



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17274 (13) U
(51) МПК (2006)
B32B 15/01
B32B 15/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

1

(21) u200603470
(22) 30.03.2006
(24) 15.09.2006
(46) 15.09.2006, Бюл. № 9, 2006 р.
(72) Гринюк Юрій Анатолійович, Белалов Хасан Нуриєвич
(73) Гринюк Юрій Анатолійович
(57) 1. Спосіб виробництва композитного матеріалу, що включає набір пластин принаймні з двох різних марок сталі в пакет, заварювання пакета в контейнер, нагрівання та обробку тиском шляхом кування, який **відрізняється** тим, що перед набором пакета поверхні пластин спочатку піддають шліфуванню та знежиренню, по всій поверхні пластин, включаючи торцеві і бічні поверхні, отвір в контейнері виконують прямокутним, рівним розмірам пакета, відношення висоти пакета до його ширини виконують у межах 3÷4, а відношення товщини пластин пакета твердої складової до м'якої

2

приймають від 3 до 4, контейнер нагрівають до температури кування твердої складової пакета і проводять деформацію контейнера з пакетом, потім проковують у рівну смугу і повторюють операції до одержання кінцевої товщини, рівної $0,08 \pm 0,12$ первісної висоти контейнера з одного нагрівання.
2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що шліфовані і знежирені поверхні пластин піддають гальванічному покриттю металами, по всій поверхні пластин, включаючи торцеві і бічні поверхні.
3. Спосіб за п. 1, 2, який **відрізняється** тим, що деформацію контейнера з пакетом проводять ударами штампа рівномірно, нерівномірно або періодично по довжині.
4. Спосіб за п. 1, 2, який **відрізняється** тим, що отриманий композиційний матеріал кують поперек шарів, а потім використовують як пластини пакета.

Корисна модель відноситься до способу виготовлення металевих композитних матеріалів зі сталей різного хімічного складу, з'єднаних у моноліт, для отримання матеріалу з особливими функціональними і естетичними властивостями, наприклад декоративного узору ножового леза, характерного для дамаської сталі.

Існує ряд відомих способів отримання композитів з'єднанням сплавів металів. Серед цих способів найбільш поширеним є ковальське зварювання, при якому дві або більше розігріті заготовки сполучають куванням або гарячим плющенням [Кобелев А.Г., Кузнецов Е.В. Технологи слоистых материалов - М.: "Металлургия", 1991.- 247с.]. Цей спосіб широко застосовують для отримання композиційної сталі, коли нелеговану або низьколеговану сталь сполучають з неіржавіючою сталлю, одержуючи композит. Однак можливості його обмежені через окислювання поверхонь, що зварюються, при куванні. У такий спосіб одержують композити, що складаються з невеликої кількості шарів вуглецевих сталей. Проте, якщо йдеться про композити, що складаються з двох або більше

неіржавіючих сталей різного хімічного складу, можливості ковальського зварювання обмежені, бо з технічних причин таким шляхом важко з'єднати неіржавіючі сталі різних типів, наприклад мартенситні та аустенітні.

Старовинні клинки і леза ножів часів залізного століття і середньовіччя іноді мають декоративні узорі різного хімічного складу, що складають одне ціле з виробом. На стародавніх виробках можна бачити узорі, одержані за допомогою металургійних процесів того часу. Так звані wootz-поковки мають узорі, одержані шляхом повільного охолодження надрізаних вуглецевих сталей. Інші є результатом застосування способу, при якому краплі рідких сталей різного хімічного складу тверднуть спільно, утворюючи заготовку для кування. Пізніше ковалі навчилися сполучати сталеві пластини різного хімічного складу ковальським зварюванням так, що шляхом надання пластичності і обробки в пластичному стані з подальшим травленням можна було одержувати високохудожні узорі. Такі вироби, звичайно звані дамаськими поковками, у виробництві зброї в період з раннього

(13) U

(11) 17274

(19) UA

середньовіччя до часів вікінгів переважали, головним чином, тому, що з таких композиційних матеріалів можна було одержати поєднання міцного клинка із зносостійкою ріжучою крайкою.

