



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103054** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
C22C 32/00
C22C 1/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 07467	(72) Винахідник(и): Афтанділянц Вадим Євгенійович (UA), Афтанділянц Євгеній Григорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 24.07.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.11.2015	(73) Власник(и): Афтанділянц Вадим Євгенійович, вул. Генерала Наумова, 33, кв. 57, м. Київ, 03164 (UA), Афтанділянц Євгеній Григорович, вул. Генерала Наумова, 33, кв. 57, м. Київ, 03164 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.11.2015, Бюл.№ 22	

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення композиційного матеріалу включає розплавлення матричного сплаву і додання у нього армуючих компонентів, у вигляді тіл, обмежених площинами, або круглих, чи тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації, які виготовляють з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше матриці. Видаляють з поверхні армуючих компонентів неметалеву плівку і покривають поверхню захисним металом з коефіцієнтом лінійного розширення, більш близьким до коефіцієнта лінійного розширення матричного сплаву, ніж у матеріалу армуючих компонентів, фіксуючи їх. Армуючі компоненти у місцях порожнини ливарної форми нагрівають і заливають матричний розплав у форму.

UA 103054 U

Корисна модель належить до металургії, зокрема до ливарного виробництва, а саме - до способів виготовлення композиційних матеріалів, що використовуються для виготовлення литих виробів і працюють в умовах значних динамічних знакозмінних навантажень, інтенсивного, ударно- та гідроабразивних зношувань.

Відомий спосіб виробництва композитного матеріалу (патент № 17274, МПК В32В 15/01, В32В 15/18, опубл. 15.09.2006, бюл. № 9), що включає набір пластин принаймні з двох різних марок сталі в пакет, заварювання пакета в контейнер, нагрівання та обробку тиском шляхом кування, при цьому 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 $3 \div 4$, 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 $0,08 \div 0,12$ первісної висоти контейнера з одного нагрівання. Шліфовані і знежирені поверхні пластин піддають гальванічному покриттю металами, по всій поверхні пластин, включаючи торцеві і бічні поверхні. Деформацію контейнера з пакетом проводять ударами штампа рівномірно, нерівномірно або періодично по довжині. Отриманий композиційний матеріал кують поперек шарів, а потім використовують як пластини пакета.

Недоліком даного способу є те, що технологія виготовлення композитного матеріалу включає необхідність зварювання спеціальним обладнанням та обробку тиском. Крім того композитний матеріал, виготовлений вищенаведеним способом, має незначну міцність повздовж пластин, тому що буде визначатися міцністю пластини виготовленої із сталі з мінімальним рівнем міцності.

Відомий спосіб (патент № 41465, МПК С22В 9/18, С22С 1/02, опубл. 25.09.2009, бюл. № 10), що включає поступову плавку частини початкового металевго матеріалу, введення під час плавки у ванну розплаву дозованими порціями дисперсних інокуляторів, що мають температуру плавлення нижче температури плавлення основного металу та перед введенням у розплавлений метал проходять охолодження у рідкому азоті.

Недоліком відомого способу є те, що введення під час плавки у ванну розплаву дозованими порціями дисперсних інокуляторів, що мають температуру плавлення нижче температури плавлення основного металу, може приводити до їх розплавлення та отримання монолітного, а не композитного матеріалу. Також ускладнюється технологічний процес із-за складності отримання та зберігання рідкого азоту.

Найбільш близьким до запропонованої корисної моделі є спосіб (патент на корисну модель № 55865, МПК С22С 32/00, С22С 1/10, С22С 21/00, опубл. 27.12.2010, бюл. № 24), що включає розплавлення матричного сплаву, додавання часток у розплав, змішування часток з розплавом під дією електромагнітного поля, додавання до розплаву на етапі електромагнітного змішування армуючих часток у складі злитків з проміжного композиційного сплаву. Проміжний сплав готують механічним змішуванням до 20 % одного чи більше видів часток SiC , BN , Al_2O_3 , TiC , SiO_2 , ZrO_2 , TiO_2 , графіту, синтетичного мінералу фторфлогопіту ($\text{KMg}_3[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]\text{F}_2$) до розплаву матричного алюмінієвого сплаву. При змішуванні у об'ємі розплаву композиційного матеріалу електромагнітом утворюється змінне магнітне поле з частотою 50 Гц і індукцією $0,07\text{--}0,12$ Тл, яке викликає ламінарну течію зі швидкістю $0,3\text{--}0,4$ м/с.

