



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA
(51) МПК

(11) 121949

(13) U

B01F 7/12 (2006.01)

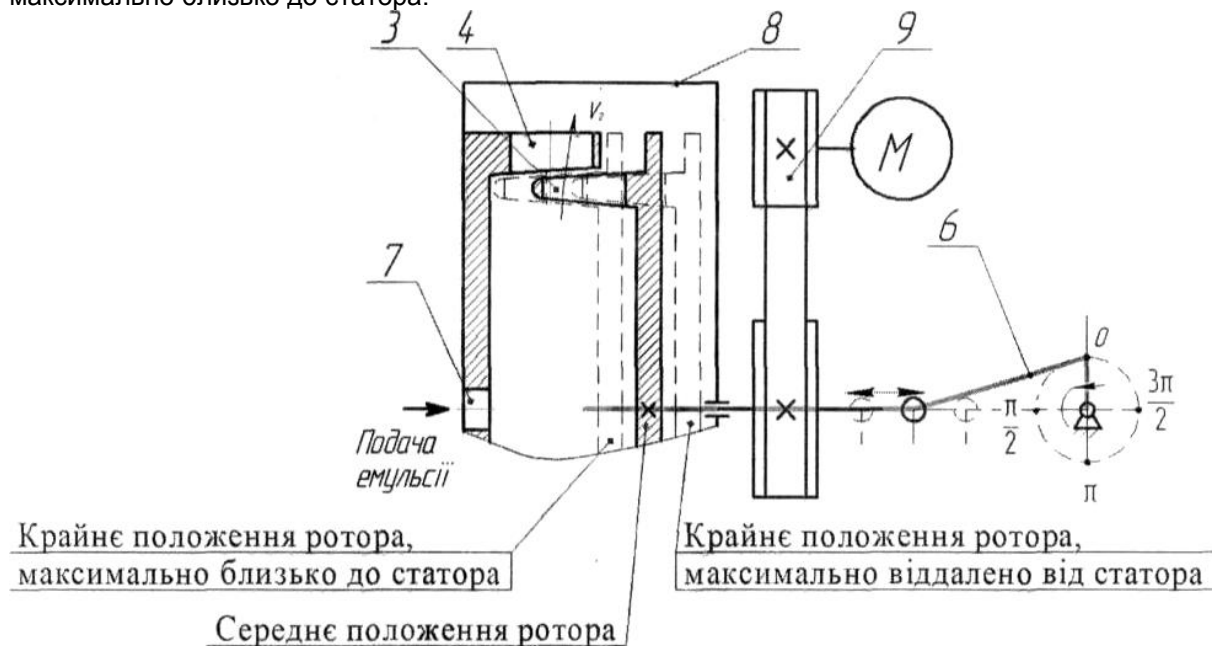
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2017 05629	(72) Винахідник(и): Кюрчев Володимир Миколайович (UA), Дейниченко Григорій Вікторович (UA), Самойчук Кирило Олегович (UA), Пацький Ігор Юрійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 07.06.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.12.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.12.2017, Бюл.№ 24	(73) Власник(и): ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, пр. Б. Хмельницького, 18, м. Мелітополь, Запорізька обл., 72310 (UA)

(54) РОТОРНО-ПУЛЬСАЦІЙНИЙ АПАРАТ З РОТОРОМ, ЩО ВІБРУЄ

(57) Реферат:

Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з отворами, кривошипний механізм приводу вібрації ротора та в якому кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора, а частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів. Механізми приводу вібрації й обертання ротора сполучені таким чином, що збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню ротора, при якому він розташований максимально близько до статора.



Фіг. 2

UA 121949 U

Корисна модель належить до пристроїв для інтенсифікації процесів змішування, емульгування, гомогенізації, диспергування гетерогенних систем і може бути використана в харчовій, переробній, фармацевтичній, хімічній і іншій галузях промисловості.

Відомий роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з прорізами та електромагніт, який вбудований в корпус, в якому кількість і ширина прорізів ротора дорівнюють відповідно кількості та ширині прорізів статора, а частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість прорізів. Оброблюване середовище надходить у апарат і під дією відцентрових сил відкидається до периферії ротора. Під дією електромагніту ротор здійснює осьові вібрації відносно статора. Періодичний збіг та закриття прорізів ротора і статора, призводить до появи періодичних пульсацій емульсії, виникнення кавітація і гідравлічних ударів, а також високих зсувних напружень в зазорі між ротором і статором, сукупний вплив яких руйнує частки дисперсної фази продукту. Завдяки тому, що частота вібрації ротора дорівнює частоті перекриття прорізів, а кількість і ширина прорізів ротора дорівнюють відповідно кількості та ширині прорізів статора, величина пульсації при кожному перекритті прорізів однакова. Рівність пульсації обумовлює однаковий вплив на кожен порцію емульсії, що, під дією відцентрових сил, проходить крізь прорізи ротора і статора. Цим забезпечується однорідність диспергування часток дисперсної фази, і рівномірний склад готового продукту. (Патент на корисну модель № 107458. Україна. МПК⁷ В 01 F 7/12. Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує /Самойчук К.О., Івженко А.О., Ялпачик Ф.Ю., Султанова В.О. Опубл. 10.06.2016. Бюл. № 11).