Ковальське зварювання звичайно застосовують для виготовлення особливих ножових лез і шабельних клинків, причому для цього можуть бути використані тільки такі типи сталей, які достатньо піддаються гарячій обробці і з'єднанню ковальським зварюванням. Це означає неможливість виготовлення ножових лез і клинків з неіржавіючої сталі з дамаським узором шляхом використання класичних або відомих способів. Натомість вибір матеріалів був обмежений низьколегованими сталями з можливими присадками фосфору або нікелю для поліпшення чіткості узору після травлення.

Відомі способи деформації куванням, прокаткою і пресуванням у контейнері металів, що легко окислюються, наприклад молібдену [Корнеев Н.И., Певзнер С.Б., Разуваев Е.И., Скугарев И.Г. Обработка давлением тугоплавких металлов и сплавов. - М.: «Металлургия». - 1967. - с.243]. Заготовку з молібдену поміщають у сталевий контейнер і відкачують повітря, заварюють і піддають куванню, прокатці або пресуванню. Цей спосіб дозволяє одержувати гарячою деформацією вироби з металів, які легко окислюються при нагріванні.

Відомі способи з'єднання різних металів куванням і прокаткою пакетів. Пакети готують таким чином, щоб при нагріванні перед гарячою прокаткою або пресуванням не відбувалося окислювання поверхонь, що підлягають з'єднанню. Для цього пакет герметизують електрозварюванням по периметру, обертають тонкими аркушами дахового заліза, обмазують спеціальними пастами, а прокатку, купання або пресування проводять у вакуумі або захисній атмосфері [Голованенко С.А., Меандров Л.В. Производство биметаллов. - М.: "Металлургия". - 1966.- с. 171]. Неодмінною умовою надійного з'єднання є відсутність окислювання поверхонь металів, що з'єднуються, температура, тиск і відновлення поверхонь, що з'єднуються (ступінь деформації). Ці параметри залежать від розмірів пакета, стану поверхні, складу сталей, що з'єднуються, виду обробки тиском (прокатка, кування) і умов деформації пакета.

Перераховані вище способи хоча і дозволяють одержувати надійне з'єднання шарів різних сталей, але неприйнятні для виготовлення багатошарових композитних виробів, що поєднують високі функціональні і естетичні властивості (велика кількість шарів і дрібний декоративний малюнок дамаської сталі при травленні).

Найближчим аналогом є спосіб виготовлення композитного металевого виробу [Патент Росії 2127195, пріор. 12.01.95, опубл. 10.03.99, В32В15/18, С22С33/02, В22V7/04], що включає розміщення в капсулі окремими шарами щонайменше двох матеріалів з неіржавіючої сталі в контейнері, при цьому один з вказаних матеріалів до вказаного ущільнення складається з порошку, відкачування повітря, подальше закриття капсули і проведення вказаної обробки гарячим ізостатичним пресуванням (ГІП) при тиску 60МПа і температурі, що перевищує 1000°C для отримання су-

цільного тіла.

Недоліками способу є трудомісткість у зв'язку з тим, що один з матеріалів використовують у вигляді порошку, необхідність видаляти повітря з капсули та проведення ізостатичного ущільнення порошку при температурі і тиску підвищує складність та енергоємність. Структура композита із-за притаманних способу особливостей, більш груба, характерна для спеченого порошку і з недостатньо чітко вираженими границями фаз внаслідок дифузії при ізостатичному ущільненні.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення способу виготовлення композитного матеріалу шляхом зміни умов підготовки та зварювання набору пластин принаймні з двох різних марок сталі куванням до одержання кінцевої товщини рівної 0,08÷0,12 первісної висоти контейнера, що забезпечить одержання композитного матеріалу з високою міцністю і пластичністю, зменшення енергоємності способу та надійне з'єднання шарів різних сталей, що поєднують високі функціональні і естетичні властивості.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виробництва композитного матеріалу, за яким проводять набір пластин принаймні з двох різних марок сталі в пакет, заварку пакета в контейнер, нагрівання та обробку тиском шляхом кування. Згідно з корисною моделлю, перед набором пакета поверхні пластин спочатку піддають шліфуванню та знежиренню, по всій поверхні, включаючи торцеві і бічні поверхні. Отвір в контейнері виконують прямокутним, рівним розмірам пакета, відношення висоти пакета до його ширини виконують у межах 3÷4, а відношення товщини пластин пакета твердої складової до м'якої приймають від 3 до 4. Контейнер нагрівають до температури кування твердої складової пакета і проводять деформацію контейнера з пакетом, потім проковують у рівну смугу і повторюють операції до одержання кінцевої товщини рівної 0,08÷0,12 первісної висоти контейнера з одного нагрівання.

