



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42550 (13) A

(51) 7 C21C5/48

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

(54) ФУРМА

(21) 2001042177

(22) 03 04 2001

(24) 15 10 2001

(33) UA

(46) 15 10 2001, Бюл. № 9, 2001 р

(72) Безчерев Олександр Сергійович, Сущенко Андрій Вікторович

(73) Приазовський державний технічний університет, UA

(57) 1 Фурма, яка містить концентрично розташовані труби, що утворюють тракти для підводу та відводу охолоджувача, підводу газоподібного окислювача, наконечник з продувальними соплами, механічний переривник потоку газоподібного окислювача на вході в сопла, виконаний у вигляді диска з отворами, встановлений з можливістю обертання відносно поздовжньої осі фурми, яка відрізняється тим, що на поверхні диска, звернений у бік підводу газоподібного окислювача, встановлені принаймні два аеродинамічних елементи, симетрично розташовані відносно поздовжньої осі фурми, кожний з яких має похилу, сполучену з твірною отвору в диску, верхню поверхню, кут атаки якої потоком газоподібного окислювача становить $(-8)^{\circ}$ - 85°

2 Фурма за п. 1, яка відрізняється тим, що кількість аеродинамічних елементів дорівнює кількості отворів у диску

3 Фурма за п. 1 або п. 2, яка відрізняється тим, що аеродинамічний елемент являє собою пласти-

ну, нижня торцева поверхня якої нерухомо встановлена на поверхні диска

4 Фурма за п. 1 або п. 2, яка відрізняється тим, що аеродинамічний елемент являє собою тіло крилового профілю

5 Фурма за одним або декількома з пп. 1-4, яка відрізняється тим, що в наконечнику встановлені одне або декілька додаткових сопел, вхідні отвори яких зорієнтовані відносно вхідних отворів продувальних сопел та отворів у диску таким чином, що в процесі обертання диска перекриття вхідних отворів додаткових сопел послідовно проходить після перекриття вхідних отворів продувальних сопел і навпаки

6 Фурма за одним або декількома з пп. 1-4, яка відрізняється тим, що над наконечником у фурмі встановлені додаткові сопла, обладнані механічним переривником потоку газоподібного окислювача на вході в них, з'єднаним з диском і виконаним у вигляді кільця з отворами, встановленим з можливістю обертання відносно поздовжньої осі фурми, причому вхідні отвори додаткових сопел зорієнтовані відносно вхідних отворів продувальних сопел і отворів у диску та кільця таким чином, що в процесі обертання диска та кільця перекриття вхідних отворів додаткових сопел послідовно проходить після перекриття вхідних отворів продувальних сопел і навпаки

Винахід відноситься до металургії, переважно киснево-конверторного виробництва сталі

Відома фурма для продування розплаву імпульсними струменями [1], яка містить концентрично розташовані труби, що утворюють тракти для охолоджувача і газоподібного окислювача, багатосоплову голівку з соплами, розташованими під кутом до поздовжньої осі фурми, розміщений у газоподібному тракті ротор, виконаний у вигляді шайби з перемичкою, який має похилу поверхню і встановлений з можливістю перекриття одного або частини поруч розташованих сопел, при цьому шайба обладнана відцентровим регулятором швидкості обертання

Проте відома фурма характеризується складною конструкцією механізму організації імпульсно-

го подання потоків окислювача, а також додатковим механічним навантаженням на каретку фурми (у процесі продування розплаву), обумовленим відхиленням останньої від вертикального положення під дією відцентрової сили (при обертанні роторної шайби)

Відома фурма [2] - прототип, яка містить концентрично розташовані труби, що утворюють тракти для підводу та відводу охолоджувача, підводу газоподібного окислювача, наконечник з продувальними соплами, механічний переривач потоку газоподібного окислювача на вході в сопла, виконаний у вигляді диска з отворами, встановлений з можливістю обертання відносно поздовжньої осі фурми, причому диск приводиться в обертання розташованим у верхній частині фурми електро-

(19) UA (11) 42550 (13) A

двигуном з регульованою частотою обертання вала, який з'єднано з диском

При цьому за рахунок заміни роторної шайби диском з отворами спрощується конструкція механічного переривача потоку окислювача, а також істотно зменшується механічне навантаження на каретку фурми в процесі продування розплаву, обумовлене дією відцентрових сил

Проте зазначена конструкція фурми характеризується підвищеною вибухонебезпечністю, обумовленою можливістю іскроутворення при експлуатації приводу диска Крім того, система електропривода диска має високу вартість, характеризується складністю монтажу, обслуговування та ненадійністю в експлуатації

В основу винаходу поставлено завдання вдосконалити конструкцію фурми, в якій використання кінетичної енергії газового потоку (у газоподібному тракті) для приведення в обертання переривача газового потоку на вході в сопла замість системи електропривода, за рахунок спрощення конструкції, підвищення надійності та безпеки в експлуатації механізму обертання переривача, дозволить підвищити стійкість наконечників фурм і фурм у цілому, які використовуються для організації імпульсного подання потоків газоподібного окислювача, зменшити їх вартість, та, в остаточному підсумку, зменшити собівартість сталі, що виплавляється

Рішення поставленого завдання досягається за рахунок того, що у фурмі, яка містить концентрично розташовані труби, що утворюють тракти для підводу та відводу охолоджувача, підводу газоподібного окислювача, наконечник з продувальними соплами, механічний переривач потоку газоподібного окислювача на вході в сопла, виконаний у вигляді диска з отворами, встановлений з можливістю обертання відносно поздовжньої осі фурми, на поверхні диска, звернений у бік підводу газоподібного окислювача, встановлені принаймні два аеродинамічних елементи, симетрично розташованих відносно поздовжньої осі фурми, кожний з яких має похилу, сполучену з твірною отвору в диску, верхню поверхню, кут атаки якої потоком газоподібного окислювача становить $(-8)^{\circ}$ - 85°

А також, кількість аеродинамічних елементів дорівнює кількості отворів у диску

А також, аеродинамічний елемент являє собою пластину, нижня торцева поверхня якої нерухомо встановлена на поверхні диска

Крім того, аеродинамічний елемент являє собою тіло крилового профілю

Крім того, в наконечнику встановлені одне або декілька додаткових сопел, входні отвори яких зорієнтовані відносно входних отворів продувальних сопел та отворів у диску таким чином, що в процесі обертання диска перекриття входних отворів додаткових сопел послідовно слідує після перекриття входних отворів продувальних сопел і навпаки

Крім того, над наконечником у фурмі встановлені додаткові сопла, обладнані механічним переривачем потоку газоподібного окислювача на вході в них, з'єднаним з диском і виконаним у вигляді кільця з отворами, встановленим з можливістю обертання відносно поздовжньої осі фурми, причому входні отвори додаткових сопел зорієнтовані відносно входних отворів продувальних сопел і отворів у диску та кільці таким чином, що в процесі

обертання диска та кільця перекриття входних отворів додаткових сопел послідовно слідує після перекриття входних отворів продувальних сопел і навпаки

При створенні цього винаходу виходили з того, що використання аеродинамічних елементів, при взаємодії верхніх похилих поверхонь яких з потоком окислювача в газоподібному тракті виникає момент реактивної сили відносно поздовжньої осі фурми, який приводить диск в обертання, замість системи електропривода диска істотно спрощує конструкцію фурми, підвищує надійність та безпечність її експлуатації, а також знижує вартість механічного переривача потоку газоподібного окислювача на вході в сопла, наконечників фурм і фурм у цілому

Сполученість твірної отвору в диску та верхній поверхні аеродинамічного елемента забезпечує розташування останнього в області найбільш високих швидкостей потоку окислювача в газоподібному тракті (вхід в отвір диска та входний отвір сопла), що забезпечує необхідні значення реактивної сили та моменту, що обертає диск