Недоліками цього способу є складна технологія виготовлення композиційних матеріалів, що включає операції утворення електромагнітного поля та виготовлення з армуючих компонентів злитків проміжного композиційного сплаву, а також змішування армуючих компонентів у вигляді злитків проміжного композиційного сплаву з розплавом електромагнітним полем. Крім того вищенаведеним способом не можливо отримати вироби з композиційного матеріалу у яких армуючі компоненти розташовані у місцях інтенсивного зносу, що не дає можливість суттєво підвищить їх зносостійкість.

В основу корисної моделі поставлена задача - спрощення способу виготовлення композиційних матеріалів та підвищення їх зносостійкості.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб виготовлення композиційного матеріалу включає розплавлення матричного сплаву і додання у нього армуючих компонентів, у якому, згідно з пропонуванним рішенням, армуючі компоненти у вигляді тіл, обмежених площинами або круглих, чи тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації виготовляють з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше матриці, віддаляють з поверхні армуючих компонентів неметалеву плівку і покривають поверхню захисним металом, фіксуючи, при цьому,

армуючі компоненти у місцях порожнини ливарної форми, нагрівають їх і заливають матричний розплав у форму.

За умови виготовлення композиційного матеріалу з об'ємним зміцненням армуючі компоненти слід виготовляти у вигляді тіл, обмежених площинами (призми, піраміди), або круглих тіл (кульки, циліндри, конуси), або тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації (кульові сегменти, бочки).

Композиційний матеріал з поверхневим зміцненням армуючі компоненти виготовляються у вигляді тіл обмежених плоскостями (пластини) або тіл як плоскої так і криволінійної конфігурації (криволінійні пластини).

Армуючі компоненти слід виготовляти з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше твердості та температури плавлення матриці.

Виготовлення армуючих компонентів з матеріалу, що має твердість менше твердості матриці, приведе до зниження твердості композиційного матеріалу та як наслідок до зниження його зносостійкості. Виготовлення армуючих компонентів з матеріалу, що має температуру плавлення менше температури плавлення матриці приведе до їх розчинення при введенні в рідкий матричний сплав і утворенню монолітного, а не композиційного матеріалу.

Виготовлення армуючих компонентів вищенаведеної форми дозволить отримати композиційний матеріал з мінімальним рівнем напруження на границі розподілу армуючих компонентів з матрицею.

Для міцного з'єднання армуючих компонентів з матрицею необхідно видалити з їх поверхні неметалеву плівку, що складається, як правило, з складних оксидів, сульфідів, карбонатів та їх гідратів і утворюється при зберіганні внаслідок взаємодії армуючих компонентів з навколишнім середовищем. При відсутності такої операції неметалева плівка зберігається на поверхні армуючих компонентів і не змочується розплавом при введенні в нього армуючих компонентів, що призводить до утворення порожнин на границі розподілу та відсутності міцного з'єднання армуючих компонентів з матрицею.

Також для зниження рівня напружень між компонентами та матрицею поверхню армуючих компонентів необхідно покривати захисним металом з коефіцієнтом лінійного розширення, більш близьким до коефіцієнта лінійного розширення матричного сплаву, ніж у матеріалі армуючих компонентів.

При відсутності покриття поверхні армуючих компонентів захисним металом можливий розвиток високого рівня напруження між армуючими компонентами та матрицею і утворення на їх поверхні тріщин.