В іншій конкретній формі виконання шліфовані і знежирені поверхні пластин піддають гальванічному покриттю металами, по всій поверхні, включаючи торцеві і бічні поверхні.

Деформацію контейнера з пакетом проводять ударами штампа рівномірно, нерівномірно або періодично по довжині.

Отриманий композиційний матеріал кують попереk шарів, а потім використовують як пластини пакета.

Прийнято наслідковий зв'язок між сукупністю суттєвих ознак способу і технічним результатом, що досягається, полягає у наступному.

Застосування цього способу дозволяє з'єднувати в композитний виріб більшість вуглецевих і легованих, у тому числі і неіржавіючих сталей, що деформуються у гарячому стані. Товщина пластин, їхня кількість і хімічний склад сталей вибирають з умов одержання декоративних властивостей (різний колір травлення складового пакета, одержання дисперсного візерунка після травлення, твердого і м'якого складового композита), а також механічних властивостей і загартуваності.

Спосіб не вимагає видалення повітря з контейнера. Захист від окислювання досягається за

рахунок щільного розміщення пакета в контейнері, пластини укладаються впритул по всій площині, а отвір в контейнері прямокутний і відповідає розмірам пакета. Незначні залишки повітря поглинаються при нагріванні, за рахунок окислюванні внутрішніх стінок контейнера, окислювання пластин пакета також досить незначне, а тонкий шар окислів не перешкоджає зварюванню пакета.

Нагрівання пакета до температури кування сталей сприяє дифузійному з'єднанню шарів різних сталей в пакеті.

Проведення гарячої деформації пакета з великими ступенями обтиснень і інтенсивно в часі з одного нагрівання сприяє руйнуванню окисних плівок, утворенню не окислених контактних поверхонь, що підсилює взаємну дифузію атомів складові пластини пакета і зварювання пакета в монолітний композит.

Співвідношення висоти і ширини пакета вибирають 3÷4, щоб при неминучому "бочкоутворенні" при куванні не відбувалося сильне відшарування контейнера від пакета. Крім того, при куванні високого пакета може відбуватися втрата стійкості пакета. Висота контейнера вибирається так, щоб після кування до 0,08-0,15 первісної висоти пакета виходив композитний виріб необхідної товщини, а також щоб забезпечити високі ступені обтиснення

$$\frac{H-h}{H} \cdot 100 = 85 - 92\%, \text{ де } H - \text{початкова висота}$$

пакета, h - кінцева висота пакета. Товщина стінок контейнера не має практично великого значення, але для того щоб його не розірвало при куванні контейнер виготовляють зі сталі з товщиною стінок приблизно 0,1 висоти пакета. Контейнер можна виготовляти із сталі хімічний склад якої збігається з складом однієї з пластин пакета.

Для забезпечення надійності утворення зварного з'єднання при куванні поверхні пластин піддають шліфуванню та знежиренню по всій поверхні. Шліфування створює необхідну мікрогеометрію поверхні - численна кількість виступів, з контакту і деформації яких і починається дифузійне зварювання. Оброблені таким чином пластини додатково піддають гальванічному покриттю металами (золотом, сріблом, нікелем, міддю) по всій поверхні пластини. Нанесення шару металів (нікелю, золота, срібла, міді) на пластини пакета сприяє не тільки дифузійному зварюванню, але і декорує поверхню розділу шарів, поліпшуючи дамаський візерунок.

Істотна різниця опору деформації складового пакета при температурі кування і метою забезпечення рівномірності зварювання і деформації шарів пакета, відношення товщини пластин пакета (твердої складової до м'якої) приймають від 3 до 4.

