезти до виносу дрібної фракції з поверхневого прошарку шихти. При відношенні менше 1,0:3,5 збільшується різниця між швидкістю газоповітряного і супутного потоків, тому прискорюється змішування продуктів горіння з повітрям супутного потоку і зменшується вміст вільного кисню в газах, що надходять до прошарку, внаслідок чого погіршується горіння твердого палива шихти.

Кутом розвороту отворів для подачі газу визначається інтенсивність закручення факелу і, як слідство, кут його розкриття. При величині кута між віссю отворів і радіусом в центр вихідного перетину менше  $10^\circ$  збільшення кута розкриття факелу незначне, що може бути причиною нерівномірного нагрівання шихти по ширині прошарку. Збільшення цього кута більше  $20^\circ$  недоцільно, через те що може привезти до значного збільшення кута розкриття факелу, скороченню його ділини і зменшенню зміщення горіння газу на поверхню шихти.

Відстань між центрами вихідних перерізів отворів для подачі газу і площиною більшої основи обечайки впливає на якість змішення газу і повітря. При відношенні менше 0,5 отвори не вписуються в конічну частину наконечника. Збільшення цього відношення більше 2,0 недоцільно, тому що зменшується ділина шляху змішення газу з повітрям всередині пальника.

Приклад здійснення

Здійснення запропонованого винаходу наводиться на прикладі запалювального горна аглофабрики Криворізького державного гірничо-металургійного комбінату "Криворіжсталь". Паливо-суміш доменного і природного газів з теплою згорання  $2400\text{--}3000\text{ ккал/м}^3$ . Пальники модернізовані відповідно запропонованого винаходу. В пальнику між центральною трубою для подачі газу і циліндричним насадком встановлена конічна обечайка. Внутрішній діаметр циліндричного насадку дорівнює 178 мм, зовнішній діаметр більшої основи обечайки складає 164 мм, або 0,92 внутрішнього діаметру циліндричного насадку. Відношення

площин перерізів уперек кільцевих каналів з внутрішньої і зовнішньої сторін обечайки на її вході і виході складає 0,63:0,37. Приблизно у такому ж відношенні діляться витрати повітря на внутрішній, що поступає для участі в горінні, і зовнішній для утворення супутного потоку. Швидкість повітря на вході в ці кільцеві канали складає 34,4 м/с. Кут звуження конічної обечайки дорівнює  $20^\circ$ . Відношення площин кільцевих перерізів між циліндричним насадком і обечайкою на її вході і виході складає 1,0:2,4. Кут  $\alpha$  між віссю отворів для подачі газу і поверхнею обечайки складає  $70^\circ$ . Отвори для подачі газу розвернуті по годинниковій стрілці, кут  $\beta$  між віссю отворів і радіусом в центр вихідного перетину складає  $15^\circ$ . Центри вихідних перерізів отворів розташовані на відстані  $b$ , що дорівнює одному діаметру отворів, від площини більшої основи обечайки.

Швидкість витікання газу складає 60 м/с, швидкість витікання газоповітряної суміші із конічної обечайки дорівнює 32 м/с, швидкість витікання повітря на утворення супутного потоку складає 14 м/с.

Пальники розташовані на передній торцевій стінці запалювального горна, направлені в сторону руху конвеєра і встановлені під кутом  $25^\circ$  до горизонтальної площини. Ділина зони контакту факелів з поверхнею шихти складає 1,5-1,8 м, температура поверхні прошарку на виході із-під факелів складає  $1250\text{--}1300^\circ\text{C}$ , вміст вільного кисню в цій зоні дорівнює 10-12%. При натіканні на поверхню шихти факели зливаються в один загальний потік, що забезпечує рівномірне нагрівання по ширині агломації.

При використанні запропонованих пальників для запалення шихти забезпечується інтенсивне рівномірне по ширині нагрівання прошарку з утворенням нормально оплавленої структури агломерату підвищеної міцності. Витрати доменного і природного газів з теплою згорання  $2700\text{ ккал/м}^3$  на одне горно, що устатковане пальниками відповідно із запропонованим винаходом, складає  $1400\text{ м}^3/\text{ч}$ , на горно, що опалюється пальниками типу ГНП, які розташовані на бокових стінах горна, дорівнює  $2000\text{ м}^3/\text{ч}$ . Температура кладки горна знизилась на  $100\text{--}150^\circ\text{C}$ , внаслідок чого підвищилась його стійкість.