Симетричність розташування аеродинамічних елементів відносно поздовжньої осі фурми, яка реалізується при кількості останніх (і, відповідно, отворів у диску) не менше двох, дозволяє забезпечити симетричне механічне радіальне навантаження на переривач потоку газоподібного окислювача, знизити можливість перекосів та "биття" диска, і, в остаточному підсумку, підвищити надійність та довговічність експлуатації переривачів, наконечників фурм і фурм у цілому

За умови, якщо кількість аеродинамічних елементів дорівнює кількості отворів у диску, забезпечується найбільш рівномірне механічне радіальне навантаження на переривач потоку газоподібного окислювача та мінімальні габаритні розміри аеродинамічних елементів

Відповідно до наявних експериментальних даних [3-6] у діапазоні значень кута атаки верхньої поверхні аеродинамічного елемента потоком газоподібного окислювача $(-8)^{\circ}$ - 85° забезпечуються необхідні для роботи механічного переривача потоку газоподібного окислювача значення реактивної сили та, як наслідок, моменту, що обертає диск Нижня межа зазначеного діапазону значень кута атаки $(-8)^{\circ}$ встановлена [3] (стор 338-339, фіг 192, формула 8 396), [4] (стор 221, фіг 142), [6] (стор 97, рис 3-8), як мінімальний кут (з точністю до градуса), при якому значення коефіцієнта підйомної сили, яка діє на аеродинамічний елемент, виконаний у вигляді тіла крилового профілю та, як наслідок, значення реактивної сили будуть більше нуля Верхня межа зазначеного діапазону значень кута атаки (85°) встановлена [5] (стор 372, рис 11 1, 11 2) з такого співвідношення (з точністю до градуса)

$$K_3 \cdot 89^{\circ} = 0,95 \cdot 89^{\circ} = 85^{\circ},$$

K_3 - коефіцієнт запасу, значення якого прийнято рівним 0,95, 89° - максимальний кут (з точністю до градуса), при якому значення реактивної сили, яка діє на аеродинамічний елемент, виконаний у вигляді тіла з плоскою верхньою поверхнею, буде більше нуля При значеннях кута атаки, які виходять за зазначений діапазон, запропонований пристрій не працюватиме

Виконання аеродинамічного елемента у вигляді пластини, нижня торцева поверхня якої нерухомо встановлюється на поверхні диска, є одним із найбільш простих варіантів конструктивного реалізації аеродинамічного елемента

Виконання аеродинамічного елемента у вигляді тіла крилового профілю забезпечує найбільш (за інших рівних умов) значення реактивної сили при найменших габаритних розмірах аеродинамічного елемента

Встановлення в наконечнику фурми одного або декількох додаткових сопел, призначених для подання потоків вторинного газоподібного окислювача, який використовується для допалювання відхідних газів у шлаку, за умови, якщо вхідні отвори додаткових сопел зорієнтовані відносно вхідних отворів продувальних сопел та отворів у диску таким чином, що в процесі обертання диска перекриття вхідних отворів додаткових сопел послідовно слідує після перекриття вхідних отворів продувальних сопел і навпаки, дозволить організувати ефективне допалювання в шлаку СО-вмісних газів, що утворюються в процесі продування розплаву, за рахунок таких чинників

1) інтенсифікації тепло-масообмінних процесів у реакційних зонах та областях допалювання за рахунок квазіперіодичного відновлення зазначених зон та областей в агрегаті,

2) взаємного узгодження часу протікання процесу окислювання вуглецю струменями первинного кисню і процесу допалювання відхідних газів струменями вторинного кисню,

3) додаткової турбулізації взаємодіючих фаз у системі, і, як наслідок, збільшення коефіцієнтів тепло-масообміну, а також поверхонь теплообміну та взаємодії фаз,

4) інтенсифікації перемішування ванни (металу та шлаку),

5) зменшення теплових втрат від областей (зон) організації допалювання, у т. ч. теплових потоків на внутрішню поверхню футерівки агрегату та зовнішню поверхню продувальної фурми (у першу чергу при організації допалювання відхідних газів у газовій фазі над ванною)

Встановлення у фурмі над наконечником додаткових сопел, призначених для подання потоків вторинного газоподібного окислювача, який використовується для допалювання відхідних газів у газовій фазі над ванною, обладнаних механічним переривачем потоку газоподібного окислювача на вході в них, з'єднаним з диском і виконаним у вигляді кільця з отворами, встановленим з можливістю обертання відносно поздовжньої осі фурми, за умови, якщо вхідні отвори додаткових сопел зорієнтовані відносно вхідних отворів продувальних сопел і отворів у диску та кільці таким чином, що в процесі обертання диска та кільця перекриття вхідних отворів додаткових сопел послідовно слідує після перекриття вхідних отворів продувальних сопел і навпаки, дозволить організувати ефективне допалювання в газовій фазі над ванною СО-вмісних газів, що утворюються в процесі продування розплаву, за рахунок наведених у попередньому абзаці чинників

Сутність винаходу зображена на фіг. 1-5, де

на фіг. 1 - фурма з механічним переривачем потоку газоподібного окислювача на вході в сопла,

виконаним у вигляді диска з отворами, на поверхні якого встановлені аеродинамічні елементи (далі просто фурма),

на фіг. 2 - переріз А-А на фіг. 1,

на фіг. 3 - вид Б на фіг. 1,

на фіг. 4 - фурма з аеродинамічними елементами, виконаними у вигляді пластини, нижня торцева поверхня якої нерухомо встановлена на поверхні диска,

на фіг. 5 - переріз В-В на фіг. 4,

на фіг. 6 - вид Г на фіг. 4,

на фіг. 7 - фурма з аеродинамічними елементами, виконаними у вигляді тіла крилового профілю,

на фіг. 8 - переріз Д-Д на фіг. 7,

на фіг. 9 - вид Є на фіг. 7,

на фіг. 10 - фурма з додатковими соплами, призначеними для подання потоків вторинного газоподібного окислювача, який використовується для допалювання відхідних газів у шлаку,

на фіг. 11 - переріз Ж-Ж на фіг. 10,

на фіг. 12 - вид З на фіг. 10,

на фіг. 13 - фурма з додатковими соплами, призначеними для подання потоків вторинного газоподібного окислювача, який використовується для допалювання відхідних газів у газовій фазі над ванною,

на фіг. 14 - переріз І-І на фіг. 13,

на фіг. 15 - вид К на фіг. 13

Фурма 1 містить концентрично розташовані труби, що утворюють тракти 2 для підводу та відводу охолоджувача, тракт 3 для підводу газоподібного окислювача, наконечник 4 з продувальними соплами 5, механічний переривач потоку газоподібного окислювача на вході в сопла 5, виконаний у вигляді диска 6 з отворами 7, встановлений у підшипниковому вузлі 8 з зазором на верхньому торці 9 наконечника 4 з можливістю обертання відносно поздовжньої осі 10 фурми 1, при якому здійснюється повне або часткове періодичне перекриття вхідних отворів 11 продувальних сопел 5. На поверхні диска 6, звернений у бік підводу газоподібного окислювача, встановлені аеродинамічні елементи 12, симетрично розташовані відносно поздовжньої осі 10 фурми 1, кожний із яких має похилу, сполучену з твірною 13 отвору 7 у диску 6, верхню поверхню 14, кут атаки якої потоком газоподібного окислювача α (див. фіг. 3, 6, 9, 12, 15) в залежності від конструкції аеродинамічного елемента становить $(-8)^{\circ}$ - 85°

При цьому аеродинамічний елемент 12 може бути виконаний у вигляді

а) пластини, нижня торцева поверхня 15 якої нерухомо встановлена на поверхні диска 6 (див. фіг. 4-6),

б) тіла крилового профілю (див. фіг. 7-8)