Для того, щоб одержати композитний виріб з різними властивостями по товщині пакета пластини можуть бути набрані в несиметричний або симетричний пакет з різною товщиною шарів (Фіг.4 а, б, в).

Підсилення декоративного ефекту і з метою формування структури композиційного матеріалу з невизначеним або періодичним малюнком, деформацію при куванні контейнера з пакетом проводять ударами штампа нерівномірним по довжині кроком або періодично, а потім проковують у смугу.

гу.

Композитний матеріал після першого кування може бути деформований різними способами (пресуванням, крутінням, прокаткою таке інше). Цим може бути досягнутий необхідний візерунок на композитному виробі після травлення.

Для одержання композитного матеріалу з більш дисперсною структурою пластини з композиційного матеріалу, отриманого при першому куванні, збирають у пакет, заварюють у контейнер і обробляють як зазначено раніше. У цьому випадку товщину пластин беруть довільну. Цим способом можна одержувати композити, що забезпечують різні (функціональні цілі виробу, наприклад високі властивості леза ножа, що ріжуть, за рахунок самозагострювання при зносі м'якої складової композита. Орнаментовані деталі різних предметів, наприклад фурнітури. Високі властивості пружності і пластичності в композитах що сполучають, наприклад сталь У9 з обкладками з композитів вуглецевих або неіржавіючих сталей. Замість сталі У9 можна використовувати, наприклад мартенситно-старіючу нержавіючу сталь.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де представлені варіанти здійснення способу відповідно з корисною моделлю, де:

на Фіг.1 - аксонометричне зображення контейнера;

на Фіг.2 - поздовжній переріз контейнера з пакетом;

на Фіг.3 - переріз контейнера з пакетом після кування у смугу:

а) - відношення висоти пакета до його ширини 3÷4;

б) - відношення висоти пакета до його ширини 5÷6;

на Фіг.4 - варіанти виготовлення пакетів:

а) - пакет з пластин, що чергуються; б) - симетричний пакет; в) - несиметричний пакет;

на Фіг.5 - методи кування контейнера

а) - рівномірне кування; б) - нерівномірне кування; в) періодичне кування.

на Фіг.6 - візерунок композита сталь Х18Н9Т+3Х13 після другого кування;

на Фіг.7 - візерунок композита з нікельованих пластин сталь У8А+О8кп після другого кування;

на Фіг.8 - схема зборки пакета з різних видів пластин.

Суть корисної моделі пояснюється конкретними прикладами виконання.

Приклад 1.

Для виготовлення нержавіючого композита використовують пластини товщиною 1,0мм з аустенітної хромонікелевої неіржавіючої сталі марки 12Х18Н9 Т (хімічний склад С=0,12%; Мн=1,76%; Cr=18,7%; Ni=8,72%; Ti=0,57%). Пластини вирізують з холоднокатаного і відпаленого листа. Для іншої складової пакета використовують мартенситну неіржавіючу сталь марки 3Х13 (хімічний склад С=0,35%; Мн=0,6%; Cr=14,8%; Si=0,59%). Пластини товщиною 3мм одержують шліфуванням кованої заготовки, шліфуванню піддають всю поверхню смуги, включаючи бічні і торцеві поверхні. Розміри пластин пакета 60х200мм. Пакет збирають з 90 пластин різних сталей, що чергуються по висоті. Пластини перед збиранням в пакет знежирюють

чотирьоххлористим вуглецем. Контейнер 1 виготовляють з низьковуглецевої сталі з внутрішнім отвором $60^{+0,5} \times 180^{+0,5}$ мм (Фіг.1). Отвір 2 виконують свердлінням і подальшим вистругуванням у цільній поковці до отримання прямокутної форми. Довжина контейнера 240мм. Спочатку приварюють одну бобишку 3 (Фіг.2), а після розміщення пакета 4 в контейнері електрозварюванням приварюють іншу бобишку 3. Внутрішні поверхні контейнера знежирюють ацетоном. Зовнішні розміри контейнера $80 \times 200 \times 240$ мм. Товщина стінок 10мм.

