



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82131 (13) C2  
(51) МПК (2006)  
B22C 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) ЖИВИЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ ДЛЯ ЛИТТЯ МЕТАЛІВ

1

2

(21) a200605773

(22) 21.10.2004

(24) 11.03.2008

(86) PCT/GB2004/004451, 21.10.2004

(31) 0325134.5

(32) 28.10.2003

(33) GB

(72) ПАУЕЛЛ КОЛІН, СЕЛЬСТРЕМ ЯН, ПЕРССОН  
ЯН ЕРІК

(73) ФОСЕКО ІНТЕРНЕТШНЛ ЛІМІТЕД

(56) EP 1184104 A1, 06.03.2002

(57) 1. Живильний елемент для використання при литті металів, який має перший кінець для установлення на ливарну модель, протилежний другий кінець для введення живильної вставки і канал між першим і другим кінцями, що утворюється бічною стінкою, при цьому живильний елемент виконаний з можливістю незворотного стиснення при використанні для зменшення відстані між першим і другим кінцями.

2. Живильний елемент за п. 1, в якому початкова межа міцності на стиснення складає не більше 5000 Н.

3. Живильний елемент за п. 1 або п. 2, в якому початкова межа міцності на стиснення становить щонайменше 500 Н.

4. Живильний елемент за будь-яким з пп. 1-3, в якому початкова межа міцності на стиснення становить щонайменше 500 Н і не більше 3000 Н.

5. Живильний елемент за будь-яким з пп. 1-4, в якому при стисненні відбувається деформація некрихкого матеріалу.

6. Живильний елемент за п. 5, в якому некрихким матеріалом є метал.

7. Живильний елемент за п. 6, в якому згаданий метал вибраний зі сталі, алюмінію, алюмінієвих сплавів, латуні.

8. Живильний елемент за п. 7, в якому згаданим металом є сталь.

9. Живильний елемент за будь-яким з пп. 1-8, в якому живильний елемент має ступінчасту бічну стінку, яка містить першу групу зон бічної стінки у вигляді кілець з діаметром, що збільшується, взаємозв'язану і утворену як одне ціле з другою групою зон бічної стінки.

10. Живильний елемент за п. 9, в якому живильний елемент утворений за допомогою одного кільця між парою зон бічної стінки з другої групи.

11. Живильний елемент за п. 9 або п. 10, в якому товщина зон бічної стінки складає від 0,4 мм до 1,5 мм.

12. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-11, в якому кільця виконані круглими.

13. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-12, в якому кільце або кільця виконані плоскими.

14. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-13, в якому зони бічної стінки мають фактично рівну товщину, так що діаметр каналу живильного елемента збільшується від першого кінця до другого кінця живильного елемента.

15. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-14, в якому друга група зон бічної стінки виконана кільцеподібною.

16. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-15, в якому кут, який утворений між віссю каналу і першими зонами бічної стінки, складає приблизно від 55° до 90°.

17. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-16, в якому перший кінець живильного елемента утворений за допомогою зон бічної стінки з другої групи, при цьому згадана зона бічної стінки довше, ніж інші зони бічної стінки другої групи.

18. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-17, в якому зона бічної стінки, яка утворює перший кінець живильного елемента, нахилена до осі каналу під кутом від 5° до 30°.

19. Живильний елемент за будь-яким з пп. 9-18, в якому товщина зон бічної стінки складає приблизно від 4% до 24% відстані між внутрішнім і зовнішнім діаметрами перших зон бічної стінки.

20. Живильний елемент за п. 19, в якому вільний край зони бічної стінки, який утворює перший кінець живильного елемента, має направлений всередину кільцевий фланець або буртик.

21. Живильний елемент за будь-яким з пп. 1-8, в якому бічна стінка виконана з одним або більше місцями ослаблення, які при використанні зазнають деформації або зрізу під дією заданого навантаження.

22. Живильний елемент за п. 21, в якому бічна стінка виконана щонайменше з однією зоною зменшеної товщини, яка деформується під дією заданого навантаження.

23. Живильний елемент за будь-яким з пп. 21-22, в якому бічна стінка виконана з одними або більше зламами, вигинами, складками або іншими

(13) C2

(11) 82131

(19) UA

контурами, які приводять до деформації бічної стінки під дією заданого навантаження.

24. Живильний елемент за будь-яким з пп. 21-23, в якому канал виконаний у вигляді зрізаного конуса і обмежений бічною стінкою, що має щонайменше одну канавку, яка проходить по колу.

25. Живильна система для лиття металів, яка містить живильний елемент за будь-яким з пп. 1-24 і прикріплену до нього живильну вставку.

26. Живильна система за п. 25, в якій живильна вставка прикріплена до живильного елемента за допомогою клеючої речовини або за допомогою установа на живильний елемент по щільній посадці, або за допомогою формування вставки навколо частини живильного елемента.

Даний винахід належить до вдосконаленого живильного елемента для використання при операціях лиття металів із застосуванням ливарних форм, головним чином, але не виключно, в системах з високим тиском з формування піщано-глинистої суміші.

При типовому процесі лиття виконують подачу розплавленого металу в заздалегідь утворену ливарну порожнину, яка визначає форму відливка. Однак, коли метал затвердіває, він дає усадку, що призводить до утворення усадкових раковин, які, в свою чергу, призводять до неприйнятних дефектів готового лиття. Ця проблема добре відома в ливарній промисловості і її вирішують за допомогою використання живильних вставок або стояків, які вбудовують в форму протягом її створення. Кожна живильна вставка забезпечує додатковий (звичайно замкнений) об'єм або порожнину, що сполучається з порожниною ливарної форми, тому розплавлений метал також надходить в живильну вставку. Протягом затвердіння розплавлений метал з живильної вставки перетікає назад в порожнину форми для компенсації усадки лиття. Важливо, щоб метал в порожнині живильної вставки залишався розплавленим довше, ніж метал в порожнині форми, тому живильні вставки виготовляють таким чином, щоб вони мали високу ізоляційну здатність або звичайно були б більшою мірою екзотермічними, так щоб при контакті з розплавленим металом було б утримане додаткове тепло для затримки затвердіння.

Після затвердіння і видалення матеріалу форми небажаний залишковий метал всередині живильної вставки залишається прикріпленим до відливка і повинен бути видалений. Щоб полегшити видалення залишкового металу, порожнина живильної вставки може вужчати до її основи (тобто, до того кінця живильної вставки, який є найближчим до порожнини форми), при цьому таку конструкцію звичайно називають прибутком тонкою шийкою. Коли на залишковий метал впливають за допомогою швидкого і сильного удару, він відділяється в ослабленому місці, яке буде знаходитися поблизу форми (процес, звичайно званий «обрубанням»). Також бажано, щоб слід на литті був невеликим для можливості розташування живильних вставок в тих зонах лиття, де доступ може бути обмежений суміжними деталями.

Хоч живильні вставки можуть бути встановлені безпосередньо на поверхню порожнини ливарної

форми, їх часто використовують спільно зі стрижнем-перемичкою. Стрижень-перемичка звичайно являє собою диск з вогнетривкого матеріалу (звичайно піщаний стрижень на смоляній зв'язці, або керамічний стрижень, або стрижень з матеріалу живильної вставки) з отвором в його центрі, який встановлюють між порожниною форми і живильною вставкою. Діаметр отвору, що проходить через стрижень-перемичку задають таким, щоб він був меншим, ніж діаметр внутрішньої порожнини живильної вставки (яка необов'язково повинна бути звукуваною), так що обрубання відбувається біля стрижня-перемички поблизу форми.