У даному апараті для створення пульсацій емульсії застосовані прорізи, характерні для роторно-пульсаційних апаратів (РПА) без вібруючих елементів. Таке перенесення конструктивних ознак на РПА з ротором, що вібрує, повинно узгоджуватись з характером осьових вібрацій ротора, викликаних дією електромагніта. Але застосування прорізів в сукупності з електромагнітом змінної напруги не враховує специфіку роботи РПА з вібруючим ротором і його резонансний ефект буде виражений дуже слабо, що призводить до зниження ефективності роботи РПА.

Умови синхронізації частоти обертання з частотою осьових коливань ротора недостатньо для виникнення резонансу, для якого необхідною додатковою умовою є узгодження взаємного положення коливальних і обертальних рухів ротора. Вимоги до такого узгодження значно підвищуються при необхідності досягнення резонансу, що заявляється авторами патенту. Таким чином неузгодженість взаємного положення коливальних і обертальних рухів ротора призводить до зниження якості обробки емульсії.

Найбільш близьким до пропонованого і прийнятого за прототип є роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, який містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з отворами, встановлено кривошипний механізм приводу вібрації ротора, а кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора. Оброблюване середовище у апараті відкидається до периферії ротора, який обертається за рахунок приводу з гнучким зв'язком. Під дією кривошипного механізму ротор здійснює осьові вібрації відносно статора. Проходячи крізь отвори ротора і статора, що періодично закриваються та відкриваються, створюються періодичні пульсації емульсії, виникає кавітація і гідравлічні удари. Завдяки тому, що встановлено кривошипний механізм приводу вібрації ротора, а кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора, форма і характер пульсацій, викликаних осьовим рухом ротора і пульсаціями, викликані відцентровим тиском будуть подібними. Це створює необхідні умови для виникнення резонансу пульсацій, при яких знижуються енерговитрати і підвищується амплітуда коливань емульсії, що підвищує ступінь диспергування емульсії. (Патент № 106554, Україна, МКИ⁵ В01F 7/12. Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує /Самойчук К.О., Івженко А.О., Ялпачик Ф.Ю., Султанова В.О.; № u201511568; заявл. 23.11.15; опубл. 25.04.2016. Бюл. № 8).

Авторами патенту заявляється виникнення резонансу пульсацій, при яких знижуються енерговитрати і підвищується амплітуда коливань емульсії, що підвищує ступінь диспергування емульсії. Але сукупність конструктивних ознак патенту (зокрема встановлення кривошипного механізму приводу вібрації ротора, та рівність кількості та діаметра отворів ротора кількості та діаметру отворів статора) не є достатніми для створення резонансу пульсацій емульсії. Для цього необхідною умовою є узгодження коливальних і обертальних рухів ротора, що призводить до зниження якості обробки емульсії.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення роторно-пульсаційного апарата з ротором, що вібрує, шляхом узгодження взаємного положення механізмів приводу вібрації і обертання ротора, яке призводить до створення подібних за характером пульсацій та завдяки чому виникає резонанс і підвищується якість диспергування емульсії.

Поставлена задача вирішується тим, що в роторно-пульсаційному апараті з ротором, що вібрує, що містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з отворами, кривошипний механізм приводу вібрації ротора та в якому кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора, а частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів, відповідно до запропонованої корисної моделі, механізми приводу вібрації й обертання ротора сполучені таким чином, що збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню ротора, при якому він розташований максимально близько до статора.

Для РПА з ротором, що вібрує, важливим є отримання резонансу пульсацій емульсії. При резонансному режимі роботи підвищується амплітуда коливань, що підвищує швидкість ковзання жирової кульки і що може істотно підвищити диспергуючий ефект апарату [1]. Для цього необхідно домогтися подібності характеристик руху емульсії, викликаних:

- пульсацією емульсії при русі їх через модулятор РПА (який періодично відкривається та закривається), спричинену відцентровими силами ν_0^e ;

- пульсацією емульсії в отворах модулятора РПА, спричинену циклічним осьовим рухом ротора (вібрацією ротора) ν_0^e .