Контейнер 1 нагрівають в газовій печі до температури кування $1200-1250^{\circ}\text{C}$ і кують штампом 5 за схемою (Фіг.5а) на товщину 18мм з одного нагрівання, при необхідності проводять проміжний підігрів до 1000°C . Смугу 6 охолоджують і розрізають на смуги шириною 40мм. За допомогою фрезерування і шліфування видаляють залишки контейнера, що приварився до пакету - композиту. Отримані смуги композита нагрівають до 1200°C , кують на товщину 12,0мм, шліфують в пластини 40×200 мм товщиною 10,0мм і збирають пакет висотою 120мм. Пластини перед збиранням в пакет 4 знежирюють чотирьоххлористим воднем. Контейнер 1 виготовили з низьковуглецевої сталі з внутрішнім отвором $40^{+0,5} \times 120^{+0,5}$ мм. Довжина контейнера 240мм. Зовнішні розміри контейнера $60 \times 140 \times 240$ мм. Збирання пакета проводять так само, як і перед першим куванням. Контейнер 1 нагрівають в газовій печі до температури кування $1200-1250^{\circ}\text{C}$ і кують (Фіг.5б) на товщину 12мм у тих же умовах.

Отриману смугу розрізають по довжині на смуги шириною 30мм. За допомогою фрезерування і шліфування видаляють залишки контейнера, що приварився до пакету - композиту.

Для одержання виробу композитну смугу нагрівають до 1200°C і кують в заготівку для виробу по товщині або по ширині, а також смугу кують в коло, а потім скручують і кують в смугу. Структури отриманих композитів після травлення приведені на Фіг.6. Перед виготовленням ножа смугу піддають загартуванню у воді чи мастилі. При цьому крайка леза набуває "пилоподібний" характер, що має властивість "самозагострювання" при використанні, тому що м'яка сталь 12Х18Н9Т легко стирається, оголюючи "зуби" із загартованої сталі 3Х13.

Приклад 2.

Для виготовлення композита з вуглецевих сталей використовують пластини зі сталі 0,8кп ($C=0,12\%$) товщиною 0,8мм і сталі У8А ($C=0,83\%$) товщиною 2,4мм. Пластини вирізують з холоднокатаного і відпаленого листа. Розміри пластин пакета 60×200 мм. Перед зборкою в пакет пластини знежирюють та піддають гальванічному нікелюванню. Товщина нікелевого покриття 0,5-1,2 мікрон. Пакет 4 збирають із 114 пластин, що чергуються, товщиною 0,8мм і 2,4мм висотою 180мм.

Виготовлення контейнера 1, його збірка, нагрів і перше кування проводять як і в першому прикладі. Композит, отриманий після першого кування, очищають від залишків контейнера фрезеруванням і шліфуванням, вирізують з нього пластини шириною 40мм і довжиною 200мм. Пластини шліфують по всій поверхні, включаючи торцеві і бічні. Пакет для другого кування збирають з 12 пластин товщиною 10мм. Повторне кування і подальшу обробку проводять як і в першому прикладі. На Фіг.7 приведений характерний візерунок на виробі з цього композита. Нікелевий прошарок створює контраст і декорує візерунок характерний для дамаської сталі. Властивості леза ножів були аналогічними композитові отриманому в першому прикладі.

Приклад 3.

Для виготовлення композита використовують пластини 7 зі сталі 0,8кп ($C=0,12\%$) товщиною 0,8мм, пластини 8 сталі 12Х18Н9Т товщиною 2,4мм і пластини 9 сталі У8А товщиною 1,0мм (Фіг.8). Пластини вирізують з холоднокатаного і відпаленого листа. Перед зборкою в пакет пластини зі сталі 0,8кп і У8А знежирюють і піддають гальванічному нікелюванню. Товщина нікелевого покриття 0,5-1,2 мікрон. У пакеті використовують шліфовані пластини 10 зі сталі 3Х13 товщиною 3,0мм і шліфований брусок 11 зі сталі 40Х (хімічний склад $C=0,36\%$; $Si=0,23$; $Mn=0,44\%$; $Cr=1,10\%$). Брусок піддають нікелюванню, товщина нікелевого покриття 0,5-1,2 мікрон. Пакет збирають з 11 пластин, що чергуються, товщиною 2,4 зі сталі 12Х18Н9Т і товщиною 0,8мм зі сталі 0,8кп висотою 34,4мм, бруска висотою 53,6мм і 20 пластин, що чергуються, зі сталі 3Х13 товщиною 3 мм і сталі У8А товщиною 1,0мм висотою 40мм. Усі пластини і брусок мають ширину 40мм і довжину 200мм.