Ливарні форми звичайно створюють за допомогою використання формувальної моделі, яка визначає порожнину форми. На модельній плиті в заданих місцях передбачають штирі як місця установки живильних вставок. Як тільки необхідні вставки встановлені на модельній плиті, форма буде утворена за допомогою засипки формувального піску на модельну плиту і навколо живильних вставок, поки живильні вставки не будуть покриті. Форма повинна мати достатню міцність, щоб протистояти ерозії протягом лиття розплавленого металу, витримувати феростатичний тиск, що діє на форму, коли вона заповнена, і протистояти силам розширення/стиснення, коли відбувається затвердіння металу.

Формувальні суміші можна віднести до двох основних категорій: з хімічним зв'язком (на основі органічних або неорганічних зв'язуючих речовин) або зі зв'язком за допомогою глини. Хімічно сполучені формувальні зв'язуючі речовини звичайно являють собою самозатвердіваючі системи, в яких зв'язуюча речовина і хімічний отверджувач змішують з піском, при цьому зв'язуюча речовина і отверджувач починають негайно вступати в реакцію, але це відбувається досить повільно, щоб забезпечити можливість одержання певної конфігурації формувальної суміші навколо модельної плити і подальшу можливість достатнього затвердіння для видалення і лиття.

У разі формування зі зв'язком за допомогою глини, використовують глину і воду як зв'язуючу речовину, яка може бути використана в «сирому» або непросушеному стані, і яку звичайно називають сирою формувальною сумішшю. Під дією сил стиснення не відбувається сама по собі швидкий плин або легке переміщення сирих

сумішей, тому для ущільнення сирій формувальної суміші навколо моделі і для придання формі достатніх міцнісних властивостей, про що було детально сказано раніше, прикладають різноманітні поєднання струшування, вібрації, обтиснення і трамбування для створення форм з рівномірною міцністю при високій продуктивності. Формувальну суміш звичайно стискають (ущільнюють) під високим тиском, як правило, використовуючи гідравлічний поршень (процес, званий «трамбуванням»). При підвищенні вимог, що стосуються складності лиття і продуктивності, виникає необхідність в формах, більш стабільних відносно розмірів, і простежується тенденція до застосування більш високого тиску при трамбуванні, що може призвести до поломки живильної вставки і/або стрижня-перемички, якщо він є, особливо в тому випадку, коли стрижень-перемичка або живильна вставка знаходяться в безпосередньому контакті з модельною плитою перед трамбуванням.

Вказана вище проблема може бути частково усунена за допомогою використання пружинних штирів. Живильна вставка і використовуваний за розсудом встановлювальний стрижень (за складом і загальними розмірами подібний стрижням-перемичкам) спочатку знаходяться на відстані від модельної плити і переміщуються до неї при трамбуванні. Пружинний штир і живильна вставка можуть бути сконструйовані таким чином, що після трамбування кінцеве положення вставки буде таке, що вона не буде знаходитися в безпосередньому контакті з модельною плитою, і може знаходитися на відстані від поверхні моделі, яка звичайно становить 5-25мм. Місце обрубання часто непередбачуване, оскільки воно залежить від розмірів і профілю основи пружинних штирів, і це призводить до додаткових витрат на очищення. Інші проблеми, пов'язані з пружинними штирями, розкриті в [європейському патенті EP-A-1184104]. Рішення, запропоноване в [патенті EP-A-1184104], полягає у виконанні живильної вставки з двох частин. При стисненні в процесі формування одну частину форми (вставки) всувають в іншу частину. Одна з частин форми (вставки) завжди знаходиться в контакті з модельною плитою і в цьому випадку не потрібний пружинний штир. Однак є проблеми, пов'язані з всуванням пристроєм згідно з [патентом EP-A-1184104]. Наприклад, внаслідок всувної дії об'єм живильної вставки після формування змінюється і залежить від ряду факторів, що включають в себе тиск формувальної машини, геометрію відливання і властивості формувальної суміші. Така непередбачуваність може негативно позначитися на характеристиці подачі. Крім того, пристрій не ідеально підходить в тих випадках, коли потрібні вставки з екзотермічними властивостями. Якщо використовують екзотермічні вставки, безпосередній контакт екзотермічного матеріалу з поверхнею лиття небажаний і може призвести до поганій обробки поверхні, локальних забруднень поверхні лиття і навіть до дефектів, зумовлених наявністю газу під поверхнею.

Ще один недолік всувного пристрою згідно з [європейським патентом EP-A-1184104]

зумовлений вушками або фланцями, які потрібні для збереження первинного проміжку між двома частинами форми (вставки). Протягом формування ці невеликі вушки відламуються (забезпечуючи за допомогою цього можливість виконання всувної дії) і просто падають в формувальну суміш. Протягом певного періоду часу ці шматки будуть введені в формувальну суміш. Проблема стоїть особливо гостро, якщо ці шматки виготовлені з екзотермічного матеріалу. Волога, що міститься в формувальній суміші, потенційно може вступати в реакцію з екзотермічним матеріалом (наприклад, алюмінієм), що створює потенційну небезпеку виникнення дефектів, зумовлених невеликими розривами.

Задача даного винаходу згідно з його першим аспектом полягає в створенні вдосконаленого живильного елемента, який може бути використаний при виконанні формування для лиття. Зокрема, задача даного винаходу згідно з його першим аспектом полягає в створенні живильного елемента, який забезпечує одну або більше (а переважно всі) з наступних переваг:

(i) невелику площу контакту живильного елемента (отвори до відливка);

(ii) невеликий слід (контакт зовнішнього профілю) на поверхні відливка;

(iii) знижену імовірність руйнування живильної вставки під дією високого тиску при створенні форми;

(iv) прийнятне обрубання зі значним зниженням вимог відносно очищення.

Ще одна задача даного винаходу полягає в усуненні або в зменшенні одного або більше з недоліків, пов'язаних з всувною живильною вставкою, яка складається з двох частин, розкритою в [європейському патенті EP-A-1184104].

Задача згідно з другим аспектом даного винаходу полягає в створенні альтернативної живильної системи по відношенню до системи, запропонованої в [європейському патенті EP-A-1184104].

Згідно з першим аспектом даного винаходу створений живильний елемент, призначений для його використання при литті металів, причому живильний елемент має перший кінець для установлення на ливарну модель (плиту), протилежний другий кінець для заходження живильної вставки і канал між першим і другим кінцями, що утворюється бічними стінками, при цьому живильний елемент під час його використання може бути безповоротно стиснутий, щоб таким чином зменшити відстань між першим і другим кінцями.

Буде зрозуміло, що на величину стиснення і на силу, яка необхідна для забезпечення стиснення, буде впливати ряд факторів, що включають в себе матеріал для виготовлення живильного елемента, а також форму і товщину бічної стінки. Рівною мірою зрозуміло, що окремі живильні елементи будуть сконструйовані відповідно до передбачуваного застосування, допустимого тиску і вимог, що стосуються розмірів живильника. Хоч винахід особливо вигідний у

випадку формувальних систем зі значним об'ємом, призначених для високого тиску, він також корисний для використання при низькому тиску (при відповідній конфігурації), наприклад, у разі ливарних форм, що трамбуються вручну.

Переважно, щоб початкова межа міцності на стиснення (тобто сила, необхідна для початкового стиснення і безповоротної деформації живильного елемента понад природну пружність, яку він має в його не використовуваному і не стислому стані) складала не більше 5000Н, а більш переважно, щоб вона не перевищувала 3000Н. Якщо початкова межа міцності на стиснення вельми висока, то формувальний тиск може викликати пошкодження живильної вставки перед початковим стисненням. Переважно, щоб початкова межа міцності на стиснення становила щонайменше 500Н. Якщо межа міцності на стиснення вельми низька, то стиснення елемента може бути почате ненавмисно, наприклад, якщо велика кількість елементів укладена в штабель для зберігання або при транспортуванні.