Фіксація армуючих компонентів у місці (місцях) порожнини ливарної форми, де формується частина композиційного виробу, що піддається інтенсивному зносу, дозволяє економити їх витрату та підвищить працездатність тих частин композиційного виробу, що піддаються при експлуатації найбільш інтенсивному руйнуванню, наприклад абразивному зношуванню.

Наприклад, литий молоток 1 для подрібнення речовин (фіг. 1) має при експлуатації інтенсивне зношування з лівого верхнього кута 2 (фіг. 2). При виготовленні композиційного матеріалу для такого типу молотків армуючий компонент, у вигляді тіла криволінійної конфігурації (криволінійна пластина) 3, фіксується у лівому верхньому куту порожнини 4 ливарної форми 5, в якій, при заливанні матричного розплаву крізь ливникову систему 6, формується литий молоток 1, який при затвердінні підживлюється розплавом з надливу 7 для усунення утворень порожнини у верхній частині виливка 1 (фіг. 3). Литий молоток з композиційного матеріалу, виготовленого таким чином, має вигляд, наведений на фіг. 4.

У випадку, коли при експлуатації литого молотка 1 для подрібнення речовин (фіг. 1), відбувається інтенсивне зношування верхньої його частини 8 (фіг. 5), найбільш оптимальним є її об'ємне зміцнення, що досягається фіксацією декількох армуючих компонентів 9 у верхній частині порожнини 4 ливарної форми 5, де формується литий композиційний молоток 1 (фіг. 6). Литий молоток з композиційного матеріалу виготовленого таким чином має вигляд, наведений на фіг. 7.

Нагрівання армуючих компонентів і заливання матричного розплаву в ливарну форму, з розташованими у її порожнині нагрітими армуючими компонентами, прискорює дифузійні процеси на межі розподілу армуючих компонентів з матрицею, що дозволяє отримати їх міцне з'єднання. Заливання матричного розплаву в ливарну форму, з розташованими у її порожнині ненагрітими армуючими компонентами, призводить до утворення на межі розподілу армуючих компонентів з матрицею пор, тріщин та усадкових дефектів.

Приклад реалізації способу

Спосіб виготовлення композиційного матеріалу реалізується наступним чином. Визначається виріб, наприклад молоток, що подрібнює речовини (фіг. 1), та місце його

інтенсивного руйнування при експлуатації. Виготовляються армуючі компоненти, у вигляді тіл, обмежених площинами і або круглих тіл, або тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації, з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше твердості та температури плавлення матриці. З поверхні армуючих компонентів, шляхом її травлення, віддаляються

неметалеві плівки, після чого поверхні армуючих компонентів покриваються захисним металом, фіксуються у місці (місцях) порожнини ливарної форми, де формується частина композиційного виробу, що піддається інтенсивному зносу. Наприклад, у випадку інтенсивного зношування верхньої частини 8 виробу 1 (фіг. 5), армуючі компоненти 9 фіксуються у верхній частині порожнини 4 ливарної форми 5, де формується литий композиційний молоток 1 (фіг. 6).

Після підготовки ливарної форми до заливання (фіг. 6), в плавильній печі виплавляється матричний сплав, одночасно в ливарній формі нагріваються армуючі компоненти 9 та після приготування матричного сплаву в ливарну форму 5, що містить нагріті армуючі компоненти 9, з розливної ковша 10 заливається матричний розплав 11, де він твердіє (фіг. 8).

Після затвердіння виливок вибивають з ливарної форми 5, відокремлюють ливникову систему 6 та надлив 7 і відчищають (фіг. 9). Литий молоток з композиційного матеріалу, виготовленого таким чином, має вигляд, наведений на фіг. 7.

Вищезгаданим способом виготовили композиційний матеріал, з якого отримали молотки дробарки, ескіз яких показано на Фіг. 1. З метою порівняння ефективності способу виготовлення композиційного матеріалу, який заявляється, і прототипу, аналогічні випробування були виконані з молотками, отриманими з композиційного матеріалу за відомим способом (табл.). Основні параметри отримання відомим способом (варіант 1 - прототип), способом, який заявляється (варіант 2), та з параметрами, що виходять за межі, які заявляються (варіанти 3, 4), наведені в таблиці.