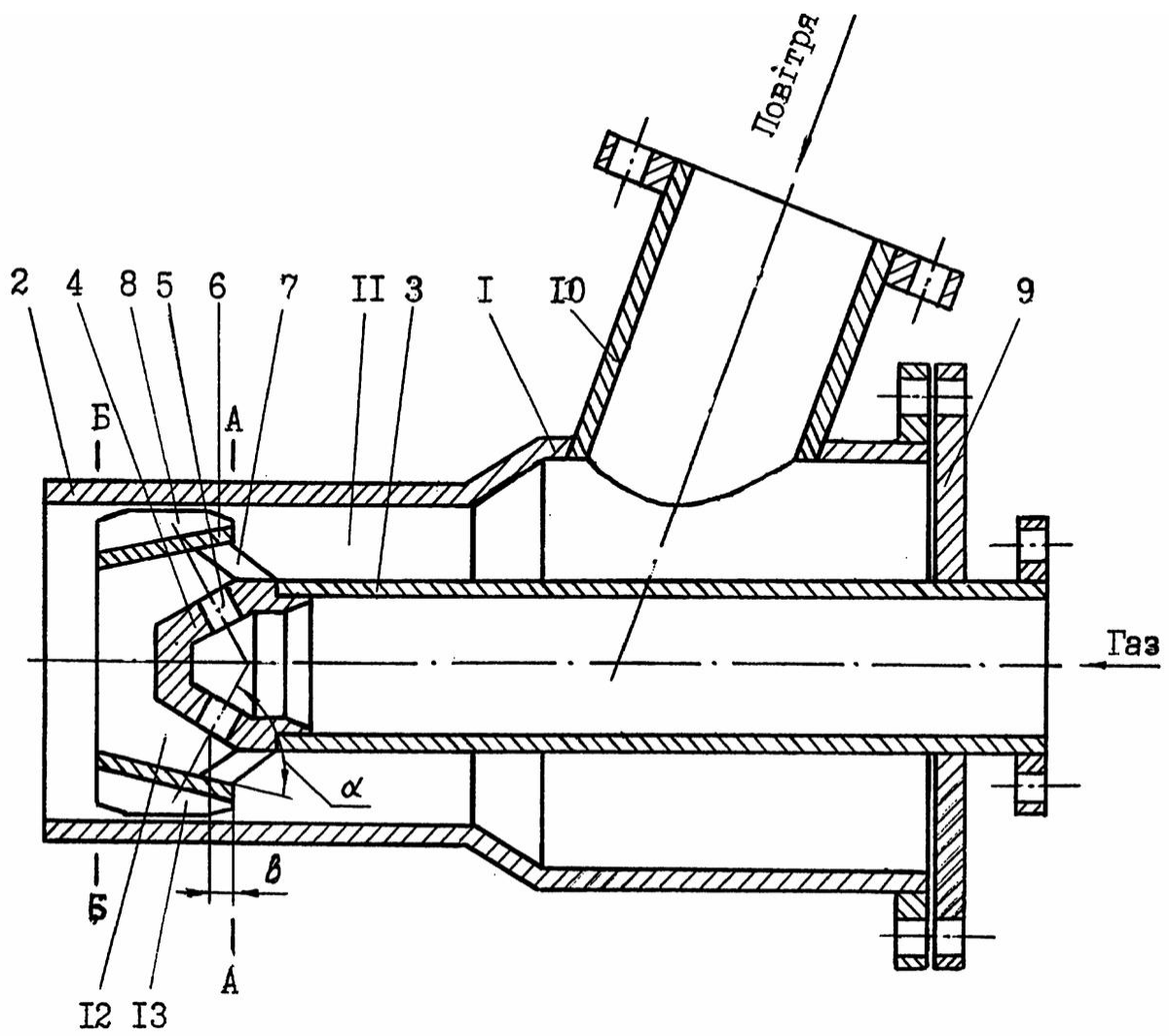


Fig. 1

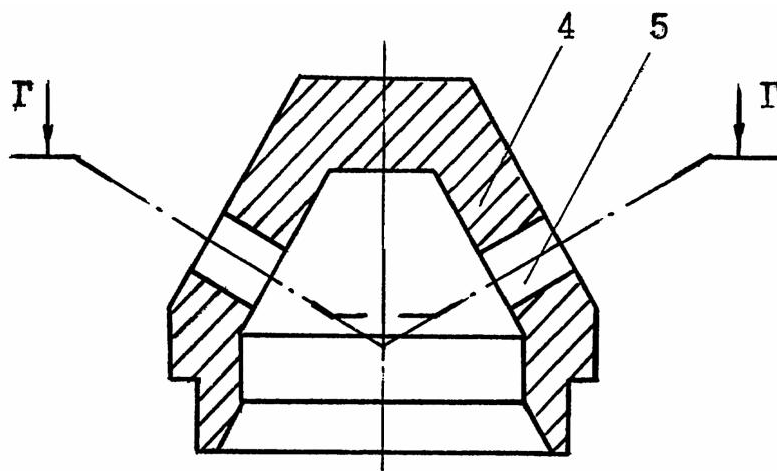
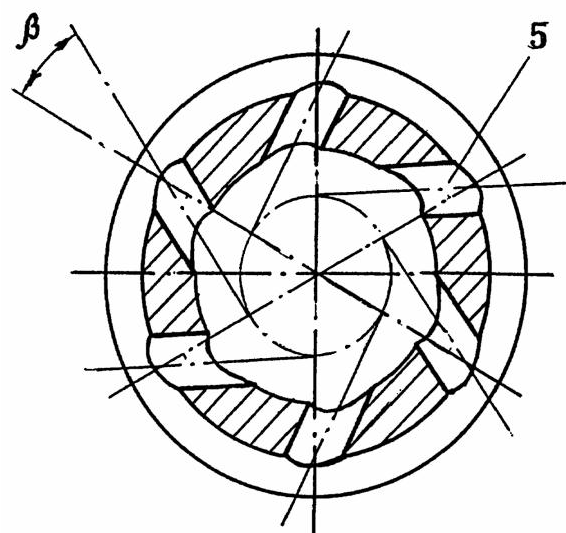


Fig. 2

$\Gamma - \Gamma$ 

Фіг. 3

---

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
(044) 295-81-42, 295-61-97

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2002 р. Формат 60x84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 35 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
(044) 268-25-22

---