Крім того (див. фіг. 10-12), у наконечнику 4 фурми 1 можуть бути встановлені додаткові (-е) сопла (-о) 16, вхідні отвори 17 яких (-ого) зорієнтовані відносно вхідних отворів 11 продувальних сопел 5 і отворів 7 у диску 6 таким чином, що в процесі обертання диска 6 перекриття (повне або часткове) вхідних отворів 17 додаткових (-ого) сопел (-ла) 16 послідовно слідує після перекриття (повного або часткового) вхідних отворів 11 продувальних сопел 5 і навпаки

Крім того (див. фіг. 13-15), над наконечником 4 у фурмі 1 можуть бути встановлені додаткові соп-

ла 18, диск 6 з'єднано з механічним переривачем потоку газоподібного окислювача на вході в додаткові сопла 18, виконаним у вигляді кільця 19 з отворами 20, встановленим з можливістю обертання відносно позовжньої осі 10 фурми 1, при якому здійснюється повне або часткове періодичне перекриття вхідних отворів 21 додаткових сопел 18, причому вхідні отвори 21 додаткових сопел 18 зорієнтовані відносно вхідних отворів 11 продувальних сопел 5 і отворів 7, 20 у диску 6 та кільці 19 (відповідно) таким чином, що в процесі обертання диска 6 і кільця 19 перекриття вхідних отворів 21 додаткових сопел 18 послідовно слідує після перекриття вхідних отворів 11 продувальних сопел 5 і навпаки. З'єднання диска 6 з кільцем 19 може бути здійснено різноманітним способом, у даному випадку - за допомогою штока 22.

Пристрій працює таким чином.

При протіканні газоподібного окислювача по тракту 3 його взаємодія з похилими поверхнями 14 аеродинамічних елементів 12 призводить до виникнення реактивної сили та, як наслідок, моменту, що обертає диск 6 (напрямок обертання диска показано на фіг. 2, 5, 8, 11, 14). У процесі обертання диска 6 здійснюється періодичне перекриття вхідних отворів 11 продувальних сопел 5 (на фіг. 1-15 устрій показано в момент повного відкриття вхідних отворів 11 продувальних сопел 5, який відповідає максимальному поданню потоків газоподібного окислювача через продувальні сопла 5). У результаті чого здійснюється імпульсне подання потоків газоподібного окислювача через продувальні сопла 5, призначеного для рафінування металу в агрегаті.

У тому випадку, якщо в наконечнику 4 фурми 1 встановлені додаткові (-е) сопла (-о) 16 для подання потоків (-а) вторинного газоподібного окислювача, який використовується для допалювання відхідних газів у шлаку (див. фіг. 10-12), то в процесі обертання диска 6 здійснюється періодичне перекриття вхідних отворів 17 додаткових (-ого) сопел (-ла) 16 у протифазі до перекриття вхідних отворів 11 продувальних сопел 5, тобто момент максимального подання потоків газоподібного окислювача через продувальні сопла 5 відповідає моменту мінімального подання потоків газоподібного окислювача через додаткові (-е) сопла (-о) 16 і навпаки - момент максимального подання потоків газоподібного окислювача через додаткові (-е) сопла (-о) 16 відповідає моменту максимального подання потоків газоподібного окислювача через продувальні сопла 5. У результаті чого здійснюється узгоджене імпульсне подання потоків газоподібного окислювача, який використовується для рафінування металу в агрегаті, та потоків (-а) газоподібного окислювача, який використовується

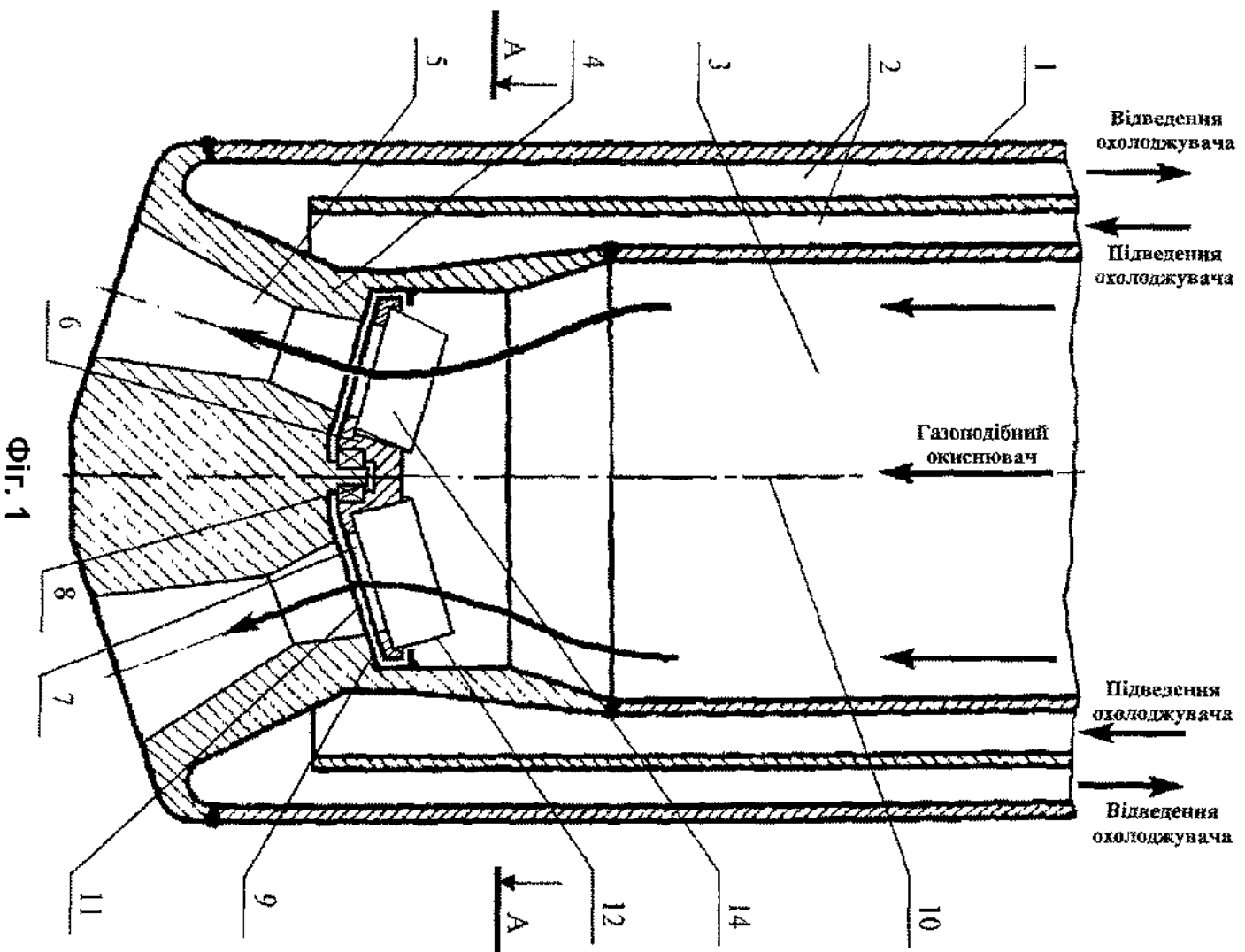
для допалювання в шлаку СО-вмісних газів, що утворюються в процесі продування розплаву.

У тому випадку, якщо над наконечником 4 фурми 1 встановлені додаткові сопла 18 для подання потоків вторинного газоподібного окислювача, який використовується для допалювання відхідних газів у газовій фазі над ванною (див. фіг. 13-15), то в процесі обертання кільця 19, з'єданого з диском 6, здійснюється періодичне перекриття вхідних отворів 21 додаткових сопел 18 у протифазі до перекриття вхідних отворів 11 продувальних сопел 5, тобто момент максимального подання потоків газоподібного окислювача через продувальні сопла 5 відповідає моменту мінімального подання потоків газоподібного окислювача через додаткові сопла 18, і навпаки - момент максимального подання потоків газоподібного окислювача через додаткові сопла 18 відповідає моменту максимального подання потоків газоподібного окислювача через продувальні сопла 5. У результаті чого здійснюється узгоджене імпульсне подання потоків газоподібного окислювача, який використовується для рафінування металу в агрегаті, і потоків (-а) газоподібного окислювача, який використовується для допалювання в газовій фазі над ванною СО-вмісних газів, що утворюються в процесі продування розплаву.