З даних, наведених в таблиці, видно, що молотки дробарок, які виготовлені з композиційного матеріалу за способом, що заявляється, виготовляються за спрощеною технологією тому, що відсутня складна операція утворення електромагнітного поля та виготовлення з армуючих компонентів злитків проміжного композиційного сплаву, а також змішування армуючих компонентів у вигляді злитків проміжного композиційного сплаву з розплавом електромагнітним полем та підвищується зносостійкість композиційних матеріалів на 50-60 %. Це вказує на те, що пропонується спосіб більш ефективний, ніж прототип.

Істотними відмінностями нового рішення є:

- виготовлення армуючих компонентів у вигляді тіл, обмежених площинами, або круглих тіл, або тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації;
- виготовлення армуючих компонентів з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше твердості та температури плавлення матриці;
- віддалення з поверхні армуючих компонентів неметалевих плівок;
- покриття поверхні армуючих компонентів захисним металом;
- фіксація армуючих компонентів у місці (місцях) порожнини ливарної форми де формується частина композиційного виробу, що піддається інтенсивному зносу;
- нагрівання армуючих компонентів;
- заливання матричного розплаву в ливарну форму з розташованими у її порожнині нагрітими армуючими компонентами.

Технічним результатом пропонованого способу виготовлення композиційного матеріалу є спрощення технології виготовлення варіант 1 - прототип; способом, який заявляється (варіант 2), - варіанти 3, 4 - параметри, що виходять за межі, які заявляються, композиційних матеріалів та підвищення зносостійкості композиційних матеріалів на 50-60 % за рахунок виготовлення армуючих компонентів у вигляді тіл, обмежених площинами, або круглих тіл, або тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації, виготовлення компонентів з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше твердості та температури плавлення матриці, віддалення з поверхні армуючих компонентів неметалевих плівок, покриття поверхні армуючих компонентів захисним металом, фіксація армуючих компонентів у місці (місцях) порожнини ливарної форми, де формується частина композиційного виробу, що піддається інтенсивному зносу, нагрівання армуючих компонентів та заливання матричного розплаву у ливарну форму з розташованими у її порожнині нагрітими армуючими компонентами.

Таблиця

Порівняльні параметри отримання композиційних матеріалів та відносна зносостійкість (ϵ) виготовлених з них молотків

№ варіанту	Утворення електромагнітного поля та змішування армуючих компонентів з розплавом	Виготовлення зливків проміжного композиційного сплаву	Армуючі компоненти								ε
			Форма	Матеріал	Твердість, HV	Температура плавлення, °C	Віддалення з поверхні компонентів неметалевих плівок	Метал покриття поверхні	Місце фіксації у порожнині ливарної форми	Нагрівання	
				Чисельник - армуючий компонент/ Знаменник - матриця							
Відомий спосіб-прототип											
1	+	+	кулька	TiC /сталь 30Л	(3000-3250)/ (140-230)	(3065-3140)/ (1490-1504)	відсутнє	відсутній	довільне	відсутнє	1
Спосіб, що пропонується											
2	відсутнє	відсутнє	циліндр	TiC /сталь 30Л	(3000-3250)/ (140-230)	(3065-3140)/ (1490-1504)	Травлення поверхні H ₂ SO ₄	Co	Верхня частина	100 °C	1,50; 1,55; 1,60,
3	відсутнє	відсутнє	циліндр	Бронза ОЦС 5-5-5/сталь 30Л	(70-75)/ (140-230)	(900-950)/ (1490-1504)	відсутнє	відсутній	Лівий верхній кут	відсутнє	1,25; 1,30; 1,20,
4	відсутнє	відсутнє	циліндр	Чавун ЧХ16/сталь 30Л	(420-480)/ (140-230)	(1300-1350)/ (1490-1504)	відсутнє	відсутній	Правий верхній кут	відсутнє	1,10; 1,15; 1,16,