Проаналізуємо чотири характерні варіанти для умов, при яких

- кількість і діаметр отворів ротора дорівнює кількості та діаметру отворів статора;

- частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів:

- а) при $\varphi=0, \beta=0$ (фіг. 3) (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у середньому положенні перед початком руху в бік, протилежний статору);

- б) при $\varphi=0, \beta=\pi/2$ (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально віддалено від статора);

- в) при $\varphi=0, \beta=\pi$ (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню при якому ротор розташований у середньому положенні перед початком руху в бік статора);

- г) при $\varphi=0, \beta=3\pi/2$ (збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально близько до статора).

Графіки швидкостей для описаних вище варіантів показані на фіг. 3 (при діаметрі ротора 0,15 м, частоті осьових коливань ротора 2880 об/хв, амплітуді коливань ротора 2 мм, кількості отворів ротора і статора 8, зазорі радіальному між ротором і статором 1 мм, дожині ротора 5 мм, довжині статора 10 мм).

Аналізуючи графіки, можна зробити висновки, що умова подібності характеру зміни швидкостей ν_0^n і ν_0^e (фіг. 4) дотримується лише при $\beta=3\pi/2$ (фіг. 3), при якому збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально близько до статора.

Експериментальні дослідження залежності між кутом зсуву фаз обертального та коливального рухів ротора та розмірами жирових кульок, свідчать про збільшення ефективності диспергування при оптимальному, за теоретичними розрахунками, куті зсуву $\beta=3\pi/4$ [1].

Отже, при поєднанні в даному технічному рішенні наступних умов, а саме:

- узгодження обертання та вібрації ротора таким чином, що збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню, при якому ротор розташований у крайньому положенні максимально близько до статора;

- наявності кривошипного механізму як приводу осьової вібрації ротора;

- наявності отворів в роторі і статорі однакової кількості і рівних діаметрів;

- частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів,

дають змогу отримати подібний характер швидкостей ν_0^n і ν_0^e , що призводить до появи резонансу пульсацій емульсії, при якому підвищується амплітуда коливань емульсії, що викликає збільшення швидкості ковзання жирової кульки, а це в результаті призводить до підвищення ступеня диспергування дисперсної фази емульсії [1].

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де:

на фіг. 1 зображено схему апарата (повздовжній розріз),

на фіг. 2 - схему апарата (поперечний розріз),

на фіг. 3 - графіки швидкостей ν_0^n для випадків $\beta=0, \beta=\pi/2, \beta=\pi, \beta=3\pi/2$,

на фіг. 4 - графік швидкості ν_0^e .

Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, містить корпус 8 (фіг. 1), усередині якого концентрично і співвісно розташовані ротор 2 і статор 1 з отворами 3 і 4, механізм приводу обертання ротора 9, кривошипний механізм приводу вібрації ротора 6 а також патрубок подачі 7 і відводу 5 продукту.

5 Роторно-пульсаційний апарат працює таким чином. Оброблюване середовище надходить у центральну частину апарату через патрубок 7, звідки під дією відцентрових сил відкидається до периферії ротора 2, який обертається за рахунок приводу з гнучким зв'язком 9, наприклад, зубчастою пасовою передачею, яка дозволяє торцеве відхилення пасів при роботі та виключає проковзування для чіткої синхронізації з осьовими коливаннями (вібрацією) ротора. Під дією кривошипного механізму 6 ротор 2 здійснює осьові вібрації відносно статора 1. Механізми приводу обертання та вібрації ротора сполучені таким чином, що при збігу осей отворів ротора і статора, ротор розташований максимально близько до статора. Проходячи крізь отвори ротора 3 і статора 4, що періодично закриваються та відкриваються, створюються періодичні пульсації емульсії, виникає кавітація і гідравлічні удари. Завдяки тому, що механізми приводу обертання та вібрації ротора сполучені таким чином, що при збігу осей отворів ротора і статора, ротор розташований максимально близько до статора, а також тому, що встановлено кривошипний механізм приводу вібрації ротора, кількість і діаметр отворів ротора d_p дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора d_c , частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів, форма і характер графіків швидкостей, викликаних осьовим рухом ротора і пульсаціями, викликані відцентровим тиском (при періодичному закриванні та відкриванні модулятора) будуть подібними. При цьому виникає резонанс пульсацій, при якому підвищується амплітуда коливань емульсії, що підвищує ступінь диспергування емульсії. Після обробки продукт виводиться під дією відцентрових сил через патрубок 5, який розташований у корпусі 8.