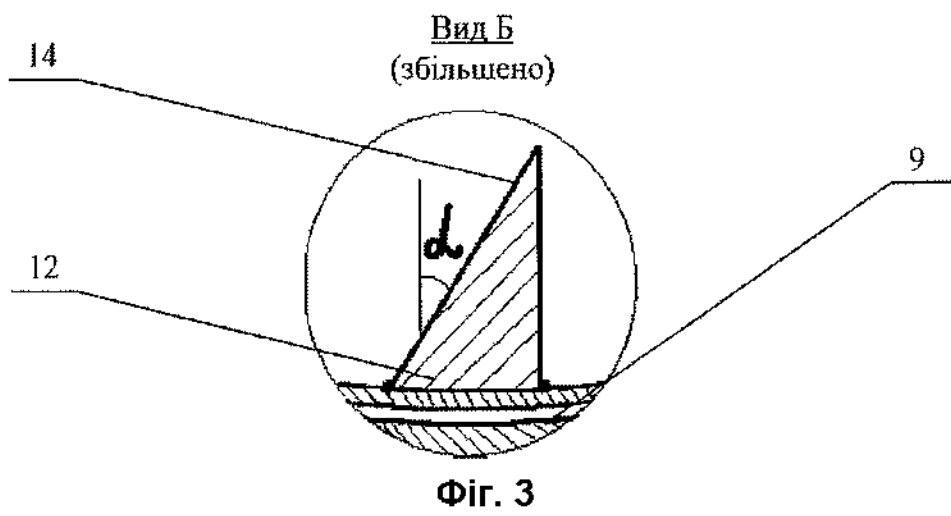
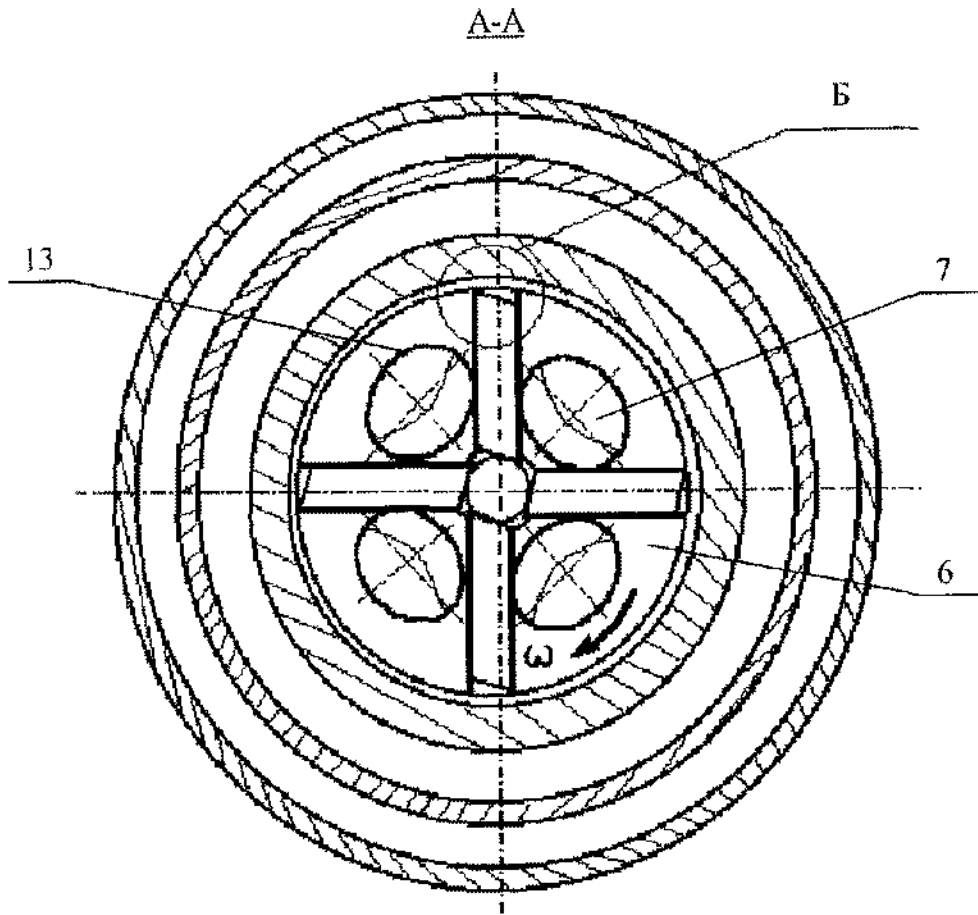
Застосування цього винаходу, за рахунок використання кінетичної енергії газового потоку (у газоподібному тракту фурми) для приведення в обертання переривача потоку окислювача на вході в сопла замість системи електропривода, дозволить істотно спростити конструкцію фурми для організації імпульсного подання потоків газоподібного окислювача, підвищити надійність її експлуатації, стійкість наконечників фурм і фурм у цілому.