Виготовлення контейнера, його збирання з пакетом, нагрівання і кування контейнера проводять як при другому куванні,веденому в прикладі 1. Композитний виріб, отриманий по варіанту приклада 3 мав надійне зварювання і не розшаровування при вигині і куванні поперек шарів.

Запропонований спосіб забезпечує надійне зварювання в композит вуглецевих і неіржавіючих сталей. Спосіб забезпечує отримання чіткого розділу між фазами композиту, що забезпечує контрастний візерунок, його дисперсність. Цим способом можна одержувати композити з різними функціональними і декоративними властивостями (пружність, ріжучі властивості лез, зносостійкість, різне звучання пластин із-за різниці загасання коливань в пластинах з різних композитів або декоративні узорі різного характеру і поєднання кольорів із-за різного травлення сталі або її окислення при нагріванні).

9

17274

10

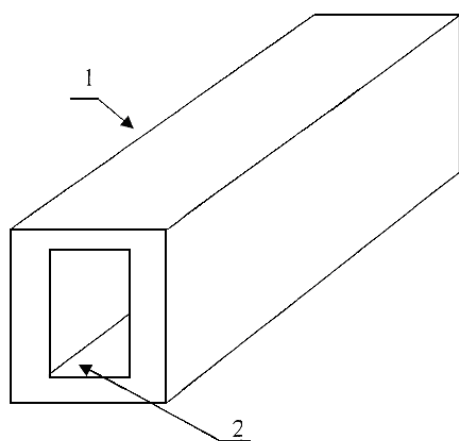


Fig. 1

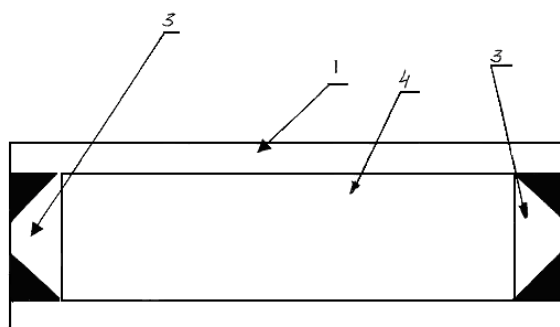


Fig. 2

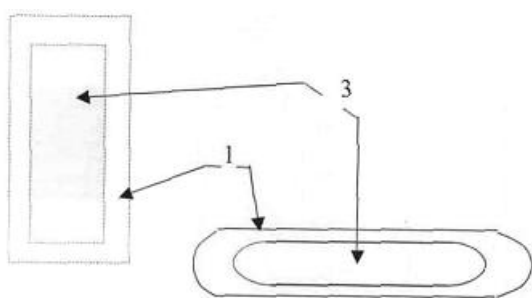


Fig. 3a

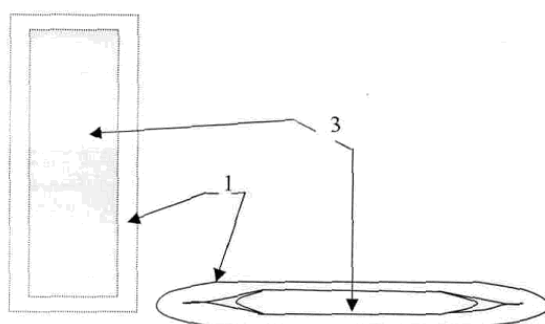
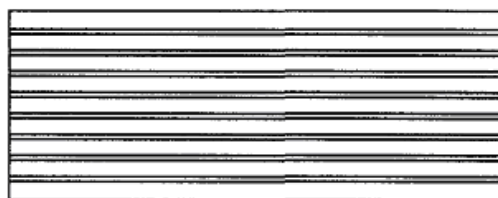
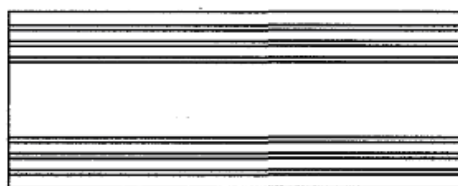