Живильний елемент згідно з даним винаходом можна розглядати як стрижень-перемичку, оскільки цей термін належним чином описує деякі функції елемента при його використанні. Стрижні-перемички традиційно містять формувальну суміш, зв'язану смолою, або їх виконують з керамічного матеріалу, або вони являють собою стрижні з такого ж матеріалу, що і матеріал живильних вставок. Однак живильний елемент згідно з даним винаходом може бути виготовлений з інших різних прийнятних матеріалів. У разі певних конфігурацій може виявитися більш прийнятним вважати живильний елемент живильною горловиною.

Використовуваний тут термін «стискуваний» застосований в його найбільш широкому значенні і призначений тільки для зазначення того, що довжина живильного елемента між його першим і другим кінцями буде менше після стиснення, ніж перед стисненням. Стиснення безповоротно, тобто важливо, щоб після припинення дії сили, що викликає стиснення, живильний елемент не повертався до своєї первинної форми.

Стиснення може бути забезпечене за допомогою деформації некрихкого матеріалу, такого як метал (наприклад, сталі, алюмінію, алюмінієвих сплавів, латуні і т.д.), або пластику. У першому варіанті конструкції бічну стінку живильного елемента виконують з одним або більше ослабленими місцями, які призначені для деформації (або навіть зрізу) під дією заданого навантаження (пов'язаного з міцністю на стиснення).

Бічна стінка може бути виконана щонайменше з однією зоною, що має зменшену товщину, яка деформується під дією заданого навантаження. Як варіант, або на доповнення до вказаного, бічна стінка може мати один або більше зламів, вигинів, складок або контурів іншого виду, які приводять до деформації бічної стінки під дією заданого навантаження (відповідної межі міцності на стиснення).

У другому варіанті конструкції канал виконують у вигляді усіченого конуса і обмежують

бічною стінкою, що має щонайменше одну кругову канавку. Така щонайменше одна канавка може знаходитися на внутрішній або (переважно) на зовнішній поверхні бічної стінки і при використанні забезпечує місце ослаблення, яке передбачуваним чином зазнає деформації або зрізу при прикладанні навантаження (відповідної межі міцності на стиснення).

У особливо переважному варіанті конструкції живильний елемент має ступінчасту бічну стінку, яка містить першу групу зон в формі кілець (які необов'язково повинні бути плоскими) зі збільшуваним діаметром, взаємозв'язаних і виконаних як одне ціле з другою групою зон бічної стінки. Переважно, щоб зони бічної стінки мали фактично рівномірну товщину, так щоб діаметр каналу живильного елемента збільшувався від першого кінця до його другого кінця. Звичайно другу групу зон бічної стінки виконують кільцеподібними (тобто, паралельними осі каналу), хоч вони можуть бути виконані у вигляді усіченого конуса (тобто, нахиленими до осі каналу). Обидві групи зон бічної стінки можуть мати некруглу форму (наприклад, овальну, квадратну, прямокутну або зіркоподібну).

Характер стиснення живильного елемента може бути змінений за допомогою регулювання діаметра кожної зони стінки. У одному з варіантів конструкції всі зони з першої групи зон бічної стінки мають одну і ту ж довжину, і всі зони з другої групи зон бічної стінки також мають одну і ту ж довжину (яка може бути такою ж, що і довжина зон першої групи, або відрізняється від неї). Однак, в переважному варіанті конструкції, довжина зон першої групи зон бічної стінки змінюється, при цьому зони стінки в напрямі до другого кінця живильного елемента довше, ніж зони бічної стінки в напрямі до першого кінця живильного елемента.

Живильний елемент може бути утворений за допомогою одного кільця між парою зон бічної стінки з другої групи. Однак живильний елемент може мати до шести або більше зон кожної з першої і другої груп зон бічної стінки.

Переважно, щоб кут, утворений між віссю каналу і першими зонами бічної стінки (особливо тоді, коли другі зони бічної стінки паралельні осі каналу), складав приблизно від 55° до 90°, а більш переважно, щоб він складав приблизно від 70° до 90°. Переважно, щоб товщина зон бічної стінки складала приблизно від 4% до 24%, більш переважно приблизно від 6% до 20%, а ще більш переважно приблизно від 8% до 16% відстані між внутрішнім і зовнішнім діаметрами перших зон бічної стінки (тобто, кільцевої товщини у разі плоских кілець (поєсків)).

Переважно, щоб відстань між внутрішнім і зовнішнім діаметрами першої групи зон бічної стінки складала від 4мм до 10мм, а більш переважно, щоб вона складала від 5мм до 7,5мм. Переважно, щоб товщина зон бічної стінки складала від 0,4мм до 1,5мм, а більш переважно від 0,5мм до 1,2мм.

Загалом, кожна з бічних стінок в межах першої і другої груп буде паралельна, так що описана вище кутова залежність застосовна до всіх зон бічної стінки. Однак цей випадок необов'язковий і

одна (або більше) із зон бічної стінки може бути нахилена до осі каналу під іншим кутом, ніж інші зони з тієї ж групи, особливо тоді, коли зона бічної стінки утворює перший кінець (основу) живильного елемента.

У звичайному варіанті конструкції між живильним елементом і литтям буде утворений тільки кромковий контакт, при цьому перший кінець (основа) живильного елемента буде визначений зоною бічної стінки першої або другої групи, яка не перпендикулярна до осі каналу. З наведеного вище обговорення буде зрозуміло, що такий пристрій переважний відносно доведення до мінімуму сліду і площі контакту живильного елемента. У таких варіантах конструкції зона бічної стінки, яка визначає перший кінець живильного елемента, може мати іншу довжину і/або орієнтацію по відношенню до інших зон бічної стінки цієї групи. Наприклад, зона бічної стінки, що визначає основу, може бути нахилена до осі каналу під кутом від 5° до 30°, а переважна від 5° до 15°. Переважно, щоб вільний край зони бічної стінки, що визначає перший кінець живильного елемента, мав направлений всередину кільцевий фланець або буртик.

Звичайно, зона бічної стінки першої групи утворює другий кінець живильного елемента, при цьому зона бічної стінки переважно перпендикулярна осі каналу. Такий пристрій забезпечує прийнятну поверхню для монтажу живильної вставки при її використанні.

З наведеного вище обговорення зрозуміло, що живильний елемент призначений для використання спільно з живильною вставкою. Таким чином, згідно з другим аспектом, у винаході створена живильна система для лиття металів, що містить живильний елемент згідно з першим аспектом і прикріплена до нього живильну вставку.

Вид живильної вставки не має конкретних обмежень, при цьому вона може бути, наприклад, ізолюючою, екзотермічною або може поєднувати обидві з цих властивостей; одні з таких вставок, наприклад, продає компанія Fosco з товарним знаком KALMIN, FEEDEX або KALMINEX. Живильна вставка звичайно прикріплена до живильного елемента за допомогою клейкої речовини, але також може бути встановлена по щільній посадці, або має муфту, відформовану навколо частини живильного елемента.

Варіанти здійснення конструкції згідно з винаходом далі будуть описані лише за допомогою прикладу з посиланнями на прикладені фігури, на яких:

на Фігурах 1 і 2 представлені відповідно бічний вигляд і вигляд зверху першого живильного елемента згідно з даним винаходом.