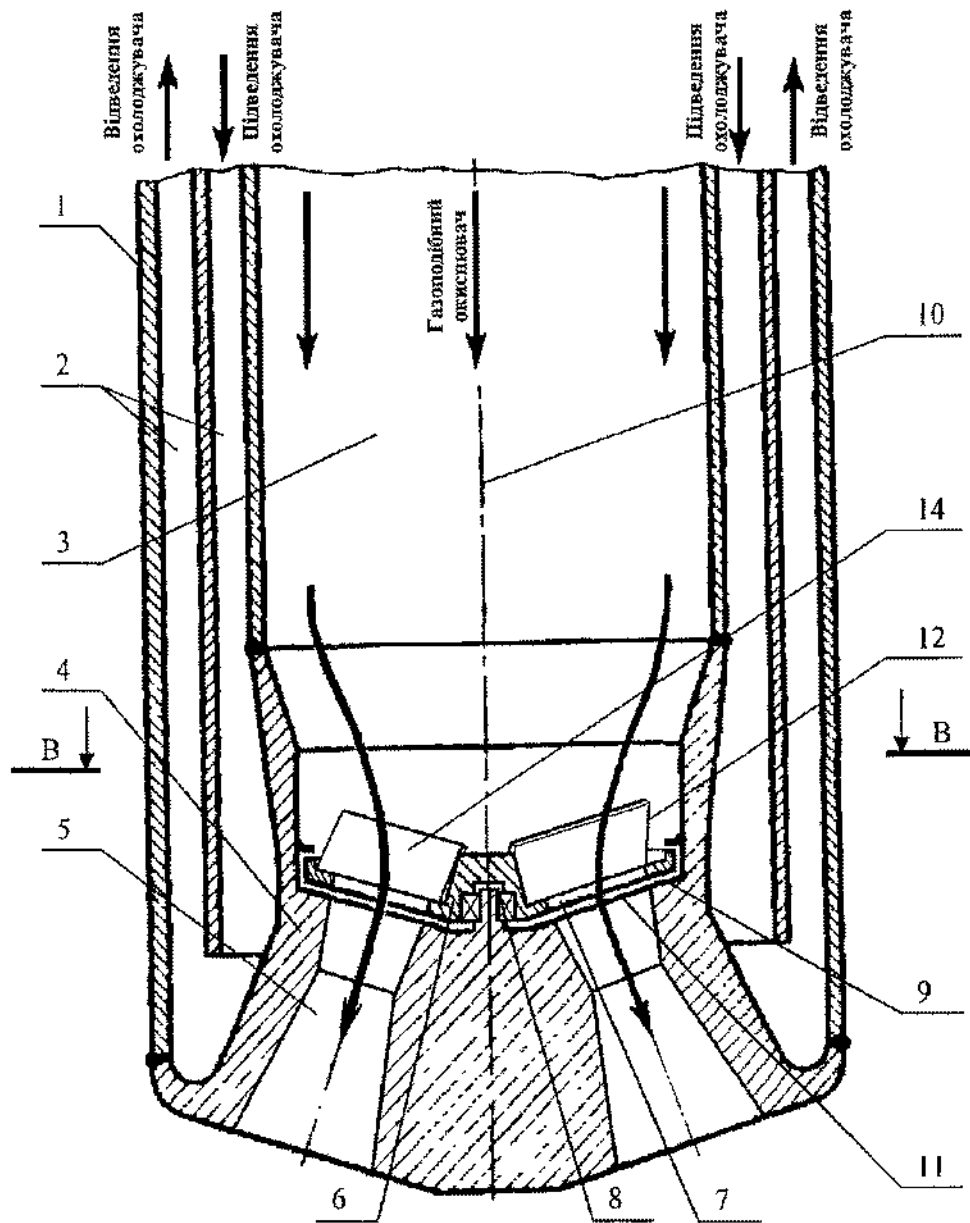
Джерела інформації

- 1 Фурма для продувки расплава импульсными струями / А.с. СССР № 885287, МКИ ³21 С5/48 / Модерау Ю.В., Евченко В.Н., Лар Йенс // БИ № 44, 1981.
- 2 Такахаші Ю. Разработка верхней фурмы для вторичного дожига в экспериментальном конвертере // Тэцу то хаганэ J. Iron and Steel Inst. Jap. - 1987 - Т. 73, № 4 - С. 216.
- 3 Пфлейдерер К. Лопаточные машины для жидкостей и газов. Водяные насосы, вентиляторы, турбовоздуходувки, турбокомпрессоры. - Пер. с нем. - М. Машгиз, 1960 - 683 с.
- 4 Ломакин А.А. Центробежные и пропеллерные насосы. - М. - Л. Машгиз, 1950 - 320 с.
- 5 Мартынов А.К. Прикладная аэродинамика. - М. Машиностроение, 1972 - 448 с.
- 6 Дурнов П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры. - Киев-Одесса. Вища школа. Головное изд-во, 1985 - 264 с.