25 Таким чином, застосування сукупності ознак у даному технічному рішенні дозволяє підвищити дисперсність емульсії, яка обробляється у РПА.

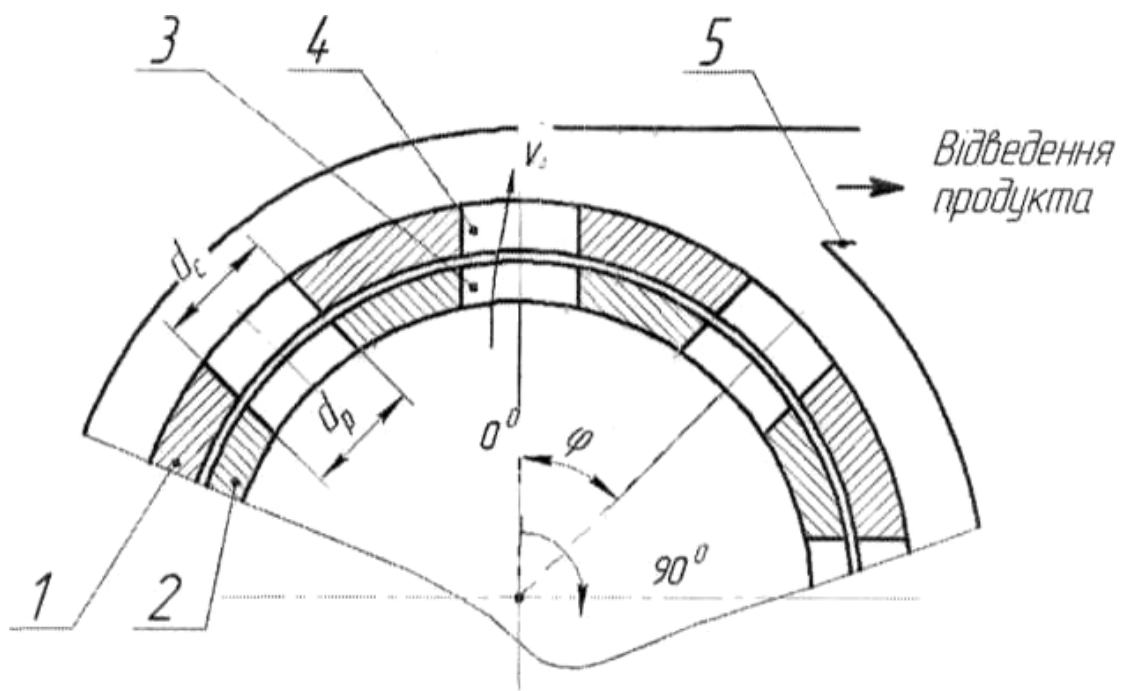
1. Дейниченко Г.В. Синхронізація коливальних і обертальних рухів ротора у пульсаційному гомогенізаторі з вібруючим ротором /Г.В. Дейниченко, К.О. Самойчук, А.О. Івженко //Вібрації в техніці та технологіях: Вінниця - 2016. - № 1 (81). - С. 122-131.