на Фігурах 3 і 4 представлені живильний елемент згідно з Фігурою 1 і живильна вставка, встановлені на пружинному штирі, відповідно до і після трамбування;

на Фігурі 3А представлений поперечний переріз частини вузла згідно з Фігурою 3;

на Фігурах 5 і 6 представлені живильний елемент згідно з Фігурою 1 і живильна вставка, встановлені на фіксованому штирі, відповідно до і після трамбування;

на Фігурах 7 і 8 відповідно представлені бічний вигляд і вигляд зверху другого живильного елемента згідно з даним винаходом;

на Фігурах 7А і 7В представлені поперечні перерізи частини живильного елемента згідно з Фігурою 7, встановленого відповідно на стандартному штирі і на модифікованому штирі;

на Фігурах 9 і 10 представлені відповідно бічний вигляд і вигляд зверху третього живильного елемента згідно з даним винаходом;

на Фігурі 11 представлений бічний вигляд четвертого живильного елемента згідно з даним винаходом;

на Фігурах 12 і 13 представлені поперечні перерізи п'ятого живильного елемента згідно з даним винаходом відповідно до і після стиснення;

на Фігурах 14 і 15 представлені схематичні поперечні перерізи живильного вузла, який включає в себе шостий живильний елемент згідно з даним винаходом, відповідно до і після стиснення;

на Фігурі 16 представлений бічний вигляд сьомого живильного елемента згідно з даним винаходом;

на Фігурах 17 і 18 представлені вигляди в поперечному перерізі живильної вставки в зборці, яка включає в себе восьмий варіант конструкції живильного елемента згідно з даним винаходом;

на Фігурі 19 представлений графік залежності стиснення від прикладеної сили для стрижня-перемички згідно з Фігурою 7;

на Фігурі 20 представлена гістограма, яка демонструє дані стиснення для групи стрижнів-перемичок згідно з даним винаходом;

на Фігурі 21 представлений графік залежності стиснення від сили для групи стрижнів-перемичок такого типу, який показаний на Фігурі 7, з різною товщиною бічної стінки;

на Фігурах 22 і 23 представлений живильний елемент згідно з Фігурою 1 і живильна вставка, відмінна від вставки, яка показана на Фігурах 5 і 6, встановлені на нерухомому штирі, відповідно до і після трамбування.

Як показано на Фігурах 1 і 2, живильний елемент у вигляді стрижня-перемички 10 має бічну стінку 12, загалом, у вигляді усеченого конуса, утворену за допомогою пресування сталюого листа. Внутрішня поверхня бічної стінки 12 утворює канал 14, який проходить через стрижень-перемичку 10 від його першого кінця (основи) 16 до другого кінця (верхньої частини) 18, при цьому канал 14 має менший діаметр біля першого кінця 16, ніж біля другого кінця 18. Бічна стінка 12 має ступінчасту конфігурацію і містить групи перших і других зон 12a, 12b бічної стінки, що чергуються. Бічну стінку 12 можна розглядати як (першу) групу віддалених один від одного поясів або кілець 12a (є сім таких), при цьому кожний пояс 12a має внутрішній діаметр, відповідний зовнішньому діаметру попереднього пояса, а суміжні пояси 12a взаємозв'язані за допомогою кільцевої зони другої групи 12b зон бічної стінки (є шість таких). Зони 12a, 12b бічної стінки більш зручно описувати по відношенню до подовжньої осі каналу 14, оскільки перша група зон 12a бічної стінки являє собою радіальні (показані горизонтальними) зони,

а друга група зон 12b бічної стінки являє собою осьові (показані вертикальними) зони. Кут  $\alpha$  між віссю каналу і першими зонами 12a бічної стінки (в цьому випадку також кут між суміжними парами зон бічної стінки) становить  $90^\circ$ . Радіальні зони 12a бічної стінки утворюють основу 16 і верхню частину 18 стрижня-перемички 10. У показаному варіанті конструкції всі осьові зони 12b бічної стінки мають одну і ту ж висоту (відстань від внутрішнього діаметра до зовнішнього діаметра), в той час як дві нижні радіальні зони 12a бічної стінки мають зменшену товщину кільця (радіальна відстань між внутрішнім і зовнішнім діаметрами). Зовнішній діаметр радіальної зони бічної стінки, яка визначає верхню частину 18 стрижня-перемички 10, вибирають відповідно до розмірів живильної вставки, до якої вона повинна бути прикріплена (що буде описано нижче). Діаметр каналу 14 біля першого кінця 16 стрижня-перемички 10 задають таким чином, щоб забезпечити посадку ковзання на фіксований штир.

Як показано на Фігурі 3, стрижень-перемичку 10 згідно з Фігурою 1 кріплять за допомогою клеючої речовини до живильної вставки 20, при цьому вузол зі стрижня-перемички/живильної вставки встановлюють на пружинному штирі 22, прикріпленому до модельної плити 24. Радіальна зона 12a бічної стінки, яка формує основу 16 стрижня-перемички 10, посаджена на модельну плиту 24 (Фігура 3A). В модифікації (не показана) верхня частина 18 стрижня-перемички 10 забезпечена групою крізних отворів (наприклад, шістьма рівномірно віддаленими один від одного круглими отворами). Стрижень-перемичку 10 кріплять до живильної вставки 20 за допомогою використання клеючої речовини (наприклад, клеючої речовини в стані гарячого розплаву), що наноситься між двома частинами. Коли прикладають тиск, клеюча речовина буде частково видавлена через отвори і затвердіває. Ця затверділа клеюча речовина служить як герметик для більш надійного утримування спільно одного з одним стрижня-перемички 10 і живильної вставки 20.

При використанні живильну вставку в зборці покривають формувальним піском (пісок також заходить в об'єм навколо стрижня-перемички 10 під живильною вставкою 20) і модельну плиту 24 «трамбують», щоб таким чином стиснути формувальний пісок. Сили стиснення спричиняють переміщення вставки 20 вниз до модульної плити 24. Сили будуть частково поглинені штирем 22 і частково деформацією або осіданням стрижня-перемички 10, який ефективно діє як зона опускання живильної вставки 20. У той же самий час формувальне середовище (пісок), захоплене під деформівним стрижнем-перемичкою 10, також поступово ущільнюють для надання формі необхідної твердості і забезпечення обробки поверхні під стрижнем-перемичкою 10 (ця відмітна ознака є загальною для всіх варіантів конструкції, в яких конфігурація живильного елемента, що звужується донизу забезпечує можливість захоплення формувального піску безпосередньо нижче живильної вставки). Крім того, ущільнення

піску також сприяє поглинанню деяких ударних впливів. Буде зрозуміло, що оскільки основа 16 стрижня-перемички 10 утворює саму вузьку зону, яка сполучається з порожниною форми, відсутня вимога, щоб живильна вставка 20 мала порожнину, яка звужується, або бічні стінки, що надмірно звужуються, які могли б знизити її міцність. Ситуація після трамбування показана на Фігурі 4. Лиття виконують після видалення модельної плити 24 і штиря 22.

Переважає, щоб живильний елемент згідно з даним винаходом не залежав від використання пружинного штиря. На Фігурах 5 і 6 представлений стрижень-перемичка 10, прикріплений до живильної вставки 20a, встановленої на нерухомому штирі 26. Оскільки при трамбуванні (Фігура 6) вставка 20a переміщається вниз, а штир 26 нерухомий, вставка 20a виконана з каналом 28, всередину якого заходить штир 26. Як показано, канал 28 проходить через верхню поверхню вставки 20a, хоч зрозуміло, що в інших варіантах конструкції (не показані) вставка може бути виконана з глухим каналом (тобто, канал проходить через верхню ділянку живильника тільки частково, так що порожнина вставки для надходження буде закритою). В іншому варіанті (показаний на Фігурі 22) глухий отвір використовують спільно з фіксованим штирем, при цьому вставку конструюють таким чином, щоб при трамбуванні штир прошивав верхню частину живильної вставки так, як показано на Фігурі 23 [і описано в публікації Німеччини DE 19503456], створюючи за допомогою цього вентиляційний отвір для газів форми, як тільки буде видалений штир.