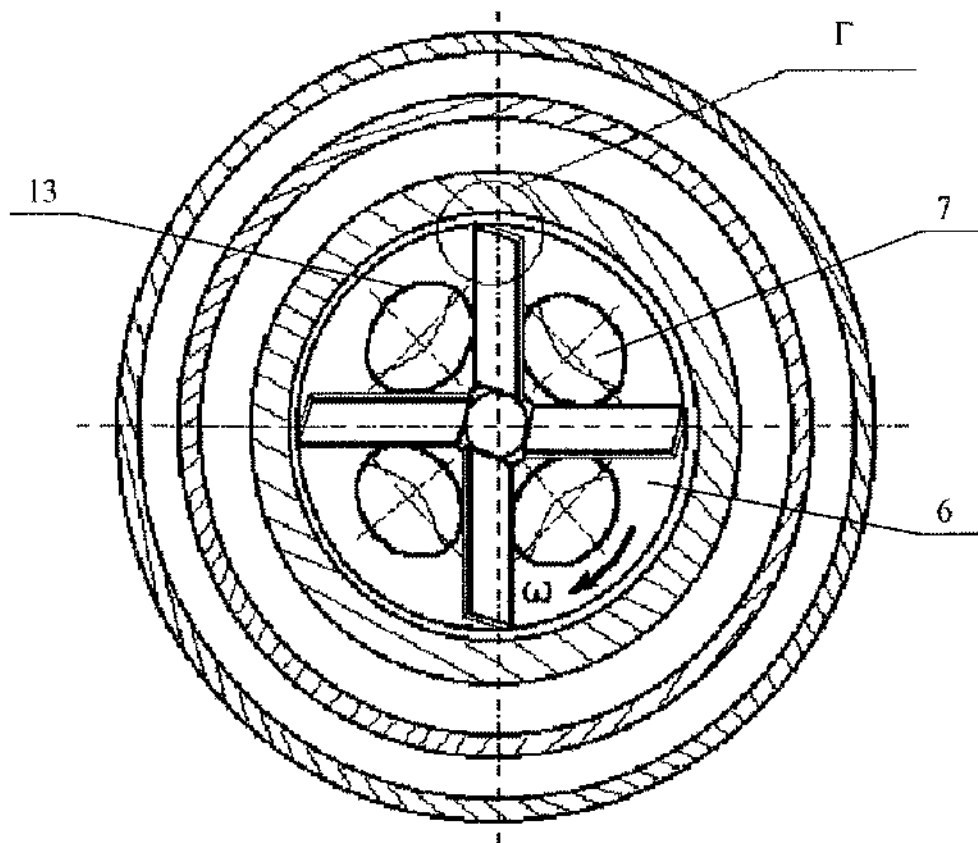


Фіг. 1



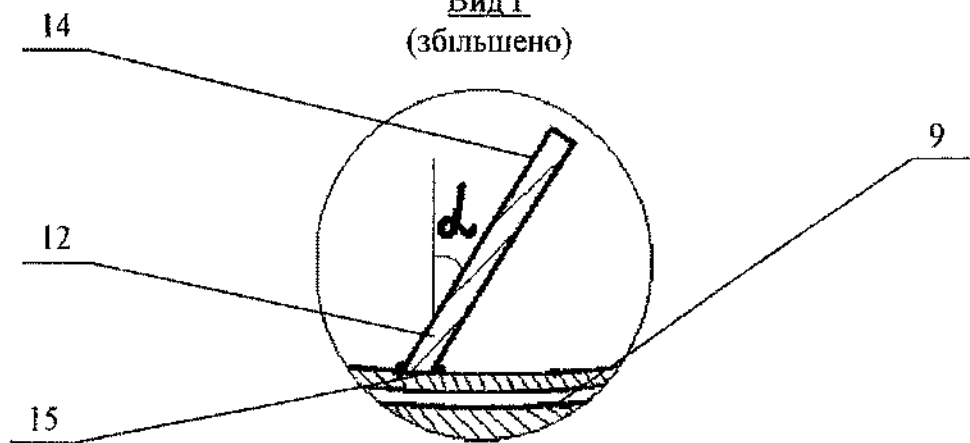


Фіг. 4

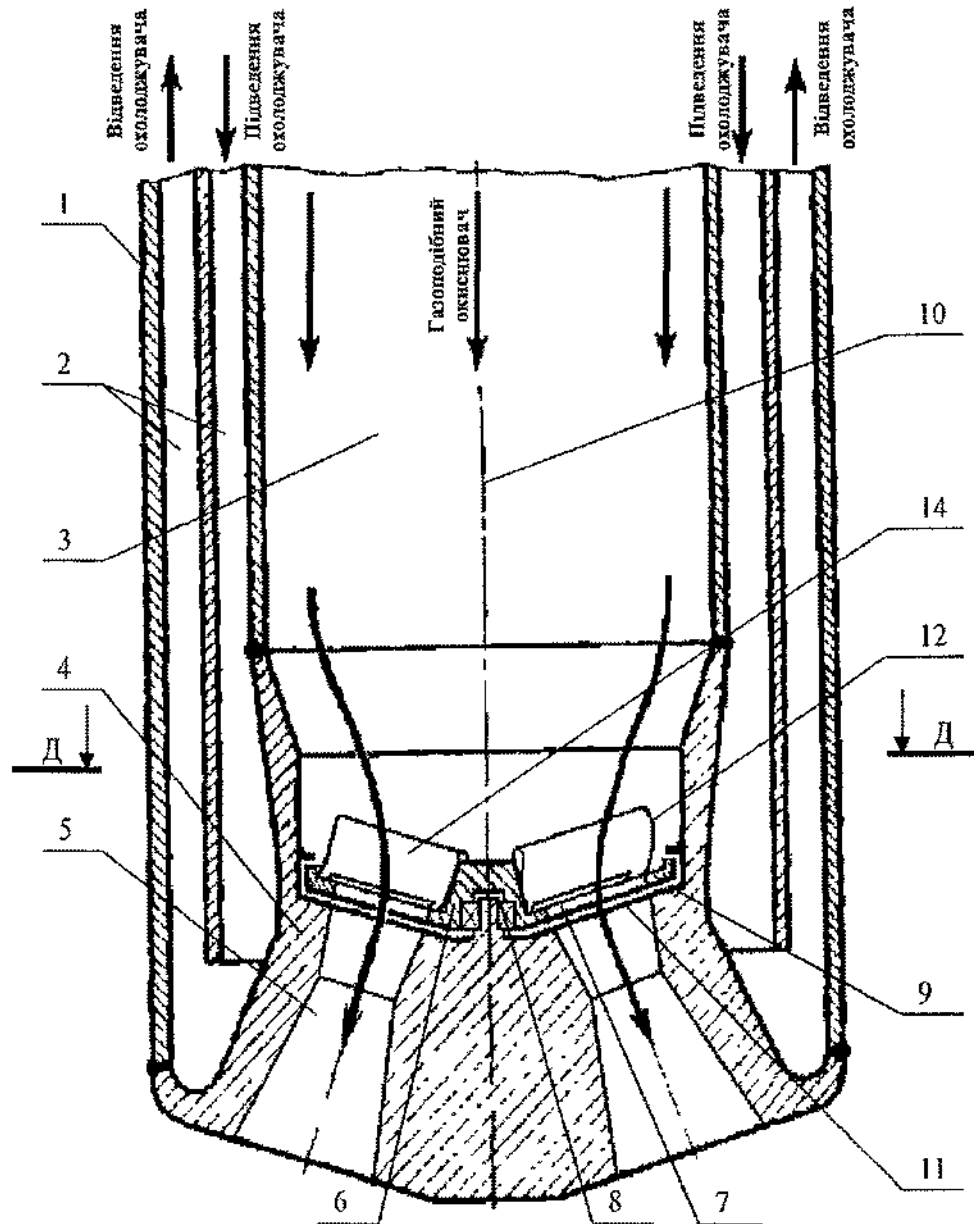
В-В

Фиг. 5

Вид Г
(збільшено)