- варіант 1 - прототип;
- способом, який заявляється (варіант 2),
- варіанти 3, 4 - параметри, що виходять за межі, які заявляються

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

Спосіб виготовлення композиційного матеріалу, що включає розплавлення матричного сплаву і додання у нього армуючих компонентів, який **відрізняється** тим, що армуючі компоненти, у вигляді тіл, обмежених площинами, або круглих, чи тіл як плоскої, так і криволінійної конфігурації, виготовляють з матеріалу, що має твердість і температуру плавлення більше матриці, видаляють з поверхні армуючих компонентів неметалеву плівку і покривають поверхню захисним металом з коефіцієнтом лінійного розширення, більш близьким до коефіцієнта лінійного розширення матричного сплаву, ніж у матеріалу армуючих компонентів, фіксуючи їх, при цьому армуючі компоненти у місцях порожнини ливарної форми нагрівають і заливають матричний розплав у форму.

10

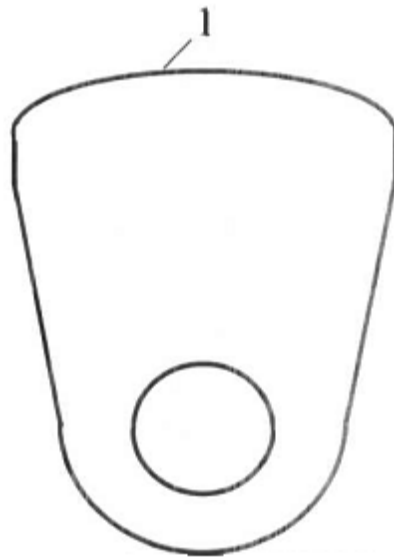


Fig. 1

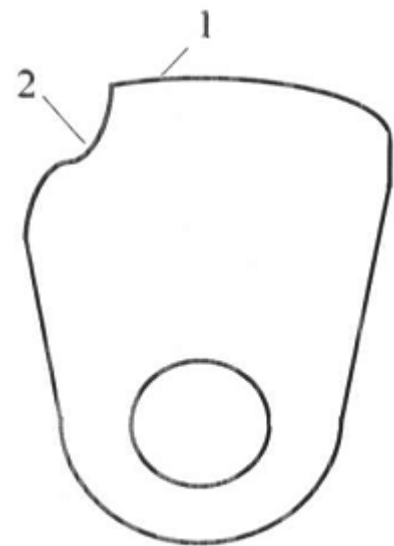


Fig. 2

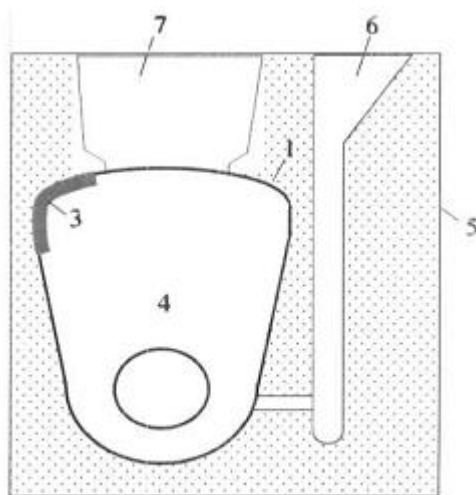


Fig. 3

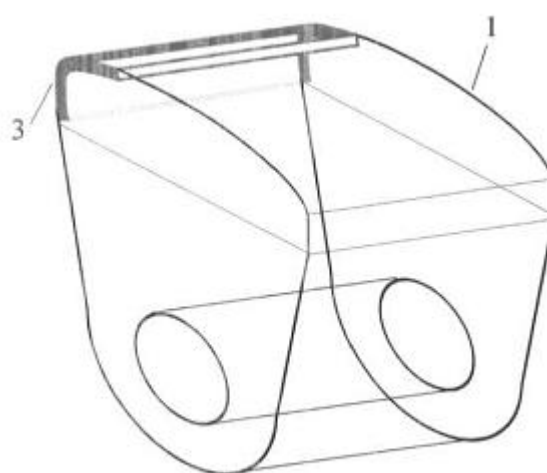


Fig. 4



Fig. 5

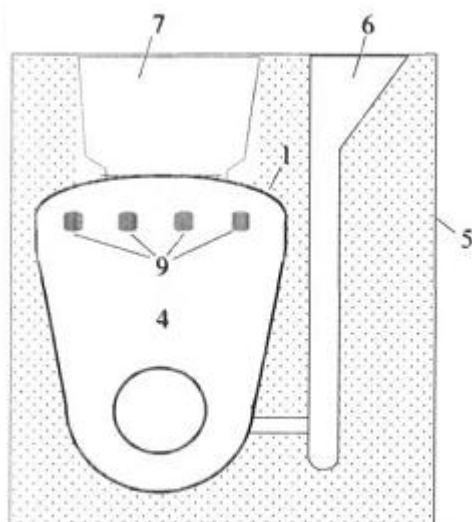


Fig. 6

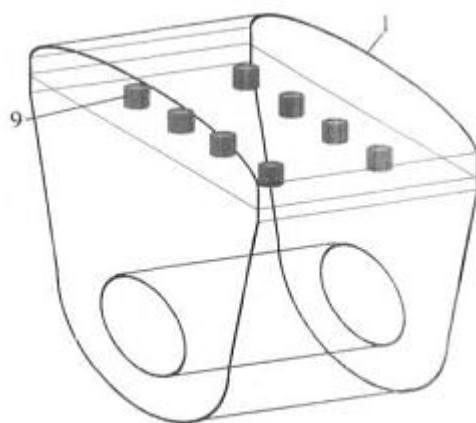


Fig. 7

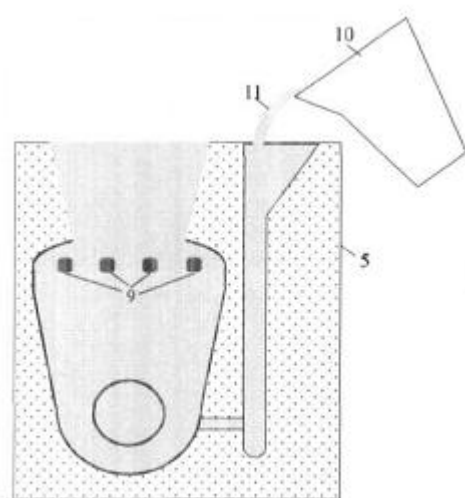


Fig. 8

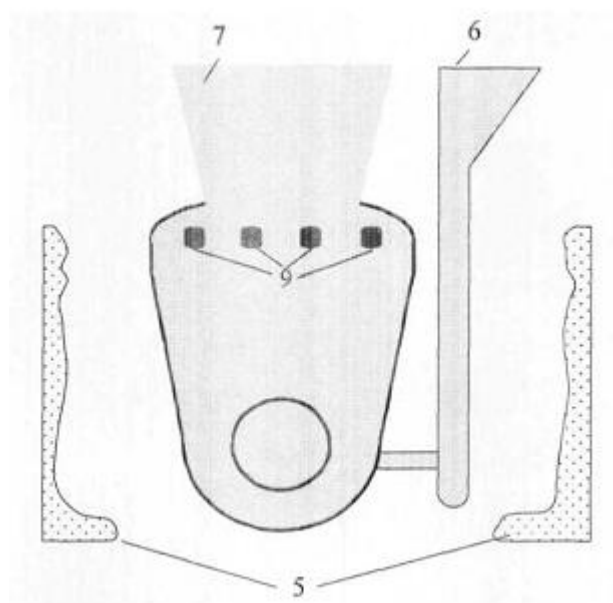


Fig. 9

Комп'ютерна верстка І. Скворцова

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

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