Як показано на Фігурах 7 і 8, стрижень-перемичка 30 відрізняється від стрижня-перемички, показаного Фігурі 1, тим, що зона 32 бічної стінки, яка утворює основу стрижня-перемички 30, орієнтована в осьовому напрямі і її діаметр фактично відповідає діаметру штиря 22, 26. Ця зона 32 також продовжена таким чином, щоб вона мала більшу висоту, ніж інші осьові зони 12b бічної стінки, для забезпечення деякої глибини ущільненого піску нижче стрижня-перемички 30. Крім того, вільний край осьової зони 32 бічної стінки, яка утворює основу, має орієнтований всередину кільцевий фланець 32a, який при використанні буде посаджений на модельну плиту, і який зміцнює нижній край каналу і збільшує площу контакту з модельною плитою 24 (гарантуючи, що основа стрижня-перемички 30 не буде скошена при стисненні), а також забезпечує певну виїмку в шийці живильника для сприяння обробуванню і гарантує, що обробування буде виконане поблизу поверхні лиття. Кільцевий фланець також забезпечує точне установлення на штир з можливістю вільного люфту між ним і осьовою зоною 32 бічної стінки. Це більш чітко показано на Фігурі 7A, на якій можна бачити, що є тільки кромковий контакт між модельною плитою 24 і стрижнем-перемичкою 30, який дозволяє довести до мінімуму слід живильного елемента. Інші осьові і радіальні зони 12a, 12b бічної стінки мають одні і ті ж довжину і висоту.

Місце обробування знаходиться настільки близько до литого виробу, що при певних надзвичайних обставинах може виявитися можливим відламування стрижня-перемички в напрямі до поверхні виробу. При цьому, як показано на Фігурі 7В, може виявитися бажаним забезпечення короткого (приблизно 1мм) виступу 36 біля основи штиря (фіксованого або пружинного), на який встановлюють стрижень-перемичку 30. Це звичайно досягають за допомогою формування модельної плити 24 з прийнятно підведеною зоною, на яку встановлюють штир. Як варіант, виступ може бути виконаний в формі кільця, утвореного або як частина модельної плити 24 біля основи штиря, або як окремий елемент (наприклад, шайба), який встановлюють біля штиря, перед тим як на штир буде встановлений стрижень-перемичка 30.

Як показано на Фігурах 9 і 10, інший стрижень-перемичка 40 згідно з винаходом виконаний фактично таким же, що і стрижень-перемичка, показаний на Фігурах 7 і 8, за винятком того, що бічна стінка 42, яка утворює основу стрижня-перемички 40, виконана у вигляді усіченого конуса, звужуючись в осьовому зовнішньому напрямі від основи стрижня-перемички під кутом приблизно 20-30° до осі каналу. Бічна стінка 42 виконана з кільцевим фланцем 42а таким же чином і для тієї ж самої мети, що і у варіанті конструкції, показаному на Фігурі 7. Стрижень-перемичка 40 має на один рівень менше (тобто, менше на одну осьову і радіальну зони 12а, 12b бічної стінки), ніж стрижень-перемичка 30, показаний на Фігурі 7.

На Фігурі 11 представлений ще один стрижень-перемичка 50, виконаний згідно з винаходом. Основна конфігурація подібна конфігурації раніше описаного варіанта конструкції. Бічна стінка з пресованого металу виконана ступінчастою для утворення каналу 14 з діаметром, що збільшується до другого (верхнього) кінця 52 стрижня-перемички 50. Однак в цьому варіанті конструкції перша група зон 54 бічної стінки нахилена до осі каналу приблизно на 45° (тобто, виконана у вигляді усіченого конуса), так що ці зони розширюються в зовнішньому напрямі відносно основи 56 стрижня-перемички 50. Кут  $\alpha$  між зонами 54 бічної стінки і віссю каналу також становить 45°. Цей варіант конструкції має переважну відмітну ознаку, яка полягає в тому, що перша група радіальних зон 54 бічної стінки має ту ж саму довжину, що і осьові зони 12b бічної стінки, так що при стисненні профіль в результаті деформованого живильного елемента буде відносно рівним (горизонтальним). Стрижень-перемичка 50 містить тільки чотири осьових зони 54 бічної стінки, що належать до першої групи. Зона 58 другої групи 12b зон бічної стінки закінчується біля основи 56 стрижня-перемички 50 і значно довше, ніж інші зони 12b бічної стінки, які входять у другу групу.

На Фігурах 12 і 13 представлений ще один стрижень-перемичка 60. Стрижень-перемичка 60 має канал 62 у вигляді усіченого конуса, утворений металевою бічною стінкою 64 фактично рівномірної товщини, в зовнішній поверхні якої утворені три віддалених одна від одної

концентричних канавки 66 (в цьому випадку за допомогою механічної обробки). Канавки 66 створюють в бічній стінці 64 місця ослаблення, які передбачуваним чином зникають при стисненні (Фігура 13). У модифікаціях цього варіанта конструкції (не показані) виконані групи окремих вирізів. Як варіант, бічну стінку виконують з відносно товстими і відносно тонкими зонами, що чергуються.

Ще один стрижень-перемичка згідно з даним винаходом представлений на Фігурах 14 і 15. Стрижень-перемичка 70 виконаний зі сталі за допомогою штампування з одержанням тонкої бічної стінки. Починаючи з основи, бічна стінка має першу зону, що розширяється в зовнішньому напрямі 72а, трубчасту, орієнтовану в осьовому напрямі другу зону 72b з круглим поперечним перерізом і третю зону 72с, що проходить радіально назовні, при цьому третя зона 72с при використанні служить як посадочне місце для живильної вставки 20. При стисненні стрижень-перемичка 70 осідає передбачуваним чином (Фігура 15), при цьому внутрішній кут між першою і другою зонами 72а, 72b бічної стінки зменшується.

Зрозуміло, що може бути виконана велика кількість можливих стрижнів-перемичок з різними поєднаннями орієнтованих зон бічної стінки. Представлений на Фігурі 16 стрижень-перемичка 80 подібний стрижню-перемичці, показаному на Фігурі 11. У цьому конкретному випадку одна група орієнтованих в радіальному напрямі (горизонтальних) зон 82 бічної стінки чергується з групою похилих у осьовому напрямі зон 84 бічної стінки. Показаний на Фігурах 17 і 18 стрижень-перемичка 90 має зигзагоподібну конфігурацію, утворену першою групою зон 92 бічної стінки, нахилених назовні у осьовому напрямі, які чергуються з групою зон 94 бічної стінки, нахилених всередину у осьовому напрямі, причому чергування нахилу назовні і всередину відбувається вгору від основи. У цьому варіанті конструкції стрижень-перемичку встановлюють на штир 22 незалежно від вставки 20, яка посаджена на стрижень-перемичку, але не прикріплена до нього. У модифікації (не показана) верхня радіальна поверхня утворює верхню частину стрижня-перемички і забезпечує посадочну поверхню для вставки, яка може бути заздалегідь приклеєна до стрижня-перемички, якщо це потрібно.

Приклади проведених випробувань

Були проведені випробування на промисловій формувальній лінії високого тиску Kunkel-Wagner №09-2958 з тиском трамбування 300 тонн і розмірами формувальної коробки 1375x975x390/390мм. Формувальним середовищем була система з сирого піску, цементованого глиною. Відливки являли собою корпус центральної передавальної коробки з пластичного ливарного чавуну (чавуну з кулястим графітом) для використання в автомобілях.