Фиг. 6



Фиг. 7

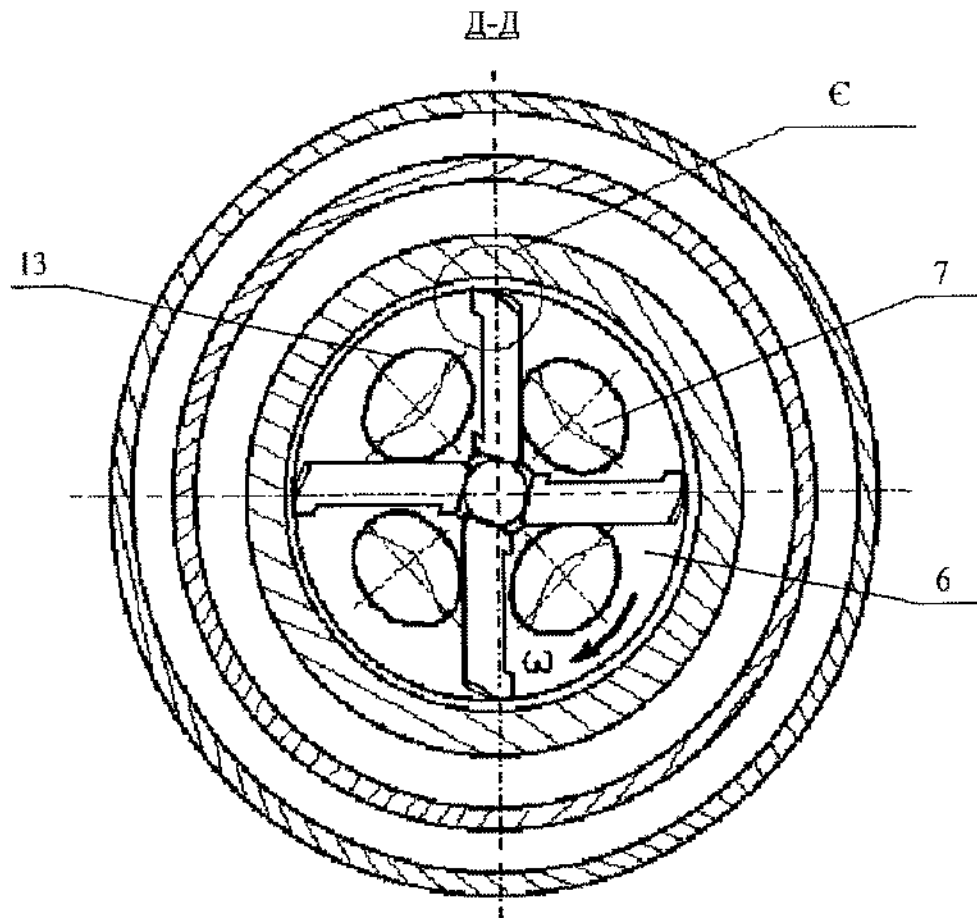


Fig. 8

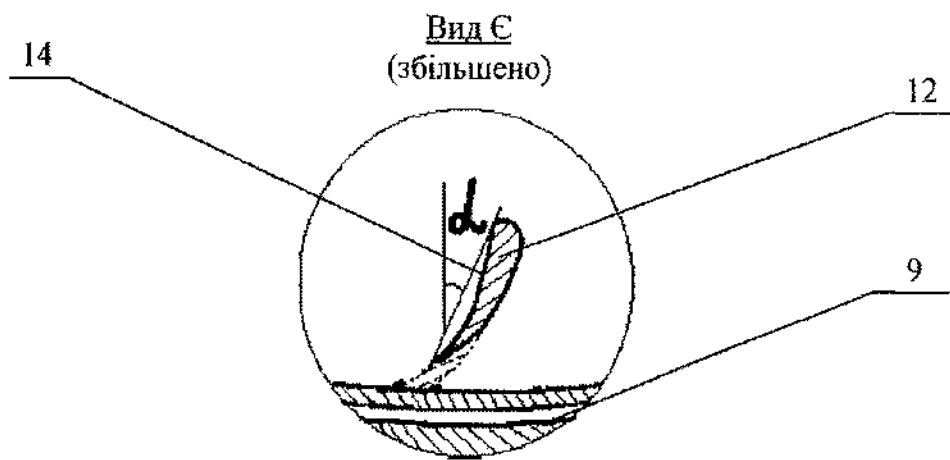
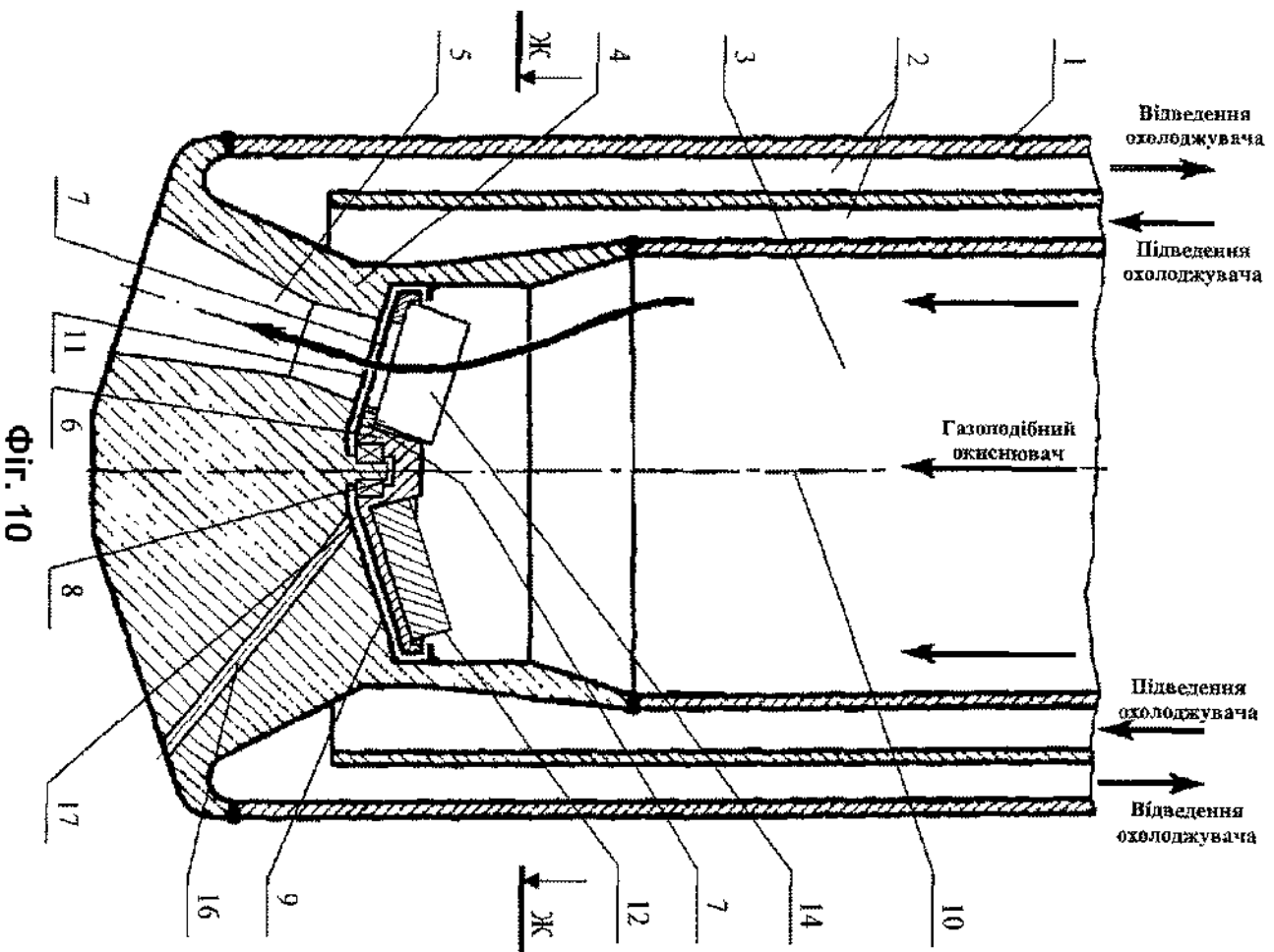
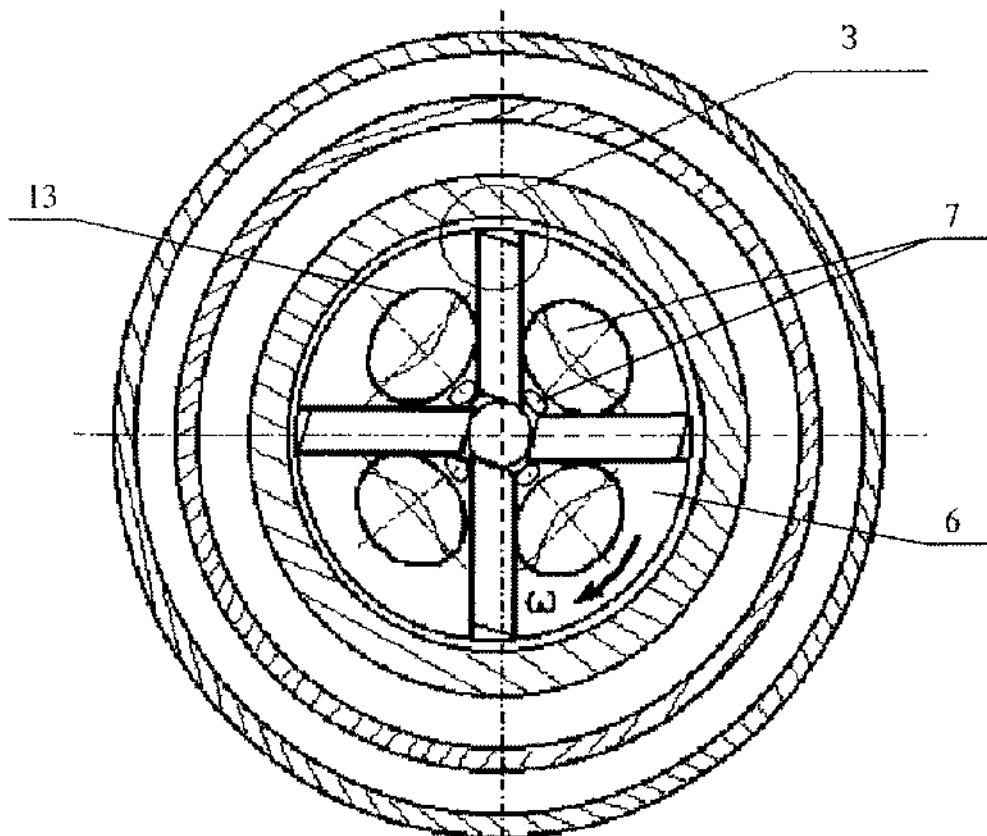