30

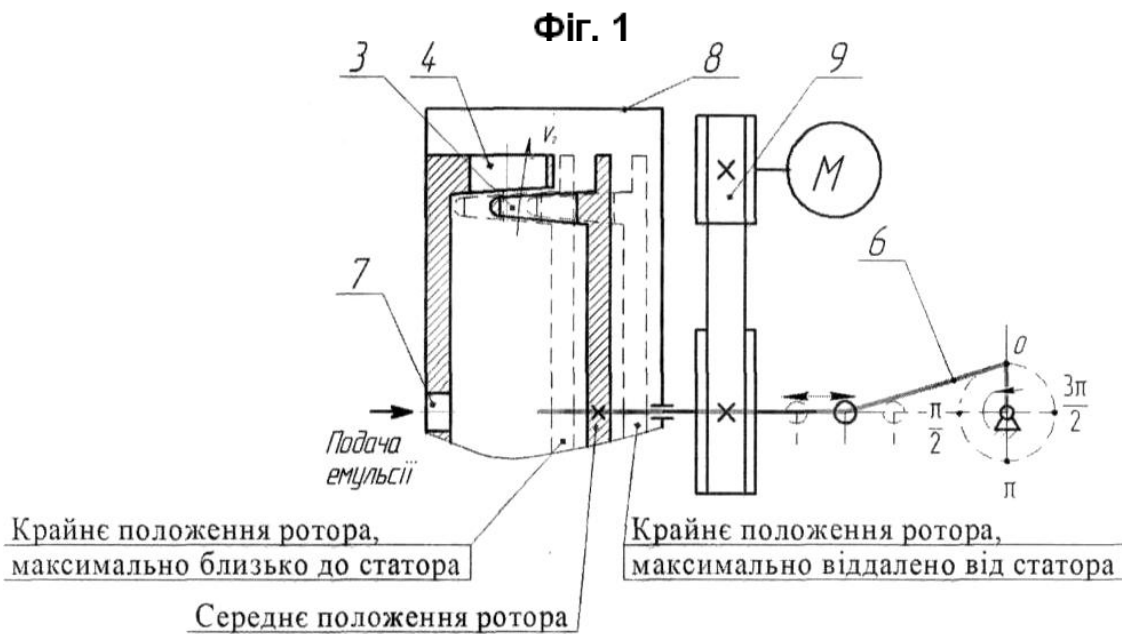
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Роторно-пульсаційний апарат з ротором, що вібрує, що містить корпус, усередині якого концентрично розташовані ротор і статор з отворами, кривошипний механізм приводу вібрації ротора та в якому кількість і діаметр отворів ротора дорівнюють відповідно кількості та діаметру отворів статора, а частота обертання ротора визначається діленням частоти вібрації ротора на кількість отворів, який **відрізняється** тим, що механізми приводу вібрації й обертання ротора сполучені таким чином, що збіг осей отворів ротора і статора відповідає положенню ротора, при якому він розташований максимально близько до статора.

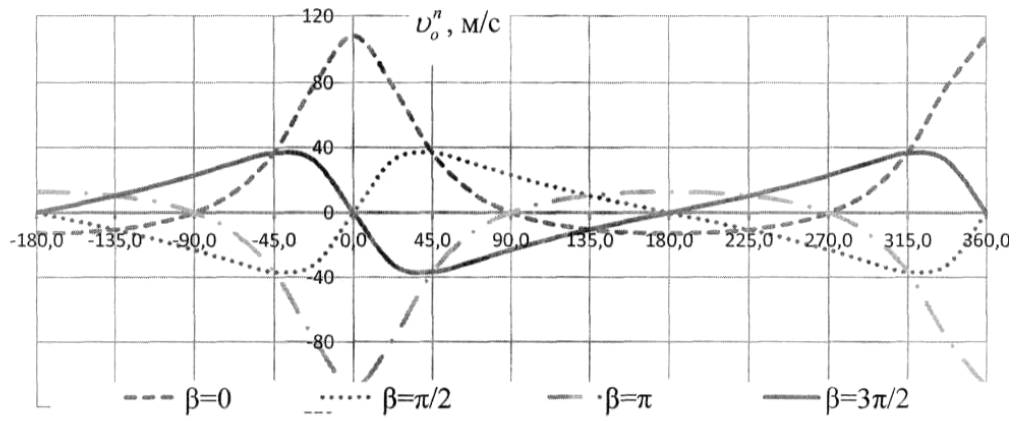
35



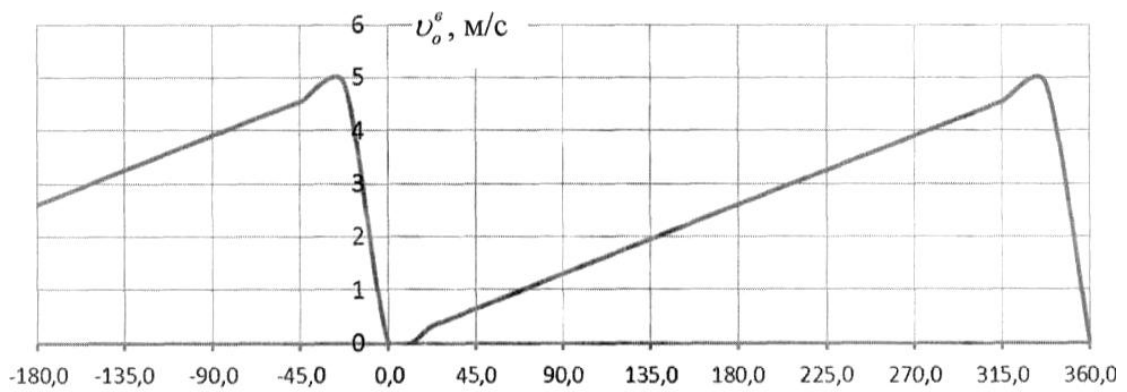
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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