Порівняльний приклад 1

Живильна вставка FEDEX HD-VS159 (що забезпечує швидке прогартування, високоекотермічна і стійка до впливу тиску), прикріплена до відповідного стрижня-перемички з

кремнієвого піску (10Q), була встановлена безпосередньо на модельну плиту з фіксованим штирем для розташування пристрою зі стрижня-перемички/живильної вставки на модельній плиті перед формуванням. Хоч місце обрубання було відтворюваним і близьким до ливарної поверхні, пошкодження (головним чином тріщиноутворення) в ряді стрижнів-перемичок і вставок внаслідок тиску формування було очевидним.

#### Порівняльний приклад 2

Живильна вставка FEEDEX HD-VS159 (що забезпечує швидке прогартування, високоекзотермічна і стійка до впливу тиску), прикріплена до відповідного встановлювального стрижня (50HD), була використана таким же чином, що і в порівняльному прикладі 1, але в цьому випадку був застосований пружинний штир для монтажу пристрою з встановлювального штиря/живильної вставки на модельну плиту і поверх неї перед формуванням. При формуванні тиск впливав на пристрій з встановлювального стрижня/живильної вставки і на пружинний штир, і формувальний пісок стікав під встановлювальний стрижень і був ущільнений під ним. Після формування на стрижні-перемичці або на вставці не було помічено видимих пошкоджень. Однак місце обрубання не було відтворюваним (внаслідок розмірів і профілю основи пружинних штирів) і в деяких випадках було потрібне ручне виконання обробки виступів, що збільшувало вартість виготовлення лиття.

#### Приклад 1а

Стрижень-перемичка згідно з Фігурою 1 (з осьовою довжиною 30мм, мінімальним діаметром 30мм, максимальним діаметром 82мм, відповідним зовнішньому діаметру основи вставки), виготовлений зі сталі 0,5мм, прикріплений до екзотермічної вставки FEEDEX HD-VS159, був встановлений на фіксований штир, або на пружинний штир. Після формування на живильній вставці не було виявлено ніяких видимих пошкоджень, і було встановлено, що відбулося чудове ущільнення піску в формі в зоні безпосередньо нижче стрижня-перемички. Місце обрубання було відтворюваним і було розташоване близько до поверхні лиття. У деяких випадках залишковий метал живильника і стрижень-перемичка фактично відпадали протягом вибивання відливки з сирової форми, що виключало необхідність виконання стадії обрубання. На поверхні відливка не було дефектів, а також не було ніяких шкідливих наслідків від знаходження сталюого стрижня-перемички в безпосередньому контакті з поверхнею чавунного відливка.

#### Приклад 1б

Додаткові випробування були проведені зі стрижнем-перемичкою згідно з Фігурою 7 (з осьовою довжиною 33мм, мінімальним діаметром 20мм, максимальним діаметром 82мм, відповідним зовнішньому діаметру основи вставки), виготовленим зі сталі 0,5мм і прикріпленим до екзотермічної вставки FEEDEX HD-VS159. Він був використаний для іншої конструкції моделі відливка корпусу передавальної коробки з більш складним і нерівним профілем в

порівнянні з відливком попереднього прикладу, і був подібним же чином встановлений на фіксований штир або на пружинний штир. Обрубання знову було чудовим, оскільки було виконане ущільнення піску форми в зоні безпосередньо під стрижнем-перемичкою. Використання цього стрижня-перемички (в порівнянні з використанням згідно з прикладом 1а) забезпечувало сприятливу можливість одержання меншого сліду і меншої площі контакту живильного елемента з поверхнею відливка.

#### Приклад 1с

Треті випробування були проведені зі стрижнем-перемичкою згідно з Фігурою 9 (з осьовою довжиною 28мм, максимальним діаметром 82мм, відповідним зовнішньому діаметру основи вставки, і з бічною стінкою 42, яка звужується назовні у осьовому напрямі від основи під кутом порядку 18° до осі каналу), виготовленим зі сталі 0,5мм і прикріпленим до екзотермічної вставки FEEDEX HD-VS159. Він був використаний для ряду різних конструкцій відливків корпусів передавальної коробки, включаючи ті з них, які були використані в прикладах 1а і 1б. Пристрій зі стрижня-перемички/живильної вставки був встановлений на фіксований штир, або на пружинний штир. Поєднання бічної стінки 42, яка звужується, і кільцевого фланця 42а біля основи стрижня-перемички, яке приводить до дуже значного утворення виїмки і конусності в шийці живильника, забезпечувало чудове обрубання головки живильника, яке було вельми послідовним і відтворюваним, вельми близьким до поверхні відливання і тому вимагало мінімальної механічної обробки виступів для одержання готового відливка.

Приклад 2 - дослідження межі міцності на стиснення і конфігурації бічної стінки

Стрижні-перемички були досліджені за допомогою їх установлення між двома паралельними плитами випробувальної машини Hounsfield для визначення межі міцності на стиснення. Нижня плита була нерухомо закріплена, в той час як верхня плита переміщалася вниз з постійною швидкістю порядку 30мм за хвилину за допомогою механізму з гвинтовим різьбленням, при цьому були складені графіки залежності переміщення плити від прикладеної сили.

Випробувані стрижні-перемички мали базову конфігурацію, показану на Фігурі 11 (зони 12b і 54 бічної стінки становили 5мм, зона 58 бічної стінки становила 8мм, при цьому був визначений розмір каналу, що знаходився в діапазоні від 18 до 25мм, а максимальний діаметр верхньої частини 52 стрижня-перемички становив 65мм). Загалом, були перевірені десять різних стрижнів-перемичок, причому відмінності між стрижнями полягали тільки у величині кута  $\alpha$ , який змінювався від 45° до 90° з інтервалом в 5°, і в довжині верхньої зовнішньої зони бічної стінки, яка була відрегульована таким чином, щоб максимальний діаметр верхньої частини 52 стрижня-перемички становив 65мм для всіх стрижнів-перемичок. Товщина металу металевих стрижнів-перемичок становила 0,6мм.

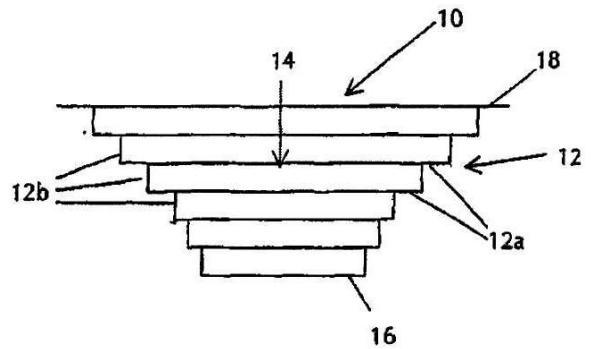
На Фігурі 19 представлений графік залежності переміщення плити від сили для стрижня-перемички з  $\alpha=50^\circ$ . Потрібно зазначити, що при збільшенні сили відбувається мінімальне стиснення (пов'язане з характерною пружністю в неживаному і нестисненому стані) стрижня-перемички, поки до нього не буде прикладена критична сила (точка А), звана тут початковою границею міцності на стиснення, після чого стиснення відбувається швидко під зниженим навантаженням, при цьому точка В означає вимірювану мінімальну силу після початкової межі міцності на стиснення. Відбувається подальше стиснення і сила збільшується до максимальної (максимальна межа міцності на стиснення, точка С). Коли стрижень досягає свого максимального переміщення або буде близький до нього (точка D), сила швидко збільшується по шкалі до точки, де фізично неможливе подальше переміщення (точка E).