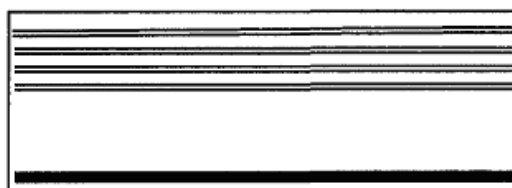
Fig. 3b



a

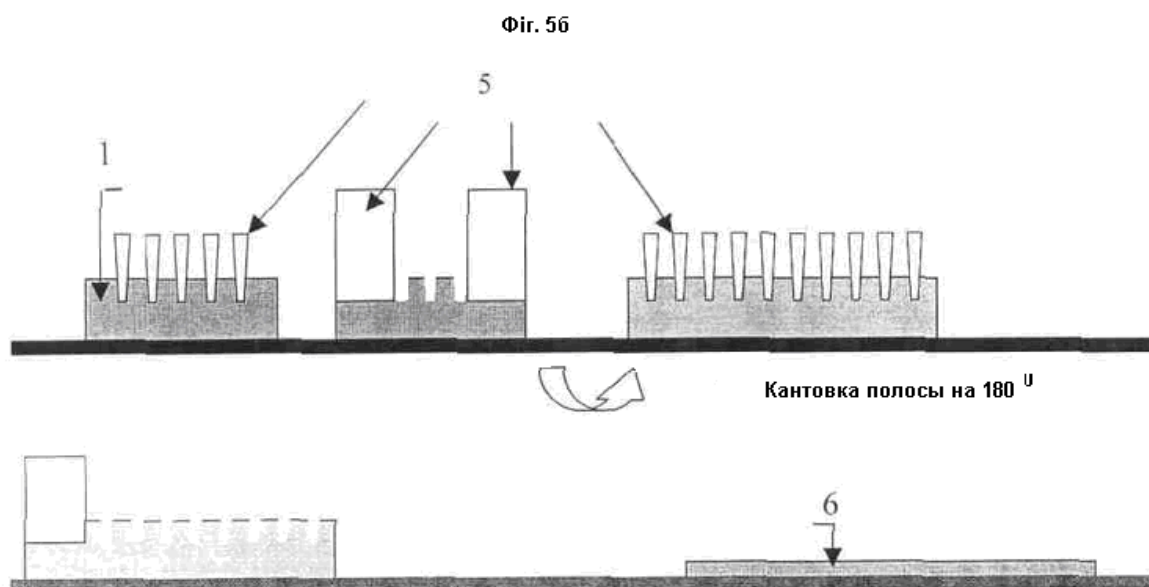
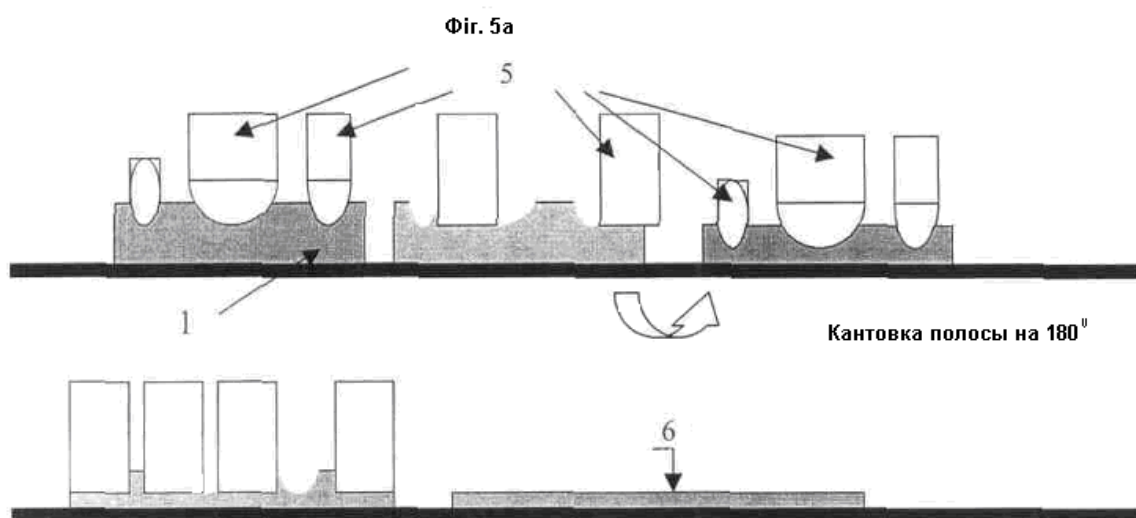
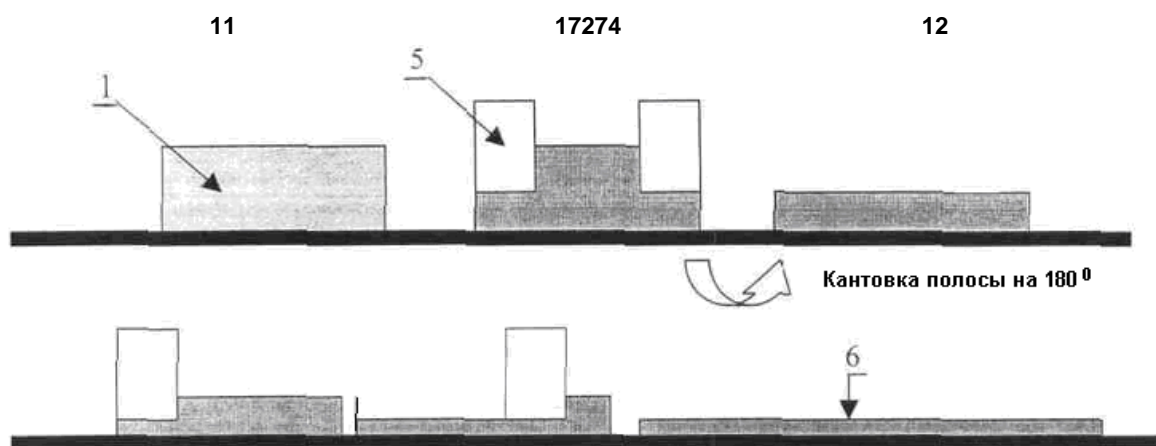