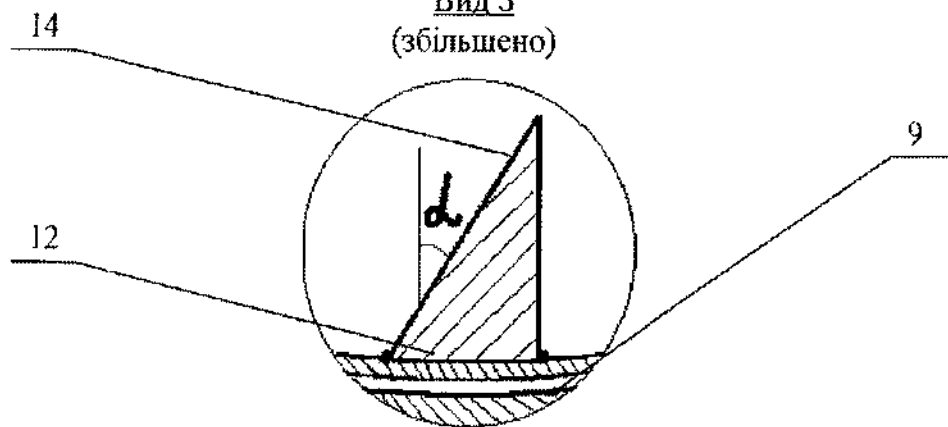
Fig. 9



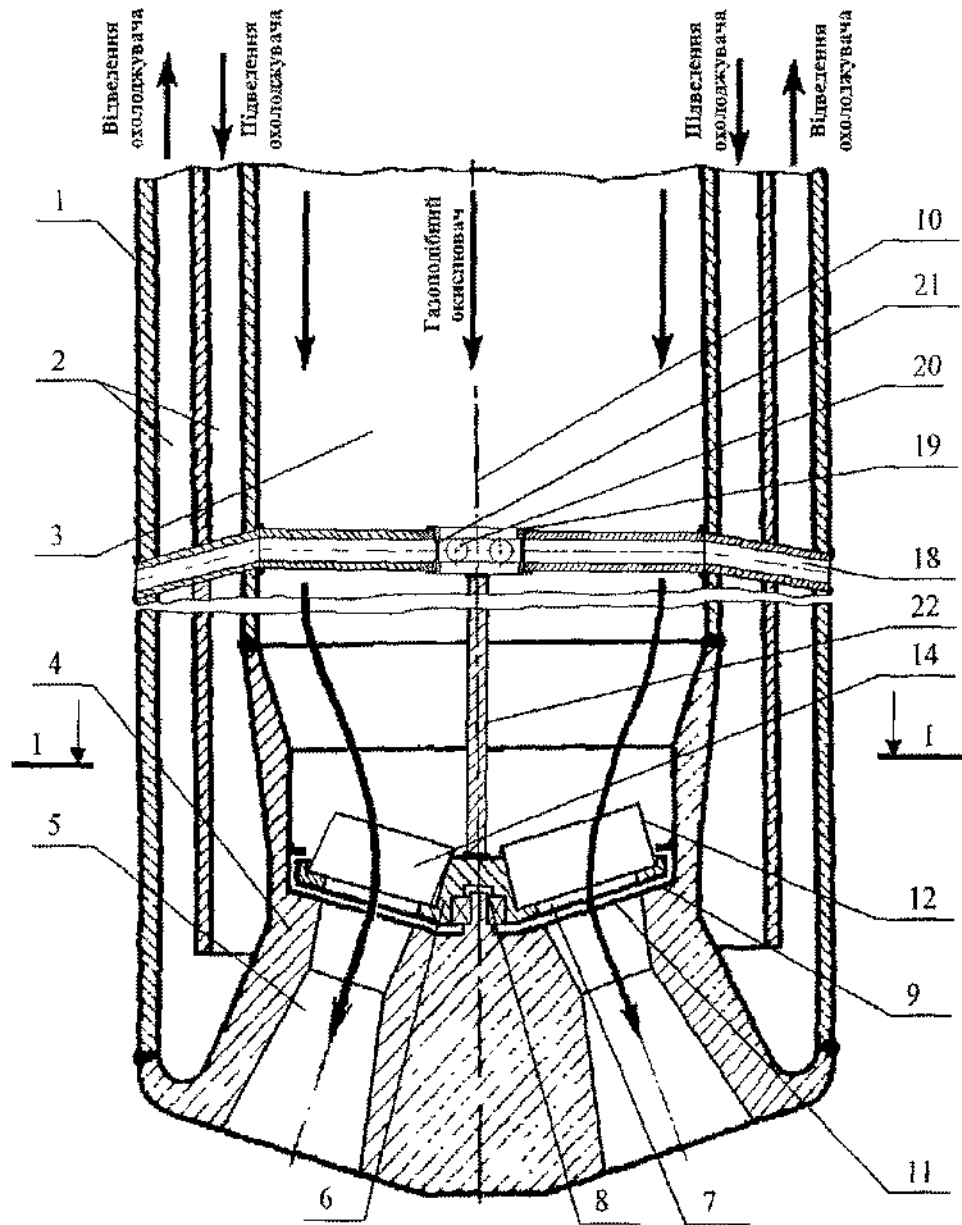
Ж-Ж

Фіг. 11

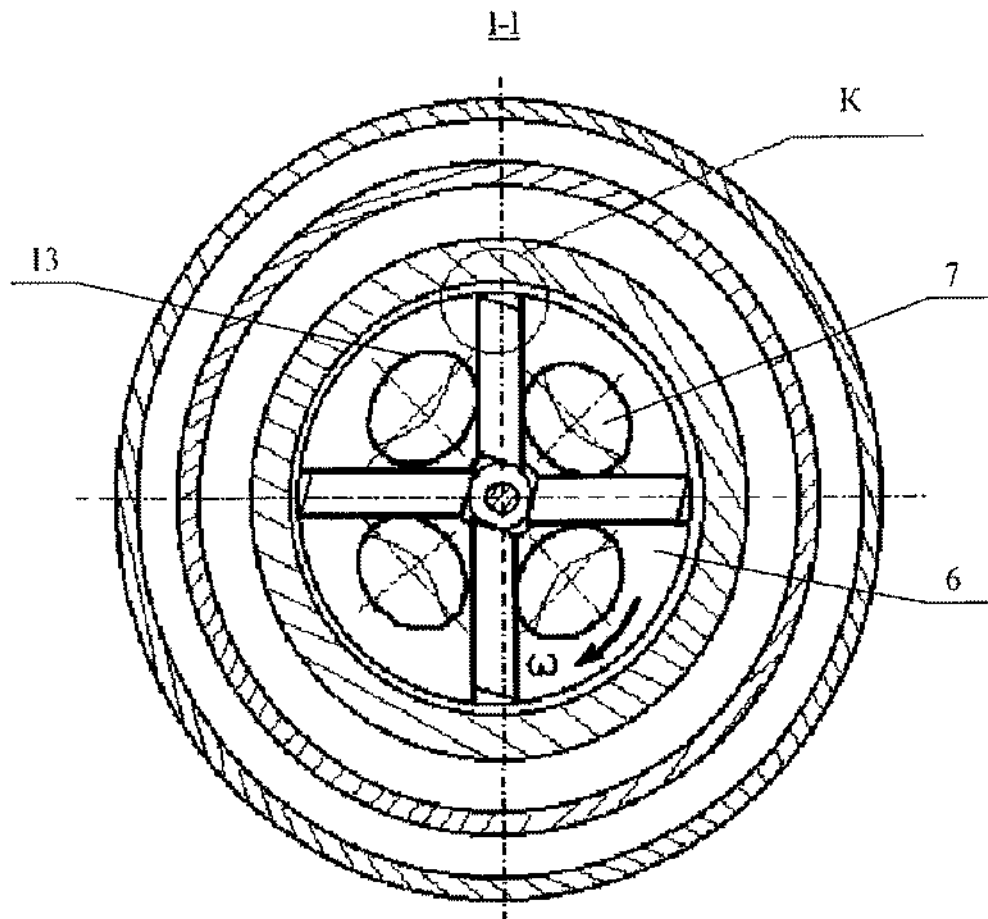
Вид 3
(збільшено)



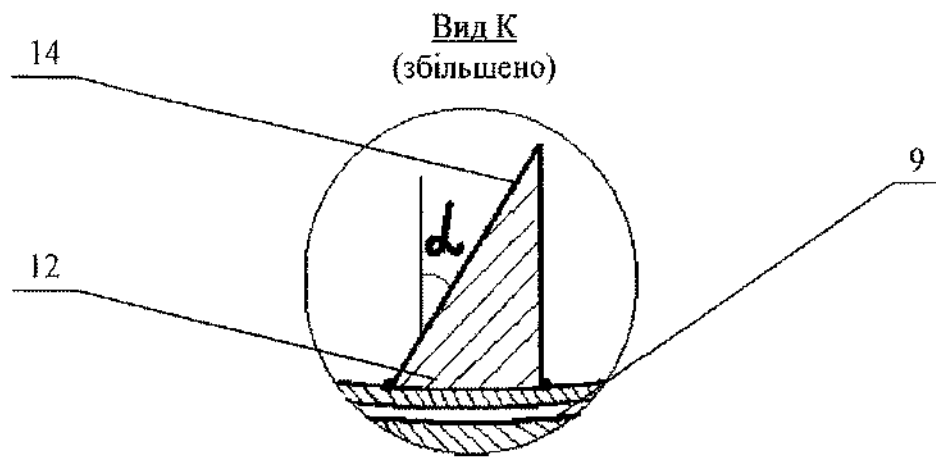
Фіг. 12



Фіг. 13



Фіг. 14



Фіг. 15

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

Підписано до друку _____ 2002 р. Формат 60х84 1/8
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

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