Початкові межі міцності на стиснення, виміряні значення мінімальної сили і максимальні межі міцності на стиснення представлені на Фігурі 20 для всіх десяти стрижнів-перемичок. Ідеально, щоб початкова межа міцності на стиснення була нижче 3000Н. Якщо початкова межа міцності на стиснення вельми висока, то тиск формування може спричинити руйнування живильної вставки до того, як буде забезпечена можливість стиснення стрижня-перемички. У випадку ідеального профілю графік повинен бути лінійним від початкової межі міцності на стиснення до максимальної межі міцності на стиснення, тому виміряне значення мінімальної сили (точка В) в ідеальному випадку повинно бути вельми близьким до мінімальної межі міцності на стиснення. Ідеальна максимальна межа міцності на стиснення значною мірою залежить від того застосування, для якого призначений стрижень-перемичка. Якщо прикладають вельми високий тиск формування, то буде більш бажана підвищена максимальна межа міцності на стиснення, ніж в тому випадку, коли стрижень-перемичка призначений для використання при більш низькому тиску формування.

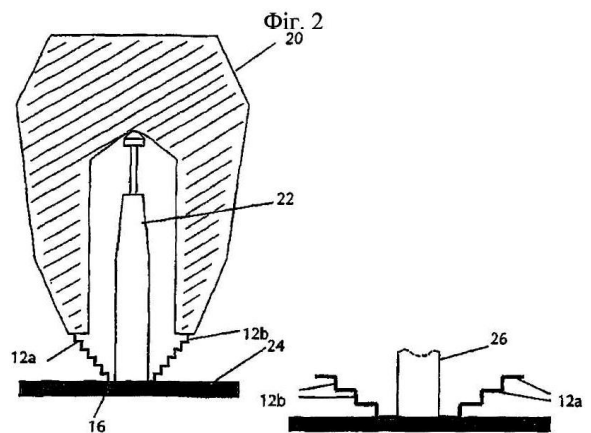
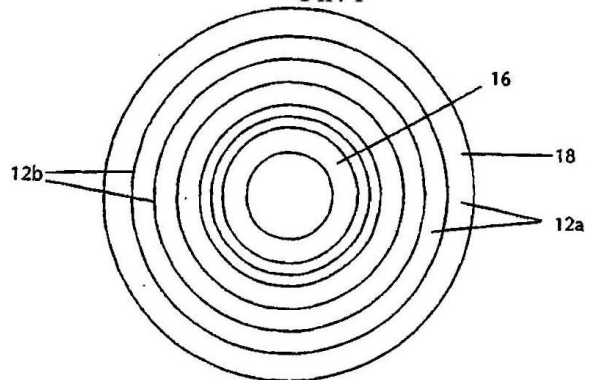
Приклад 3 - дослідження межі міцності на стиснення і товщини бічної стінки Для проведення дослідження впливу товщини металу на параметри, що стосуються міцності на стиснення, були виготовлені і перевірені, так як указано в прикладі 2, додаткові стрижні-перемички. Стрижні-перемички були ідентичні тим стрижням-перемичкам, які були використані в прикладі 1b (з осьюовою довжиною 33мм, мінімальним діаметром 20мм і максимальним діаметром 82мм, відповідним зовнішньому діаметру основи вставки). Товщина сталі становила 0,5мм, 0,6мм або 0,8мм (відповідні 10%, 12% і 16% товщини кільця бічної стінки 12a). Графіки залежності переміщення від сили представлені на Фігурі 21, на якій можна бачити, що початкова межа міцності на стиснення (точка А) збільшується із збільшенням товщини металу, при цьому збільшується різниця між мінімальною силою (точка В) і початковою границею міцності на стиснення. Якщо метал вельми товстий по

відношенню до товщини кільця зони 12a бічної стінки, то початкова межа міцності на стиснення буде непринятно висока. Якщо метал вельми тонкий, то межа міцності на стиснення буде непринятно низькою.

При розгляді прикладів 2 і 3 буде зрозуміло, що за допомогою зміни геометрії стрижня-перемички і товщини матеріалу стрижня-перемички можуть бути спеціально забезпечені три ключових параметри (початкова межа міцності на стиснення, мінімальна сила і максимальна межа міцності на стиснення) для конкретного передбачуваного застосування стрижня-перемички.



Фіг. 1



Фіг. 3

Фіг. 3A

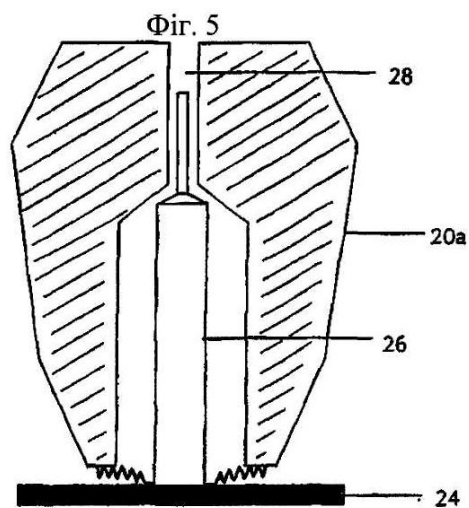
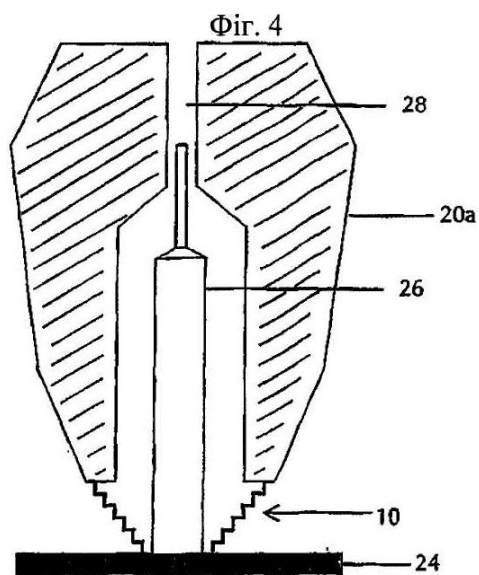
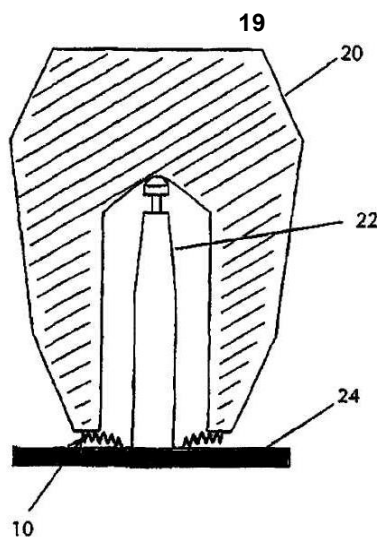


Fig. 6

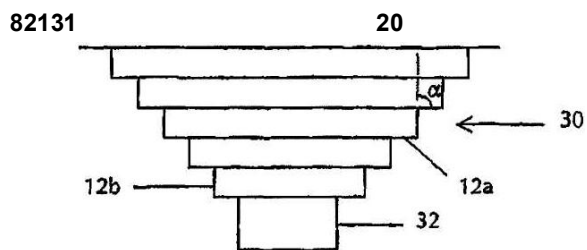


Fig. 7



Fig. 7A

Fig. 7B

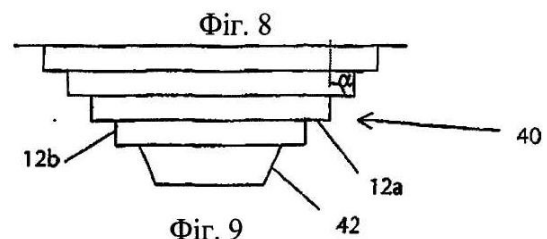
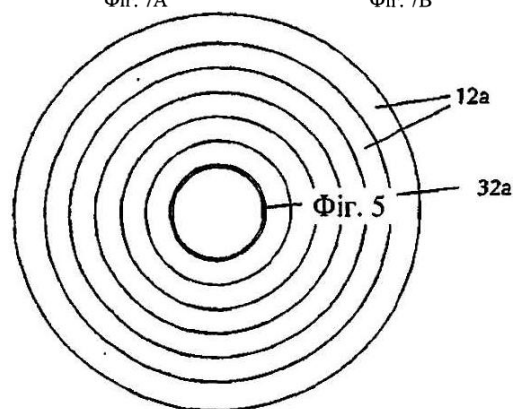