b



c

Fig. 4



Фиг. 5в



Fig. 6

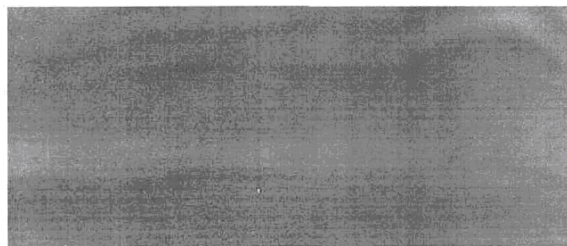


Fig. 7

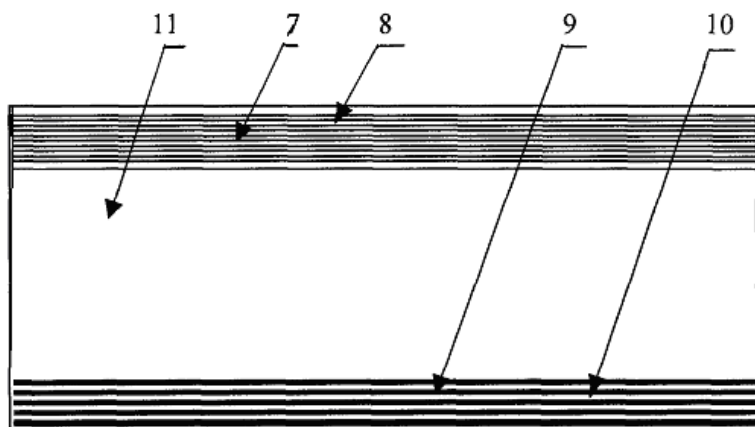


Fig. 8