Fig. 9

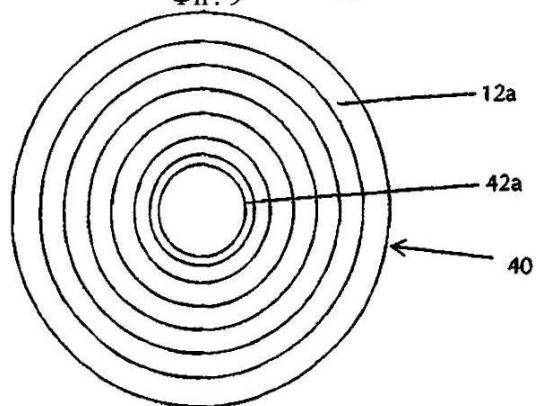


Fig. 10

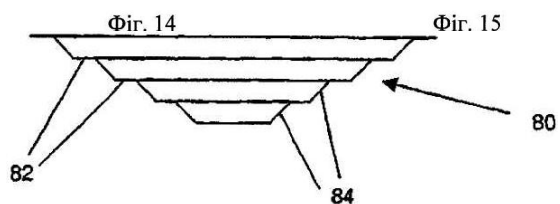
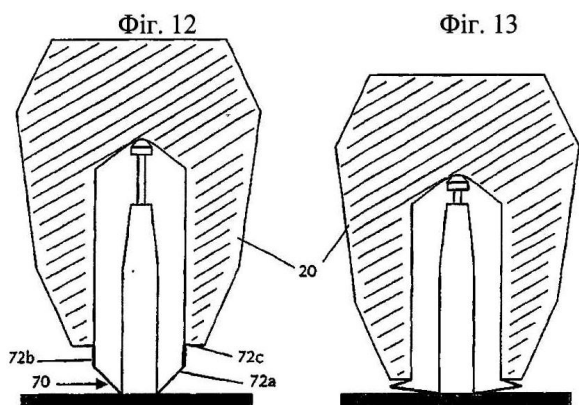
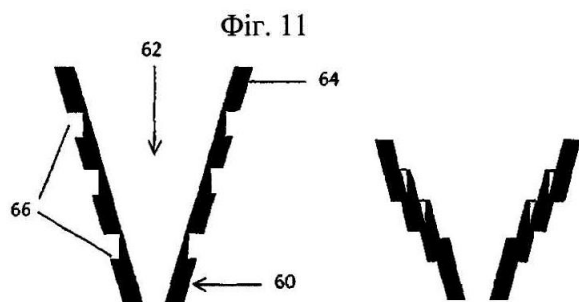
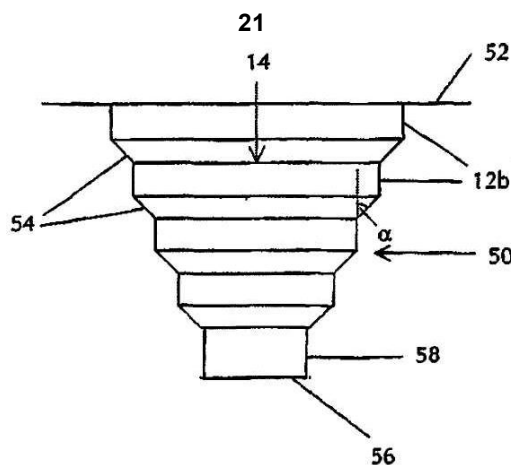


Fig. 16

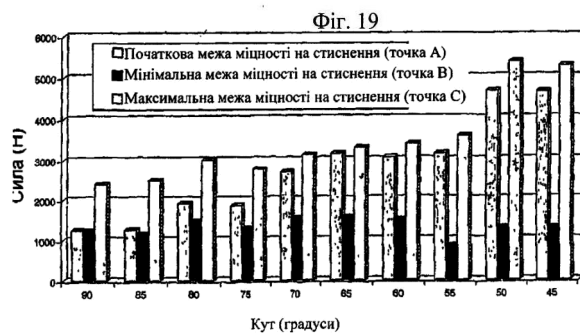
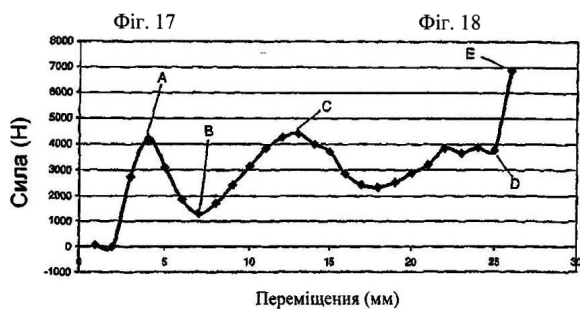
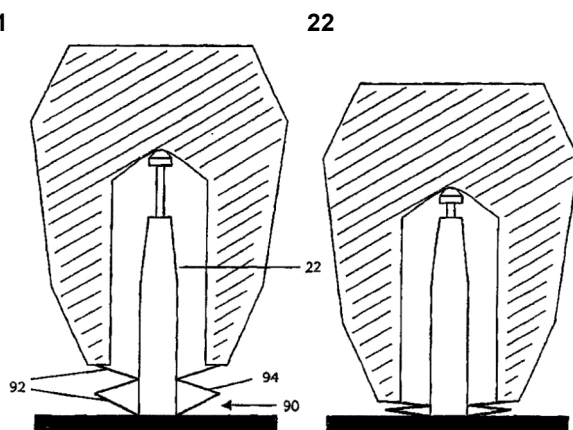


Fig. 20

Сила (Н) Порівняння межі міцності на стиснення при різній товщині металу

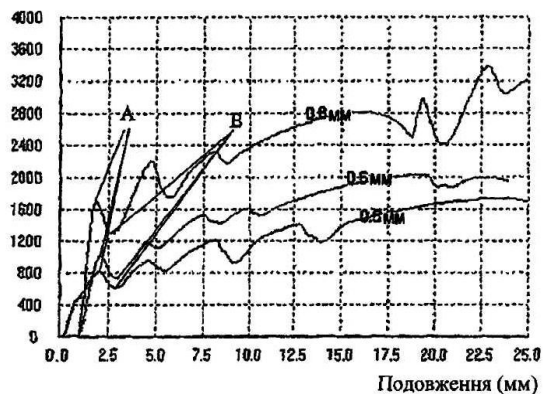


Fig. 21

23

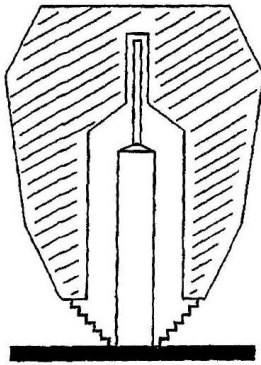


Fig. 22

82131

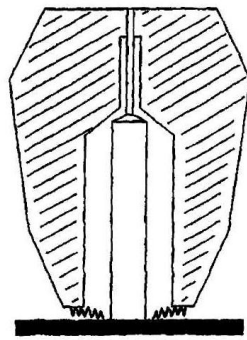


Fig. 23

24